

NĂNG LƯỢNG HÓA HỌC

A. PHẦN LÝ THUYẾT

I. LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM BÀI 5: ENTHALPY VÀ BIẾN THIÊN ENTHALPY TRONG CÁC PHẢN ỨNG HÓA HỌC

1. Phản ứng tỏa nhiệt, phản ứng thu nhiệt

* **Phản ứng tỏa nhiệt** là phản ứng hóa học trong đó có sự giải phóng nhiệt năng ra môi trường.

* **Phản ứng thu nhiệt** là phản ứng hóa học trong đó có sự hấp thụ nhiệt năng ra môi trường.



2. Biến thiên enthalpy của phản ứng

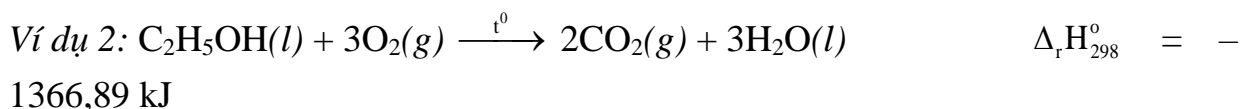
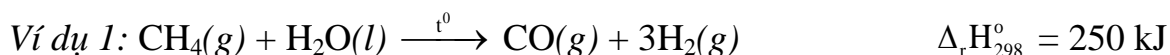
a) **Biến thiên enthalpy của phản ứng** (hay nhiệt phản ứng; kí hiệu $\Delta_r H$ (r: reaction – phản ứng); đơn vị kcal, kJ) là lượng nhiệt tỏa ra hay thu vào của một phản ứng hóa học trong quá trình đẳng áp (áp suất không đổi).

b) **Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng** (hay nhiệt phản ứng chuẩn; kí hiệu $\Delta_r H_{298}^0$) là nhiệt kèm theo phản ứng đó trong điều kiện chuẩn.

- **Điều kiện chuẩn:** áp suất 1 bar (đối với chất khí), nồng độ 1 mol/L (đối với chất tan trong dung dịch) và thường chọn nhiệt độ 25 °C (hay 298 K).

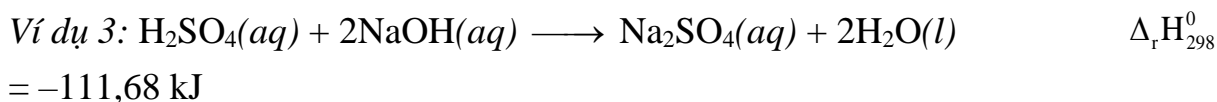
3. Phương trình nhiệt hóa học

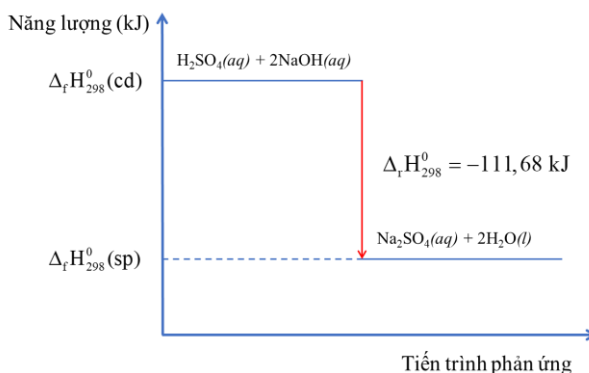
Phương trình nhiệt hóa học là phương trình phản ứng hóa học có kèm theo nhiệt phản ứng và trạng thái của các chất đầu (cđ) và sản phẩm (sp).



4. Ý nghĩa của biến thiên enthalpy

* **Phản ứng tỏa nhiệt**





Sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng tỏa nhiệt

$$\sum \Delta_f H_{298}^0(\text{sp}) < \sum \Delta_f H_{298}^0(\text{cd}) \longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 < 0$$

* Phản ứng thu nhiệt



$$\sum \Delta_f H_{298}^0(\text{sp}) > \sum \Delta_f H_{298}^0(\text{cd}) \longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 > 0$$

* Thường các phản ứng có $\Delta_r H_{298}^0 < 0$ thì xảy ra thuận lợi.

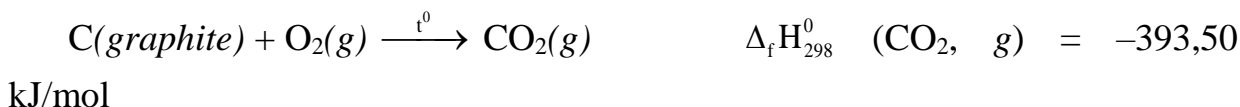
II. LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM BÀI 6: TÍNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG HÓA HỌC

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

a) Enthalpy tạo thành (nhiệt tạo thành)

- Enthalpy tạo thành (nhiệt tạo thành, $\Delta_f H$) của một chất là biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành 1 mol chất đó từ các đơn chất ở dạng bền vững nhất, ở một điều kiện xác định.

- Enthalpy tạo thành chuẩn (nhiệt tạo thành chuẩn, $\Delta_f H_{298}^0$) là enthalpy tạo thành ở điều kiện chuẩn. Ví dụ:

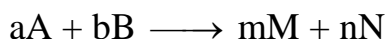


- Enthalpy tạo thành chuẩn của các đơn chất bằng 0. Ví dụ:

$$\Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2, g) = 0; \Delta_f H_{298}^0(\text{S}, s) = 0; \dots$$

b) Tính biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào enthalpy tạo thành

Cho phương trình hóa học tổng quát:



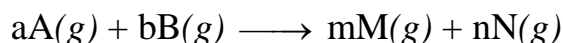
Có thể tính biến thiên enthalpy chuẩn của một phản ứng hóa học ($\Delta_r H_{298}^0$) khi biết các giá trị $\Delta_f H_{298}^0$ của tất cả các chất đầu và sản phẩm theo công thức sau:

$$\Delta_r H_{298}^0 = m \cdot \Delta_f H_{298}^0(M) + n \cdot \Delta_f H_{298}^0(N) - a \cdot \Delta_f H_{298}^0(A) - b \cdot \Delta_f H_{298}^0(B)$$

$$\text{Tổng quát: } \Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{cd})$$

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

Cho phản ứng tổng quát ở điều kiện chuẩn:



Tính $\Delta_r H_{298}^{\circ}$ của phản ứng khi biết các giá trị năng lượng liên kết (E_b) theo công thức:

$$\Delta_r H_{298}^{\circ} = a.E_b(A) + b.E_b(B) - m.E_b(M) - n.E_b(N)$$

$$\text{Tổng quát: } \Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum E_b(\text{cd}) - \sum E_b(\text{sp})$$

III. ĐỀ TỰ LUYỆN PHẦN LÝ THUYẾT

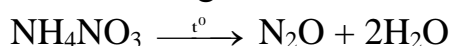
3.1. Phần tự luận

Câu 1: Khi đun nóng ống nghiệm đựng KMnO_4 (thuốc tím), nhiệt của ngọn lửa làm cho KMnO_4 bị nhiệt phân, tạo hỗn hợp bột màu đen:



Em hãy dự đoán phản ứng này tỏa nhiệt hay thu nhiệt?

Câu 2: Khi đun nóng muối ammonium nitrate bị nhiệt phân theo phương trình:



Hãy dự đoán phản ứng trên là tỏa nhiệt hay thu nhiệt.

Câu 3: Các quá trình nào sau đây là tỏa nhiệt hay thu nhiệt?

- Nước hóa rắn.
- Sự tiêu hóa thức ăn.
- Quá trình chạy của con người.
- Khí CH_4 đốt ở trong lò.
- Hòa tan KBr vào nước làm cho nước trở nên lạnh.
- Sulfuric acid đặc khi thêm vào nước làm cho nước nóng lên.

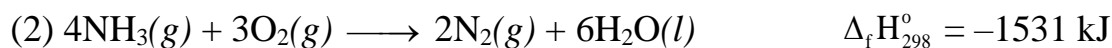
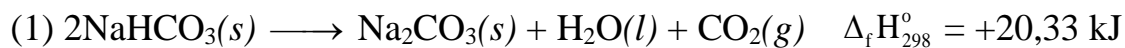
Câu 4: Nối mỗi nội dung cột A với nội dung ở cột B cho phù hợp:

Cột A	Cột B
a) Trong phản ứng thu nhiệt, dấu của ΔH dương vì	1) giải phóng năng lượng.
b) Trong phản ứng tỏa nhiệt có sự	2) hấp thụ năng lượng.
c) Trong phản ứng tỏa nhiệt, ΔH có dấu âm vì	3) năng lượng của hệ chất phản ứng lớn hơn năng lượng của hệ chất sản phẩm.
d) Trong phản ứng thu nhiệt có sự	4) năng lượng của hệ chất phản ứng nhỏ hơn năng lượng của hệ chất sản phẩm.

Câu 5: Mỗi quá trình sau đây là thu nhiệt hay tỏa nhiệt?

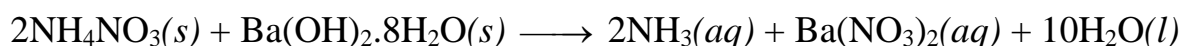
- (1) H_2O (lỏng, ở 25°C) \longrightarrow H_2O (hơi, ở 100°C).
 (2) H_2O (lỏng, ở 25°C) \longrightarrow H_2O (rắn, ở 0°C).
 (3) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^0} \text{CaO} + \text{CO}_2$.
 (4) Khí methane (CH_4) cháy trong khí oxygen.

Câu 6: Cho các phản ứng sau và biến thiên enthalpy chuẩn:



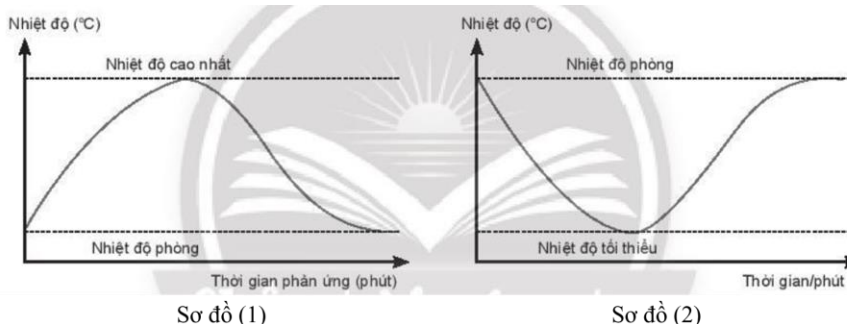
Phản ứng nào tỏa nhiệt, phản ứng nào thu nhiệt?

Câu 7: Cho biết phản ứng sau có $\Delta_r H_{298}^\circ > 0$ và diễn ra ngay ở nhiệt độ phòng:



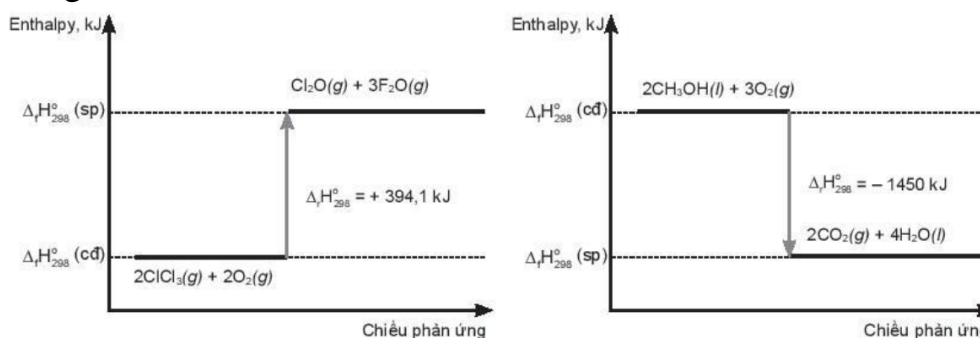
Khi trộn đều một lượng ammonium nitrate (NH_4NO_3) rắn với một lượng barium hydroxide ngậm nước ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) ở nhiệt độ phòng thì nhiệt độ của hỗn hợp sẽ tăng hay giảm? Giải thích.

Câu 8: Cho 2 sơ đồ biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian của phản ứng (1) và (2).



Sơ đồ nào chỉ quá trình thu nhiệt và sơ đồ nào chỉ quá trình tỏa nhiệt. Giải thích?

Câu 9: Viết phương trình nhiệt hóa học ứng với sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của hai phản ứng sau:



Câu 10: Phản ứng giữa nitrogen và oxygen chỉ xảy ra ở nhiệt độ cao (3000°C) hoặc nhờ tia lửa điện: $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{NO}(g)$.

a) Phản ứng trên tỏa nhiệt hay thu nhiệt?

b) Bằng kiến thức về năng lượng liên kết trong phân tử các chất, hãy giải thích vì sao phản ứng trên khó xảy ra.

Câu 11: Cho phản ứng: $\text{C}(\text{kim cương}) \longrightarrow \text{C}(\text{graphite}) \quad \Delta_r H_{298}^\circ = -1,9 \text{ kJ}$

a) Ở điều kiện chuẩn, kim cương hay graphite có mức năng lượng thấp hơn?

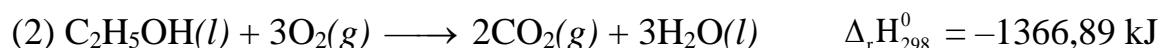
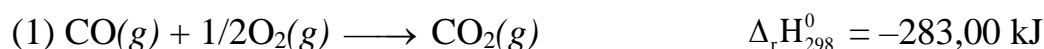
b) Trong phản ứng xác định nhiệt tạo thành của $\text{CO}_2(g)$: $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g)$. Carbon ở dạng kim cương hay graphite?

Câu 12: Cho hai phương trình nhiệt hóa học sau:



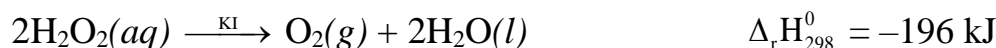
So sánh nhiệt giữa hai phản ứng (1) và (2). Phản ứng nào xảy ra thuận lợi hơn?

Câu 13: Cho hai phương trình nhiệt hóa học sau:



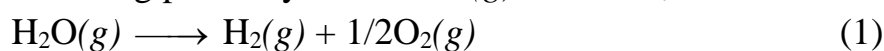
Khi đốt cháy cùng 1 mol CO và $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ thì phản ứng nào tỏa ra lượng nhiệt lớn hơn?

Câu 14: Thí nghiệm phân hủy hydrogen peroxide (H_2O_2) thành nước và khí oxygen có xúc tác KI theo phương trình nhiệt hóa học sau:



Phản ứng trên là phản ứng thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Hãy đề xuất cách chứng minh khí sinh ra là oxygen. Nêu ứng dụng của thí nghiệm này trong thực tiễn.

Câu 15: Phản ứng phân hủy 1 mol $\text{H}_2\text{O}(g)$ ở điều kiện chuẩn:



Điền vào chỗ trống trong các phát biểu dưới đây:

(a) Phản ứng (1) là phản ứng.....nhiệt.

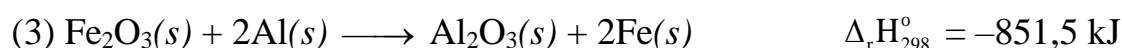
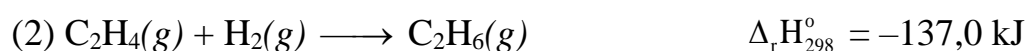
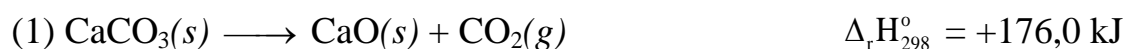
(b) Nhiệt tạo thành chuẩn của $\text{H}_2\text{O}(g)$ là.....

(c) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(g)$ là.....

(d) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng (1) là.....

Các số liệu tra ở bảng phụ lục 2.

Câu 16: Cho các phương trình nhiệt hóa học:

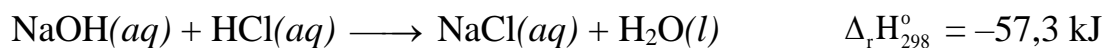


Trong các phản ứng trên, phản ứng nào tỏa nhiệt, phản ứng nào thu nhiệt?

Câu 17: Cho các đơn chất sau đây: C(graphite, s), $\text{Br}_2(g)$, $\text{Br}_2(l)$, Na(s), Hg(l), Hg(s). Đơn chất nào có $\Delta_f H_{298}^0 = 0$?

Câu 18: Khi pha loãng 100 mL H_2SO_4 đặc bằng nước thấy cốc đựng dung dịch nóng lên. Vậy quá trình pha loãng H_2SO_4 đặc là quá trình thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Theo em, khi pha loãng H_2SO_4 đặc nên cho từ từ H_2SO_4 đặc vào nước hay ngược lại? Vì sao?

Câu 19: Cho phương trình nhiệt hóa học sau:



- Vẽ sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng.
- Tính lượng nhiệt tỏa ra khi dùng dung dịch có chứa 8 gam NaOH trung hòa với lượng vừa đủ dung dịch HCl.

Câu 20: Khí hydrogen cháy trong không khí tạo thành nước theo phương trình hóa học sau:



- Nước hay hỗn hợp của oxygen và hydrogen có năng lượng lớn hơn? Giải thích.
- Vẽ sơ đồ biến thiên năng lượng của phản ứng giữa hydrogen và oxygen.

Câu 21: Biến thiên enthalpy chuẩn của quá trình “ $\text{H}_2\text{O}(s) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ ” là 6,020 kJ.

- Quá trình tan chảy của nước đá là quá trình thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Vì sao?
- Vì sao khi cho viên nước đá vào một cốc nước lỏng ấm, viên đá lại tan chảy dần?
- Vì sao cốc nước lỏng bị lạnh dần trong quá trình viên nước đá tan chảy?
- Biết rằng để làm cho nhiệt độ 1 mol nước lỏng thay đổi 1 °C cần một nhiệt lượng là 75,4 J. Giả sử mỗi viên nước đá tương ứng với 1 mol nước, số viên nước đá tối thiểu cần tan chảy để có thể làm lạnh 500 gam nước lỏng ở 20 °C xuống 0 °C là bao nhiêu?
- Để làm lạnh 120 gam nước lỏng ở 45 °C xuống 0 °C, một bạn học sinh đã dùng 150 gam nước đá. Lượng nước đá này vừa đủ, thiếu hay dư?

Câu 22: Phân tử hemoglobin (Hb) trong máu nhận O_2 ở phổi để chuyển thành HbO_2 . Chất này theo máu tới các bộ phận cơ thể, tại đó HbO_2 lại chuyển thành Hb và O_2 (để cung cấp O_2 cho các hoạt động sinh hóa cần thiết trong cơ thể). Nếu trong không khí có lẫn carbon monoxide (CO), cơ thể nhanh chóng bị ngộ độc. Cho các số liệu thực nghiệm sau:



Liên hệ giữa mức độ thuận lợi của phản ứng (qua $\Delta_r H_{298}^0$) với những vấn đề thực nghiệm trên.

Câu 23: Viết phương trình nhiệt hóa học của các quá trình tạo thành những chất dưới đây từ đơn chất:

- Nước ở trạng thái khí, biết rằng khi tạo thành 1 mol hơi nước tỏa ra 214,6 kJ nhiệt.
- Nước lỏng, biết rằng khi tạo thành 1 mol nước lỏng tỏa ra 285,49 kJ nhiệt.

- c) Ammonia (NH_3), biết rằng sự tạo thành 2,5 gam ammonia tỏa ra 22,99 kJ nhiệt.
- d) Phản ứng nhiệt phân đá vôi (CaCO_3), biết rằng để thu được 11,2 gam vôi (CaO) phải cung cấp 6,94 kcal.

3.2. Đáp án phần tự luận

Câu 1: Khi đun nóng ống nghiệm đựng KMnO_4 (thuốc tím), nhiệt của ngọn lửa làm cho KMnO_4 bị nhiệt phân, tạo hỗn hợp bột màu đen:

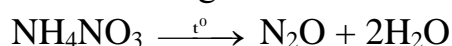


Em hãy dự đoán phản ứng này tỏa nhiệt hay thu nhiệt?

Đáp án:

Phản ứng thu nhiệt.

Câu 2: Khi đun nóng muối ammonium nitrate bị nhiệt phân theo phương trình:



Hãy dự đoán phản ứng trên là tỏa nhiệt hay thu nhiệt.

Đáp án:

Phản ứng thu nhiệt.

Câu 3: Các quá trình nào sau đây là tỏa nhiệt hay thu nhiệt?

- Nước hóa rắn.
- Sự tiêu hóa thức ăn.
- Quá trình chạy của con người.
- Khí CH_4 đốt ở trong lò.
- Hòa tan KBr vào nước làm cho nước trở nên lạnh.
- Sulfuric acid đặc khi thêm vào nước làm cho nước nóng lên.

Đáp án:

- Nước hóa rắn: *quá trình tỏa nhiệt.*
- Sự tiêu hóa thức ăn: *quá trình thu nhiệt.*
- Quá trình chạy của con người: *quá trình thu nhiệt.*
- Khí CH_4 đốt ở trong lò: *quá trình tỏa nhiệt.*
- Hòa tan KBr vào nước làm cho nước trở nên lạnh: *quá trình thu nhiệt.*
- Sulfuric acid đặc khi thêm vào nước làm cho nước nóng lên: *quá trình tỏa nhiệt.*

Câu 4: Nối mỗi nội dung cột A với nội dung ở cột B cho phù hợp:

Cột A	Cột B
a) Trong phản ứng thu nhiệt, dấu của ΔH dương vì	1) giải phóng năng lượng.
b) Trong phản ứng tỏa nhiệt có sự	2) hấp thụ năng lượng.
c) Trong phản ứng tỏa nhiệt, ΔH có dấu âm vì	3) năng lượng của hệ chất phản ứng lớn hơn năng lượng của hệ chất sản phẩm.

d) Trong phản ứng thu nhiệt có sự	4) năng lượng của hệ chất phản ứng nhỏ hơn năng lượng của hệ chất sản phẩm.
-----------------------------------	---

Đáp án:

(a) – (4); (b) – (1); (c) – (3); (d) – (2).

Câu 5: Mỗi quá trình sau đây là thu nhiệt hay tỏa nhiệt?

(1) H_2O (lỏng, ở 25°C) \longrightarrow H_2O (hơi, ở 100°C).

(2) H_2O (lỏng, ở 25°C) \longrightarrow H_2O (rắn, ở 0°C).

(3) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^0} \text{CaO} + \text{CO}_2$.

(4) Khí methane (CH_4) cháy trong khí oxygen.

Đáp án:

(1) H_2O (lỏng, ở 25°C) \longrightarrow H_2O (hơi, ở 100°C): quá trình thu nhiệt.

(2) H_2O (lỏng, ở 25°C) \longrightarrow H_2O (rắn, ở 0°C): quá trình tỏa nhiệt.

(3) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^0} \text{CaO} + \text{CO}_2$: quá trình thu nhiệt.

(4) Khí methane (CH_4) cháy trong khí oxygen: quá trình tỏa nhiệt.

Câu 6: Cho các phản ứng sau và biến thiên enthalpy chuẩn:

(1) $2\text{NaHCO}_3(s) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$ $\Delta_f H_{298}^\circ = +20,33 \text{ kJ}$

(2) $4\text{NH}_3(g) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{N}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta_f H_{298}^\circ = -1531 \text{ kJ}$

Phản ứng nào tỏa nhiệt, phản ứng nào thu nhiệt?

Đáp án:

Phản ứng (1) $\Delta_f H_{298}^\circ > 0$, phản ứng thu nhiệt.

Phản ứng (2) $\Delta_f H_{298}^\circ < 0$, phản ứng tỏa nhiệt.

Câu 7: Cho biết phản ứng sau có $\Delta_f H_{298}^\circ > 0$ và diễn ra ngay ở nhiệt độ phòng:

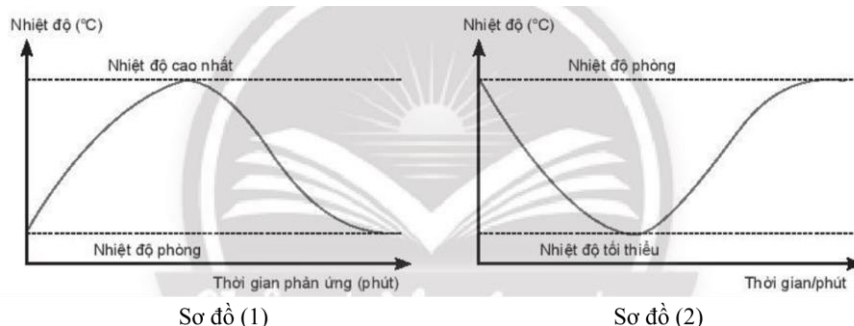
$2\text{NH}_4\text{NO}_3(s) + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(s) \longrightarrow 2\text{NH}_3(aq) + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2(aq) + 10\text{H}_2\text{O}(l)$

Khi trộn đều một lượng ammonium nitrate (NH_4NO_3) rắn với một lượng barium hydroxide ngậm nước ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) ở nhiệt độ phòng thì nhiệt độ của hỗn hợp sẽ tăng hay giảm? Giải thích.

Đáp án:

Ở nhiệt độ phòng thì nhiệt độ của hỗn hợp tăng lên do phản ứng này là phản ứng thu nhiệt.

Câu 8: Cho 2 sơ đồ biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian của phản ứng (1) và (2).



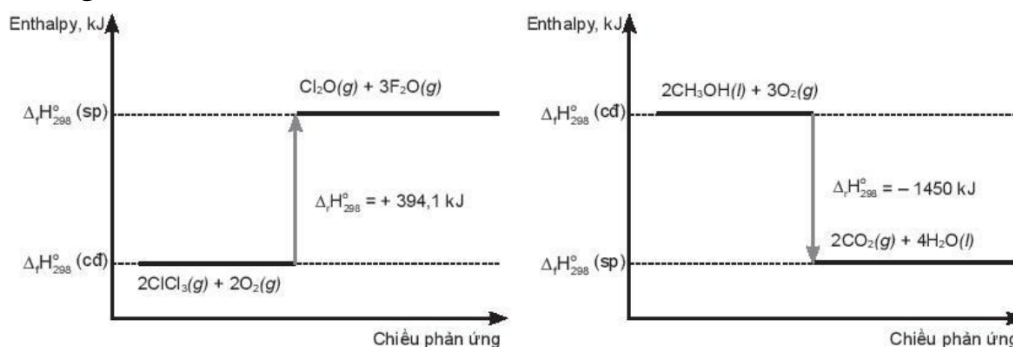
Sơ đồ nào chỉ quá trình thu nhiệt và sơ đồ nào chỉ quá trình tỏa nhiệt. Giải thích?

Đáp án:

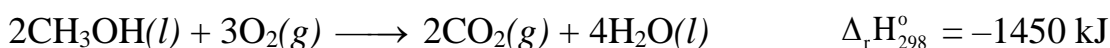
Sơ đồ (1) chỉ quá trình tỏa nhiệt, do nhiệt độ phản ứng tăng so với nhiệt độ ban đầu (nhiệt độ phòng).

Sơ đồ (2) chỉ quá trình thu nhiệt, do nhiệt độ phản ứng giảm so với nhiệt độ ban đầu (nhiệt độ phòng).

Câu 9: Viết phương trình nhiệt hóa học ứng với sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của hai phản ứng sau:



Đáp án:



Câu 10: Phản ứng giữa nitrogen và oxygen chỉ xảy ra ở nhiệt độ cao (3000 °C) hoặc nhờ tia lửa điện: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g})$.

a) Phản ứng trên tỏa nhiệt hay thu nhiệt?

b) Bằng kiến thức về năng lượng liên kết trong phân tử các chất, hãy giải thích vì sao phản ứng trên khó xảy ra.

Đáp án:

a) Phản ứng trên thu nhiệt.

b) Liên kết trong phân tử N_2 : $\text{N}\equiv\text{N}$ bền, $E_b(\text{N}_2) = 946 \text{ kJ/mol}$ lớn nên phản ứng trên khó xảy ra.

Câu 11: Cho phản ứng: $\text{C}(\text{kim cương}) \longrightarrow \text{C}(\text{graphite}) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -1,9 \text{ kJ}$

a) Ở điều kiện chuẩn, kim cương hay graphite có mức năng lượng thấp hơn?

b) Trong phản ứng xác định nhiệt tạo thành của $\text{CO}_2(\text{g})$: $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$. Carbon ở dạng kim cương hay graphite?

Đáp án:

a) $\Delta_r H_{298}^0 = -1,9 \text{ kJ} < 0$, nên C(graphite) bền hơn C(kim cương).

b) Do C(graphite) bền hơn C(kim cương) nên trong phản ứng xác định nhiệt tạo thành của $\text{CO}_2(\text{g})$, C ở dạng graphite.

Câu 12: Cho hai phương trình nhiệt hóa học sau:

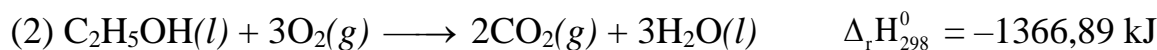
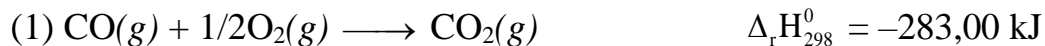


So sánh nhiệt giữa hai phản ứng (1) và (2). Phản ứng nào xảy ra thuận lợi hơn?

Đáp án:

$\Delta_r H_{298}^0 = -283,00 \text{ kJ (1)} > \Delta_r H_{298}^0 = -546,00 \text{ kJ (2)}$, nên phản ứng (2) xảy ra thuận lợi hơn phản ứng (1).

Câu 13: Cho hai phương trình nhiệt hóa học sau:

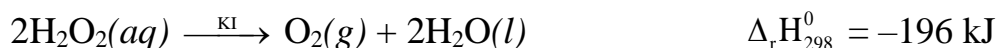


Khi đốt cháy cùng 1 mol CO và C₂H₅OH thì phản ứng nào tỏa ra lượng nhiệt lớn hơn?

Đáp án:

$\Delta_r H_{298}^0 (1) = -283,00 \text{ kJ}$; $\Delta_r H_{298}^0 (3) = -1366,89 \text{ kJ}$ nên khi đốt cháy cùng 1 mol CO và C₂H₅OH thì lượng nhiệt phản ứng (1) tỏa ra ít hơn phản ứng (2).

Câu 14: Thí nghiệm phân hủy hydrogen peroxide (H₂O₂) thành nước và khí oxygen có xúc tác KI theo phương trình nhiệt hóa học sau:



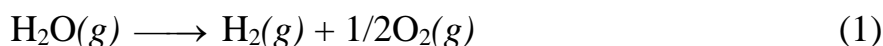
Phản ứng trên là phản ứng thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Hãy đề xuất cách chứng minh khí sinh ra là oxygen. Nêu ứng dụng của thí nghiệm này trong thực tiễn.

Đáp án:

$\Delta_r H_{298}^0 = -196 \text{ kJ} < 0$, phản ứng tỏa nhiệt. Dùng tàn đóm đỏ để nhận biết khí oxygen sinh ra.

Ứng dụng phản ứng trên trong thực tiễn: H₂O₂ khử trùng, sát khuẩn nước, xử lý nước trong hồ. H₂O₂ nồng độ thấp hơn 3%, được dùng để sát trùng vết thương, loại bỏ các mô chết. Sử dụng trong nuôi trồng thủy sinh.

Câu 15: Phản ứng phân hủy 1 mol H₂O(g) ở điều kiện chuẩn:



Điền vào chỗ trống trong các phát biểu dưới đây:

(a) Phản ứng (1) là phản ứng.....nhiệt.

(b) Nhiệt tạo thành chuẩn của H₂O(g) là.....

(c) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)}$ là.....

(d) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng (1) là.....

Các số liệu tra ở bảng phụ lục 2.

Đáp án:

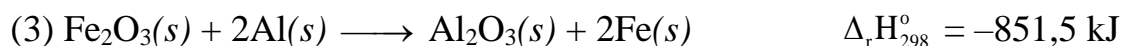
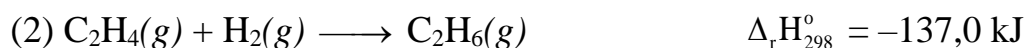
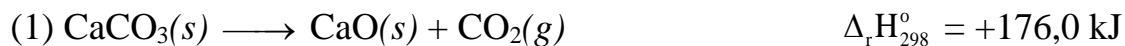
(a) Phản ứng (1) là phản ứng **thu** nhiệt.

(b) Nhiệt tạo thành chuẩn của H₂O(g) là $-241,8 \text{ kJ/mol}$.

(c) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)}$ là $-483,6 \text{ kJ}$.

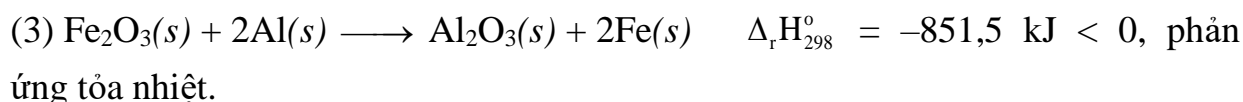
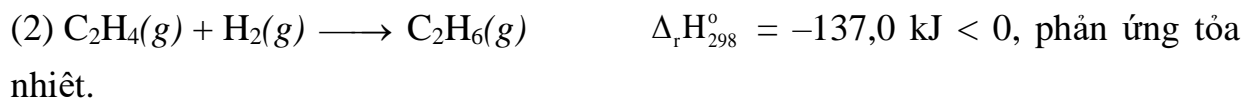
(d) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng (1) là $241,8 \text{ kJ}$.

Câu 16: Cho các phương trình nhiệt hóa học:



Trong các phản ứng trên, phản ứng nào tỏa nhiệt, phản ứng nào thu nhiệt?

Đáp án:



Câu 17: Cho các đơn chất sau đây: C(graphite, s), Br₂(g), Br₂(l), Na(s), Hg(l), Hg(s). Đơn chất nào có $\Delta_f H_{298}^\circ = 0$?

Đáp án:

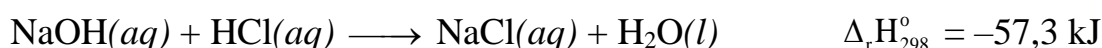
Đơn chất có $\Delta_f H_{298}^\circ = 0$: C(graphite, s), Br₂(l), Na(s), Hg(l).

Câu 18: Khi pha loãng 100 mL H₂SO₄ đặc bằng nước thấy cốc đựng dung dịch nóng lên. Vậy quá trình pha loãng H₂SO₄ đặc là quá trình thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Theo em, khi pha loãng H₂SO₄ đặc nên cho từ từ H₂SO₄ đặc vào nước hay ngược lại? Vì sao?

Đáp án:

Quá trình tỏa nhiệt. Cần nhỏ từ từ H₂SO₄ đặc vào nước. Nếu làm ngược lại, do phản ứng tỏa nhiệt rất mạnh sẽ làm bắn H₂SO₄ ra xung quanh, gây mất an toàn và làm hư hại đồ vật, quần áo,...

Câu 19: Cho phương trình nhiệt hóa học sau:

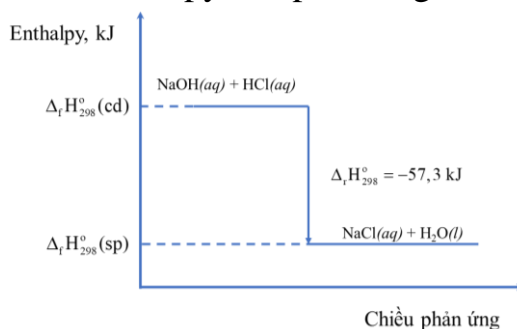


a) Vẽ sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng.

b) Tính lượng nhiệt tỏa ra khi dùng dung dịch có chứa 8 gam NaOH trung hòa với lượng vừa đủ dung dịch HCl.

Đáp án:

a) Sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng:



b) Lượng nhiệt tỏa ra khi dùng dung dịch có chứa 8 gam NaOH trung hòa với lượng vừa đủ dung dịch HCl là: $(8/40).(-57,3) = -114,6 \text{ kJ}$

Câu 20: Khí hydrogen cháy trong không khí tạo thành nước theo phương trình hóa học sau:



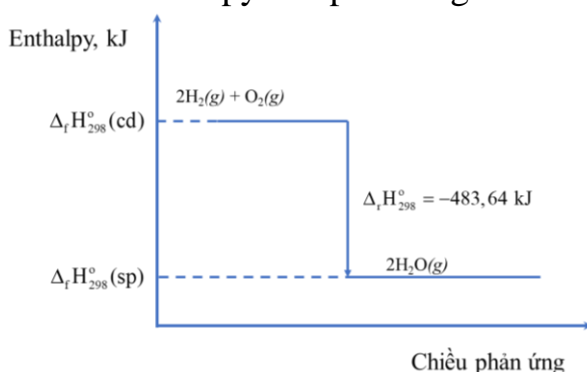
a) Nước hay hỗn hợp của oxygen và hydrogen có năng lượng lớn hơn? Giải thích.

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

Đáp án:

a) Do $\Delta_r H_{298}^0 < 0$ nên hỗn hợp của oxygen và hydrogen có năng lượng lớn hơn nước.

b) Sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng:



Câu 21: Biến thiên enthalpy chuẩn của quá trình “ $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ” là 6,020 kJ.

a) Quá trình tan chảy của nước đá là quá trình thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Vì sao?

b) Vì sao khi cho viên nước đá vào một cốc nước lỏng ấm, viên đá lại tan chảy dần?

c) Vì sao cốc nước lỏng bị lạnh dần trong quá trình viên nước đá tan chảy?

d) Biết rằng để làm cho nhiệt độ 1 mol nước lỏng thay đổi 1 °C cần một nhiệt lượng là 75,4 J. Giả sử mỗi viên nước đá tương ứng với 1 mol nước, số viên nước đá tối thiểu cần tan chảy để có thể làm lạnh 500 gam nước lỏng ở 20 °C xuống 0 °C là bao nhiêu?

e) Để làm lạnh 120 gam nước lỏng ở 45 °C xuống 0 °C, một bạn học sinh đã dùng 150 gam nước đá. Lượng nước đá này vừa đủ, thiếu hay dư?

Đáp án:

a) Quá trình tan chảy của nước đá là quá trình thu nhiệt vì biến thiên enthalpy > 0 .

b) Viên đá tan chảy dần vì nó lấy nhiệt từ nước lỏng ấm (môi trường xung quanh).

c) Nước lỏng nhường nhiệt cho viên nước đá, sự mất nhiệt này làm cho nước lỏng lạnh dần.

d) Nhiệt lượng mà 500 gam nước lỏng từ 20 °C giảm xuống 0 °C tỏa ra là:

$$(500/18).75,4.20 = 41,8889 \text{ kJ}$$

Phần nhiệt lượng tỏa ra được truyền cho nước đá để tan chảy. Số viên nước đá tối thiểu cần là:

$$41,8889/6,020 = 6,96 \approx 7 \text{ viên}$$

e) Nhiệt lượng tỏa ra khi nhiệt độ của 120 gam nước lỏng từ 45 °C giảm xuống °C là:

$$(120/18).75,4.45 = 22620 \text{ J}$$

Lượng nước đá cần dùng là: $(22620/6020).18 = 67,63 \text{ gam}$. Vậy dùng 150 gam nước đá là dư.

Câu 22: Phân tử hemoglobin (Hb) trong máu nhận O_2 ở phổi để chuyển thành HbO_2 . Chất này theo máu tới các bộ phận cơ thể, tại đó HbO_2 lại chuyển thành Hb và O_2 (để cung cấp O_2 cho các hoạt động sinh hóa cần thiết trong cơ thể). Nếu trong không khí có lẫn carbon monoxide (CO), cơ thể nhanh chóng bị ngộ độc. Cho các số liệu thực nghiệm sau:



Liên hệ giữa mức độ thuận lợi của phản ứng (qua $\Delta_r H_{298}^0$) với những vấn đề thực nghiệm trên.

Đáp án:

Vì các phản ứng (2) và (3) có $\Delta_r H_{298}^0$ âm hơn (1) và (4) nên sự hình thành HbCO thuận lợi hơn sự tạo thành HbO_2 . Do vậy không có sự nhả và giải phóng Hb như trường hợp không có CO. Điều này giải thích sự ngộ độc CO trong máu.

Câu 23: Viết phương trình nhiệt hóa học của các quá trình tạo thành những chất dưới đây từ đơn chất:

a) Nước ở trạng thái khí, biết rằng khi tạo thành 1 mol hơi nước tỏa ra 214,6 kJ nhiệt.

b) Nước lỏng, biết rằng khi tạo thành 1 mol nước lỏng tỏa ra 285,49 kJ nhiệt.

c) Ammonia (NH_3), biết rằng sự tạo thành 2,5 gam ammonia tỏa ra 22,99 kJ nhiệt.

d) Phản ứng nhiệt phân đá vôi ($CaCO_3$), biết rằng để thu được 11,2 gam vôi (CaO) phải cung cấp 6,94 kcal.

Đáp án:



3.3. Phần trắc nghiệm

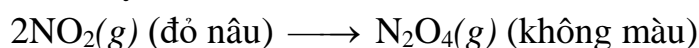
Câu 1: Phản ứng nào sau đây là phản ứng tỏa nhiệt?

- A. Phản ứng nhiệt phân muối KNO_3 . B. Phản ứng phân hủy khí NH_3 .
C. Phản ứng oxi hóa glucose trong cơ thể. D. Phản ứng hòa tan NH_4Cl trong nước.

Câu 2: Phản ứng nào sau đây có thể tự xảy ra ở điều kiện thường?

- A. Phản ứng nhiệt phân $\text{Cu}(\text{OH})_2$. B. Phản ứng giữa H_2 và O_2 trong hỗn hợp khí.
C. Phản ứng giữa Zn và dung dịch H_2SO_4 . D. Phản ứng đốt cháy ethanol.

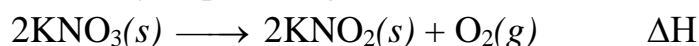
Câu 3: Cho phản ứng hóa học xảy ra ở điều kiện chuẩn sau:



Biết NO_2 và N_2O_4 có $\Delta_f H_{298}^\circ$ tương ứng là 33,18 kJ/mol và 9,16 kJ/mol. Điều này chứng tỏ phản ứng

- A. tỏa nhiệt, NO_2 bền vững hơn N_2O_4 . B. thu nhiệt, NO_2 bền vững hơn N_2O_4 .
C. tỏa nhiệt, N_2O_4 bền vững hơn NO_2 . D. thu nhiệt, N_2O_4 bền vững hơn NO_2 .

Câu 4: Nung KNO_3 lên 550°C xảy ra phản ứng:



Phản ứng nhiệt phân KNO_3 là

- A. tỏa nhiệt, có $\Delta H < 0$. B. thu nhiệt, $\Delta H > 0$. C. tỏa nhiệt, $\Delta H > 0$.
D. thu nhiệt, có $\Delta H < 0$.

Câu 5: Cho phương trình nhiệt hóa học của phản ứng:



Phản ứng trên là phản ứng

- A. thu nhiệt.
B. tỏa nhiệt.
C. không có sự thay đổi năng lượng.
D. có sự hấp thụ nhiệt lượng từ môi trường xung quanh.

Câu 6: Cho phương trình nhiệt hóa học của phản ứng:



Phản ứng trên là phản ứng

- A. thu nhiệt.
B. tỏa nhiệt.
C. không có sự thay đổi năng lượng.
D. có sự giải phóng nhiệt lượng ra môi trường.

Câu 7: Điều kiện nào sau đây **không** phải là điều kiện chuẩn?

A. Áp suất 1 bar và nhiệt độ 25 °C hay 298 K.

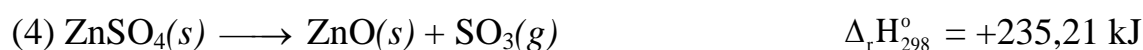
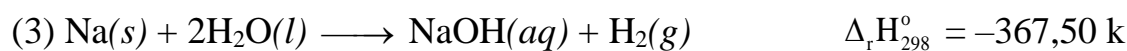
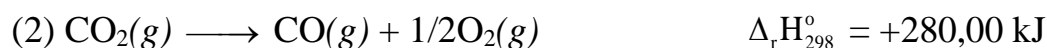
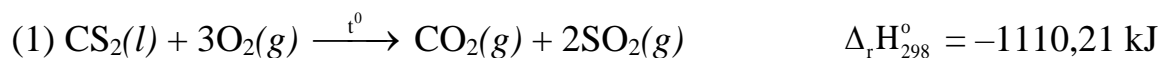
B. Áp suất 1 bar và

nhiệt độ 298 K.

C. Áp suất 1 bar và nhiệt độ 25 °C.

D. Áp suất 1 bar và nhiệt độ 25K.

Câu 8: Dựa vào phương trình nhiệt hóa học của các phản ứng sau:



Cặp phản ứng thu nhiệt là

A. (1) và (2).

B. (3) và (4).

C. (1) và (3).

D. (2) và (4).

Câu 9: Phát biểu nào sau đây đúng?

A. Điều kiện chuẩn là điều kiện ứng với áp suất 1 bar (với chất khí), nồng độ 1 mol/L (đối với chất tan trong dung dịch) và nhiệt độ thường được chọn là 298 K.

B. Điều kiện chuẩn là điều kiện ứng với nhiệt độ 298 K.

C. Áp suất 760 mmHg là áp suất ở điều kiện chuẩn.

D. Điều kiện chuẩn là điều kiện ứng với áp suất 1 atm, nhiệt độ 0 °C.

Câu 10: Enthalpy tạo thành chuẩn của một đơn chất bền

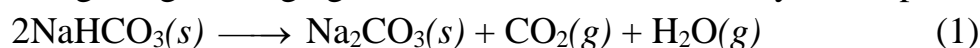
A. là biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng giữa nguyên tố đó với hydrogen.

B. là biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng giữa nguyên tố đó với oxygen.

C. được xác định từ nhiệt độ nóng chảy của nguyên tố đó.

D. bằng 0.

Câu 11: Nung nóng hai ống nghiệm chứa NaHCO₃ và P, xảy ra các phản ứng sau:



Khi ngừng đun nóng, phản ứng (1) dừng lại còn phản ứng (2) tiếp tục xảy ra, chứng tỏ

A. phản ứng (1) tỏa nhiệt, phản ứng (2) thu nhiệt.

B. phản ứng (1) thu nhiệt, phản ứng (2) tỏa nhiệt.

C. cả hai phản ứng đều tỏa nhiệt.

D. cả hai phản ứng đều thu nhiệt.

Câu 12: Phát biểu nào sau đây **không** đúng?

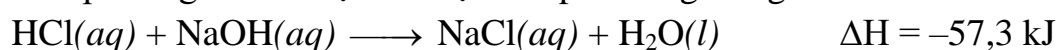
A. Các phản ứng phân hủy thường là phản ứng thu nhiệt.

B. Phản ứng càng tỏa ra nhiều nhiệt càng dễ tự xảy ra.

C. Phản ứng oxi hóa chất béo cung cấp nhiệt cho cơ thể.

D. Các phản ứng khi đun nóng đều dễ xảy ra hơn.

Câu 13: Cho phương trình nhiệt hóa học của phản ứng trung hòa sau:



Phát biểu nào sau đây **không** đúng?

- A. Cho 1 mol HCl tác dụng với NaOH dư tỏa nhiệt lượng là 57,3 kJ.
- B. Cho HCl dư tác dụng với 1 mol NaOH tỏa nhiệt lượng là 57,3 kJ.
- C. Cho 1 mol HCl tác dụng với 1 mol NaOH tỏa nhiệt lượng là 57,3 kJ.
- D. Cho 2 mol HCl tác dụng với NaOH dư tỏa nhiệt lượng là 57,3 kJ.

Câu 14: Cho phương trình nhiệt hóa học sau:



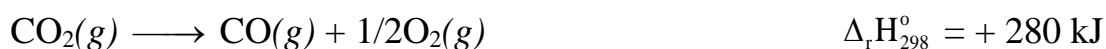
Phát biểu nào sau đây về sự trao đổi năng lượng của phản ứng trên là đúng?

- A. Phản ứng giải phóng nhiệt lượng 11,3 kJ khi 2 mol HI được tạo thành.
- B. Tổng nhiệt phá vỡ liên kết của chất phản ứng lớn hơn nhiệt tỏa ra khi tạo thành sản phẩm.
- C. Năng lượng chứa trong H_2 và I_2 cao hơn HI.
- D. Phản ứng xảy ra với tốc độ chậm.

Câu 15: Làm các thí nghiệm tương tự nhau: Cho 0,05 mol mỗi kim loại Mg, Zn, Fe vào ba bình đựng 100 mL dung dịch CuSO_4 0,5M. Nhiệt độ tăng lên cao nhất ở mỗi bình lần lượt là ΔT_1 , ΔT_2 , ΔT_3 . Sự sắp xếp nào sau đây là đúng?

- A. $\Delta T_1 < \Delta T_2 < \Delta T_3$.
- B. $\Delta T_3 < \Delta T_1 < \Delta T_2$.
- C. $\Delta T_2 < \Delta T_3 < \Delta T_1$.
- D. $\Delta T_3 < \Delta T_2 < \Delta T_1$.

Câu 16: Dựa vào phương trình nhiệt hóa học của phản ứng sau:



Giá trị $\Delta_r H_{298}^\circ$ của phản ứng: $2\text{CO}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}(g) + \text{O}_2(g)$ là

- A. +140 kJ.
- B. -1120 kJ.
- C. +560 kJ.
- D. -420 kJ.

Câu 17: Phản ứng chuyển hóa giữa hai dạng đơn chất của phosphorus (P):



Điều này chứng tỏ phản ứng

- A. thu nhiệt, P đỏ bền hơn P trắng.
- B. thu nhiệt, P trắng bền hơn P đỏ.
- C. tỏa nhiệt, P đỏ bền hơn P trắng.
- D. tỏa nhiệt, P trắng bền hơn P đỏ.

Câu 18: Phương trình hóa học nào dưới đây biểu thị enthalpy tạo thành chuẩn của $\text{CO}(g)$?

- A. $2\text{C}(\text{graphite}) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}(g)$.
- B. $\text{C}(\text{graphite}) + \text{O}(g) \longrightarrow \text{CO}(g)$.
- C. $\text{C}(\text{graphite}) + 1/2\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}(g)$.
- D. $\text{C}(\text{graphite}) + \text{CO}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}(g)$.

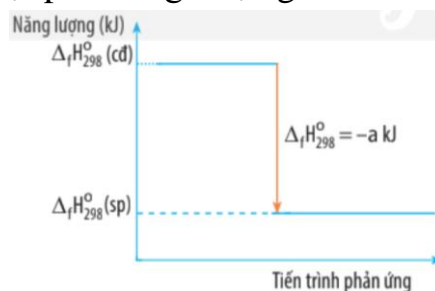
Câu 19: Phương trình nhiệt hóa học giữa nitrogen và oxygen như sau:



Kết luận nào sau đây đúng?

- A. Nitrogen và oxygen phản ứng mạnh hơn khi ở nhiệt độ thấp.
- B. Phản ứng tỏa nhiệt.
- C. Phản ứng xảy ra thuận lợi ở điều kiện thường.
- D. Phản ứng hóa học xảy ra có sự hấp thụ nhiệt năng từ môi trường.

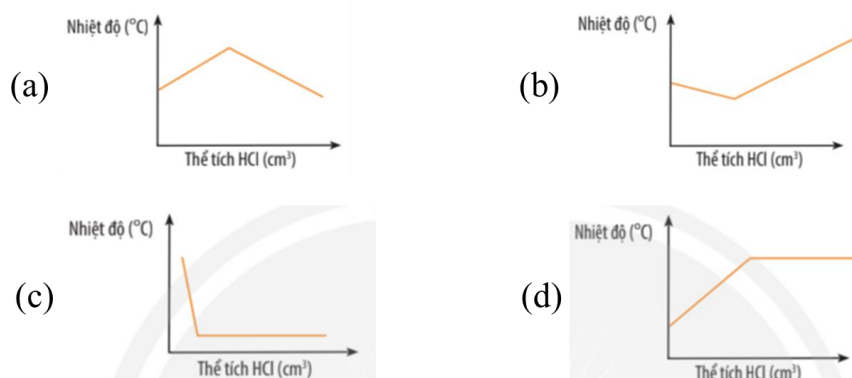
Câu 20: Biến thiên enthalpy của một phản ứng được ghi ở sơ đồ dưới:



Kết luận nào sau đây đúng?

- A.** Phản ứng tỏa nhiệt.
- B.** Năng lượng chất tham gia phản ứng nhỏ hơn năng lượng sản phẩm.
- C.** Biến thiên enthalpy của phản ứng là $a \text{ kJ/mol}$.
- D.** Phản ứng thu nhiệt.

Câu 21: Cho đồ thị thể hiện sự thay đổi nhiệt độ khi cho dung dịch hydrochloric acid được cho vào dung dịch sodium hydroxide tới dư ở hình dưới:



Đồ thị thể hiện đúng là

- A.** (a).
- B.** (b).
- C.** (c).
- D.** (d).

Câu 22: Cho phản ứng tổng quát: $aA + bB \longrightarrow mM + nN$. Cho các phương án tính $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng:

- (a) $\Delta_r H_{298}^0 = m \cdot \Delta_f H_{298}^0 (M) + n \cdot \Delta_f H_{298}^0 (N) - a \cdot \Delta_f H_{298}^0 (A) - b \cdot \Delta_f H_{298}^0 (B)$
- (b) $\Delta_r H_{298}^0 = a \cdot \Delta_f H_{298}^0 (A) + b \cdot \Delta_f H_{298}^0 (B) - m \cdot \Delta_f H_{298}^0 (M) - n \cdot \Delta_f H_{298}^0 (N)$
- (c) $\Delta_r H_{298}^0 = a \cdot E_b(A) + b \cdot E_b(B) - m \cdot E_b(M) - n \cdot E_b(N)$
- (d) $\Delta_r H_{298}^0 = m \cdot E_b(M) + n \cdot E_b(N) - a \cdot E_b(A) - b \cdot E_b(B)$

Số phương án tính $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng đúng là

- A.** 1.
- B.** 2.
- C.** 3.
- D.** 4.

Câu 23: Cho PTHH của phản ứng: $Zn(r) + CuSO_4(aq) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$ $\Delta H = -210 \text{ kJ}$

và các phát biểu sau:

- (1) Zn bị oxi hóa.
- (2) Phản ứng trên tỏa nhiệt.
- (3) Biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành 3,84 gam Cu là $+12,6 \text{ kJ}$.

(4) Trong quá trình phản ứng, nhiệt độ hỗn hợp tăng lên.

Số phát biểu đúng là

- A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

Câu 24: Cho các phát biểu sau:

- (a) Tất cả các phản ứng cháy đều tỏa nhiệt.
- (b) Phản ứng tỏa nhiệt là phản ứng giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt.
- (c) Tất cả các phản ứng mà chất tham gia có chứa nguyên tố oxygen đều tỏa nhiệt.
- (d) Phản ứng thu nhiệt là phản ứng hấp thụ năng lượng dưới dạng nhiệt.
- (e) Lượng nhiệt mà phản ứng hấp thụ hay giải phóng không phụ thuộc vào điều kiện thực hiện phản ứng và thể tồn tại của chất trong phản ứng.
- (g) Sự cháy của nhiên liệu (xăng, dầu, khí gas, than, gỗ,...) là những ví dụ về phản ứng thu nhiệt vì cần phải khơi mào.

Số phát biểu đúng là

- A. 2. B. 3. C. 4. D. 5.

Câu 25: Cho các phát biểu sau:

- (a) Trong phòng thí nghiệm, có thể nhận biết một phản ứng thu nhiệt hoặc tỏa nhiệt bằng cách đo nhiệt độ của phản ứng bằng một nhiệt kế.
- (b) Nhiệt độ của hệ phản ứng sẽ tăng lên nếu phản ứng thu nhiệt.
- (c) Nhiệt độ của hệ phản ứng sẽ tăng lên nếu phản ứng tỏa nhiệt.
- (d) Nhiệt độ của hệ phản ứng sẽ giảm đi nếu phản ứng tỏa nhiệt.
- (e) Nhiệt độ của hệ phản ứng sẽ giảm đi nếu phản ứng thu nhiệt.

Số phát biểu đúng là

- A. 5. B. 2. C. 3. D. 4.

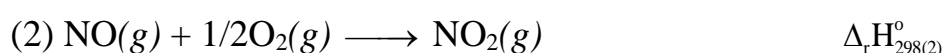
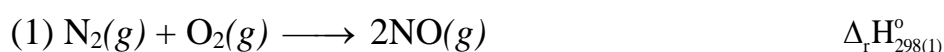
Câu 26: Cho các phát biểu sau:

- (a) Biến thiên enthalpy chuẩn của một phản ứng hóa học là lượng nhiệt kèm theo phản ứng đó ở áp suất 1 atm và 25 °C.
- (b) Nhiệt (tỏa ra hay thu vào) kèm theo một phản ứng được thực hiện ở 1 bar và 298 K là biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đó.
- (c) Một số phản ứng khi xảy ra làm môi trường xung quanh lạnh đi là do các phản ứng này thu nhiệt và lấy nhiệt từ môi trường.
- (d) Một số phản ứng khi xảy ra làm môi trường xung quanh nóng lên là phản ứng thu nhiệt.

Số phát biểu **không** đúng là

- A. 2. B. 3. C. 4. D. 1.

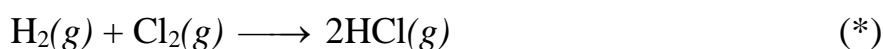
Câu 27: Cho hai phản ứng cùng xảy ra ở điều kiện chuẩn:



Cho các phát biểu sau:

- (a) Enthalpy tạo thành chuẩn của NO là $\frac{1}{2} \Delta_f H_{298(1)}^\circ$ kJ/mol.
- (b) Enthalpy tạo thành chuẩn của NO₂ là $\Delta_f H_{298(2)}^\circ$ kJ/mol.
- (c) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng giữa 1 mol N₂ với 1 mol O₂ tạo thành 2 mol NO là $\frac{1}{2} \Delta_f H_{298(1)}^\circ$ kJ.
- (d) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng giữa 1 mol khí NO với 0,5 mol khí O₂ tạo thành 1 mol khí NO₂ là $\Delta_f H_{298(2)}^\circ$ kJ.
- (e) Enthalpy tạo thành chuẩn của NO₂(g) là: $\frac{1}{2} \Delta_f H_{298(1)}^\circ + \Delta_f H_{298(2)}^\circ$ (kJ/mol).
- Số phát biểu **không** đúng là
- A. 5. **B. 2.** C. 3. D. 4.

Câu 28: Cho biết phản ứng tạo thành 2 mol HCl(g) ở điều kiện chuẩn sau đây tỏa ra 184,6 kJ:



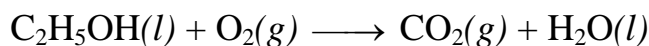
Cho các phát biểu sau:

- (a) Nhiệt tạo thành của HCl là -184,6 kJ/mol.
- (b) Biến thiên enthalpy phản ứng (*) là -184,6 kJ.
- (c) Nhiệt tạo thành của HCl là -92,3 kJ/mol.
- (d) Biến thiên enthalpy của phản ứng (*) là -92,3 kJ.

Số phát biểu đúng là

- A. 1. **B. 2.** C. 3. D. 4.

Câu 29: Phản ứng của 1 mol ethanol lỏng với oxygen xảy ra theo phương trình:



Cho các phát biểu sau:

- (a) Đây là phản ứng tỏa nhiệt vì nó tạo ra khí CO₂ và nước lỏng.
- (b) Đây là phản ứng oxi hóa – khử với tổng hệ số cân bằng trong phương trình hóa học là 9.
- (c) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng sẽ thay đổi nếu nước được tạo ra ở thể khí.
- (d) Sản phẩm của phản ứng chiếm một thể tích lớn hơn so với chất phản ứng.

Số phát biểu đúng là

- A. 1. **B. 2.** C. 3. D. 4.

Câu 30: Sulfur dioxide là một chất có nhiều ứng dụng trong công nghiệp (dùng để sản xuất sulfuric acid, tẩy trắng bột giấy trong công nghiệp giấy, tẩy trắng dung dịch đường trong sản xuất đường tinh luyện,...) và giúp ngăn cản sự phát triển của một số loại vi khuẩn và nấm gây hư hại cho thực phẩm. Ở áp suất 1 bar và nhiệt độ 25 °C, phản ứng giữa 1 mol sulfur với oxygen xảy ra theo phương trình “S(s) + O₂(g) → SO₂(g)” và tỏa một lượng nhiệt là 296,9 kJ.

Cho các phát biểu sau:

- (a) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng là 296,9 kJ.

- (b) Enthalpy tạo thành chuẩn của sulfur dioxide bằng $-296,9 \text{ kJ/mol}$.
- (c) Sulfur dioxide vừa có thể là chất khử vừa có thể là chất oxi hóa, tùy thuộc vào phản ứng mà nó tham gia.
- (d) $0,5 \text{ mol}$ sulfur tác dụng hết với oxygen giải phóng $148,45 \text{ kJ}$ năng lượng dưới dạng nhiệt.
- (e) 32 gam sulfur cháy hoàn toàn tỏa ra một lượng nhiệt là $2,969.10^5 \text{ J}$.
- Số phát biểu đúng là
- A. 5. B. 2. C. 3. D. 4.

3.4. Đáp án phần trắc nghiệm

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	C	C	B	B	A	D	D	A	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	D	D	B	D	C	A	C	D	A
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	B	C	B	B	A	B	B	B	D

Câu 22: Số phương án đúng: (a) và (c).

Câu 23: Số phát biểu đúng: (1), (2) và (4).

Câu 24: Phát biểu đúng: (a), (b) và (d).

Câu 25: Phát biểu đúng: (b) và (d).

Câu 26: Phát biểu **không** đúng: (a) và (d).

Câu 27: Phát biểu **không** đúng: (b) và (c).

Câu 28: Phát biểu đúng: (c) và (d).

Câu 29: Số phát biểu đúng: (a) và (b).

Câu 30: Số phát biểu đúng: (b), (c), (d) và (e).

B. PHẦN BÀI TẬP

I. DẠNG 1: XÁC ĐỊNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG DỰA VÀO ENTHALPY TẠO THÀNH

1.1. Phương pháp – Công thức vận dụng

a) Enthalpy tạo thành (nhiệt tạo thành)

- *Enthalpy tạo thành (nhiệt tạo thành, $\Delta_f H$)* của một chất là biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành 1 mol chất đó từ các đơn chất ở dạng bền vững nhất, ở một điều kiện xác định.

- *Enthalpy tạo thành chuẩn* (nhiệt tạo thành chuẩn, $\Delta_f H_{298}^0$) là enthalpy tạo thành ở điều kiện chuẩn. Ví dụ:



- Enthalpy tạo thành chuẩn của các đơn chất bằng 0. Ví dụ:

$$\Delta_f H_{298}^0 (\text{O}_2, \text{g}) = 0; \Delta_f H_{298}^0 (\text{S}, \text{s}) = 0; \dots$$

b) Tính biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào enthalpy tạo thành

Cho phương trình hóa học tổng quát:



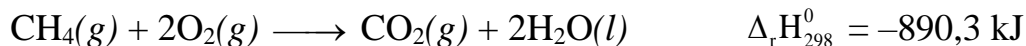
Có thể tính biến thiên enthalpy chuẩn của một phản ứng hóa học ($\Delta_r H_{298}^0$) khi biết các giá trị $\Delta_f H_{298}^0$ của tất cả các chất đầu và sản phẩm theo công thức sau:

$$\Delta_r H_{298}^0 = m. \Delta_f H_{298}^0 (M) + n. \Delta_f H_{298}^0 (N) - a. \Delta_f H_{298}^0 (A) - b. \Delta_f H_{298}^0 (B)$$

$$\text{Tổng quát: } \Delta_r H_{298}^0 = \sum \Delta_f H_{298}^0 (\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^0 (\text{cd})$$

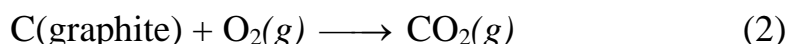
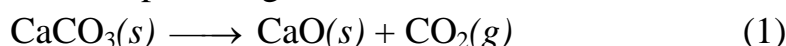
1.2. Bài tập vận dụng

Câu 1: Methane là thành phần chính của khí thiên nhiên. Xét phản ứng đốt cháy methane:



Biết nhiệt tạo thành chuẩn của $\text{CO}_2(g)$ và $\text{H}_2\text{O}(l)$ tương ứng là $-393,5$ và $-285,8$ kJ/mol. Hãy tính nhiệt tạo thành chuẩn của khí methane.

Câu 2: Cho các phản ứng sau:



Tính biến thiên enthalpy của các phản ứng trên. Biết nhiệt sinh (kJ/mol) của CaCO_3 , CaO và CO_2 lần lượt là -1207 , -635 và $-393,5$.

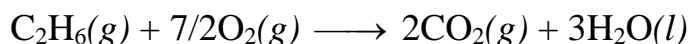
Câu 3: Quá trình hòa tan calcium chloride trong nước:



Chất	CaCl_2	Ca^{2+}	Cl^{-}
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	$-795,0$	$-542,83$	$-167,16$

Tính biến thiên enthalpy của quá trình.

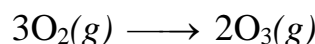
Câu 4: Từ số liệu bảng phụ lục 2, hãy xác định biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy ethane:



Câu 5: Cho phương trình hóa học của phản ứng: $\text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng theo nhiệt tạo thành chuẩn của các chất (Số liệu bảng phụ lục 2).

Câu 6: Tiến hành ozone hóa 100 gam oxygen theo phản ứng sau:



Hỗn hợp thu được có chứa 24% ozone về khối lượng, tiêu tốn 71,2 kJ. Nhiệt tạo thành $\Delta_f H_{298}^0$ của ozone (kJ/mol) có giá trị là

A. 142,4. **B.** 284,8. **C.** $-142,4$. **D.** $-284,8$.

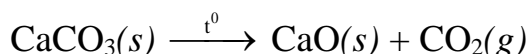
Câu 7: Cho biến thiên enthalpy của phản ứng sau ở điều kiện chuẩn:



Biết nhiệt tạo thành chuẩn của CO_2 : $\Delta_f H_{298}^0 [\text{CO}_2(g)] = -393,5$ kJ/mol. Nhiệt tạo thành chuẩn của CO là

A. $-110,5$ kJ. **B.** $+110,5$ kJ. **C.** $-141,5$ kJ. **D.** $-221,0$ kJ.

Câu 8: Thành phần chính của đa số các loại đá dùng trong xây dựng là CaCO_3 , chúng vừa có tác dụng chịu nhiệt, vừa chịu được lực. Dựa vào bảng phụ lục 2, tính $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng:



Phản ứng có xảy ra thuận lợi ở điều kiện thường hay không?

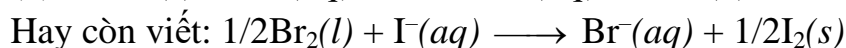
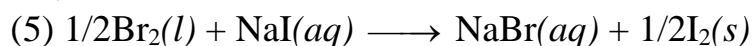
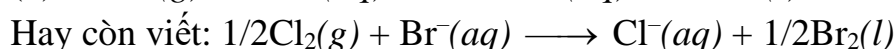
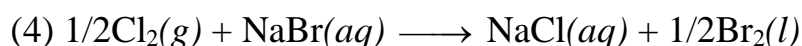
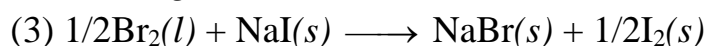
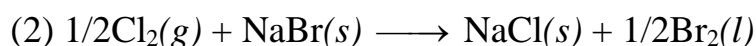
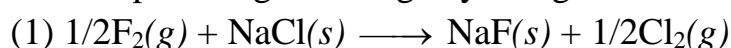
Câu 9: Dựa vào enthalpy tạo thành ở bảng phụ lục 2, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng nhiệt nhôm: $2\text{Al}(s) + \text{Fe}_2\text{O}_3(s) \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe}(s) + \text{Al}_2\text{O}_3(s)$

Từ kết quả tính được ở trên, hãy rút ra ý nghĩa của dấu và giá trị $\Delta_r H_{298}^0$ đối với phản ứng.

Câu 10: Tính nhiệt tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 12 kg khí methane (CH_4), biết nhiệt tạo thành của các chất như sau:

Chất	$\text{CH}_4(g)$	$\text{CO}_2(g)$	$\text{H}_2\text{O}(l)$
$\Delta_f H$ (kJ/mol)	-75	-392	-286

Câu 11: Xét các phản ứng thế trong dãy halogen ở điều kiện chuẩn:



a) Từ các giá trị của enthalpy hình thành chuẩn, hãy tính biến thiên enthalpy chuẩn của các phản ứng thế trên.

Chất/ion	$\text{NaF}(s)$	$\text{NaI}(s)$	$\text{Cl}^-(aq)$	$\text{Br}^-(aq)$	$\text{I}^-(aq)$
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	-574,0	-287,8	-167,2	-121,6	-55,2

b) Nhận xét sự thuận lợi về phương diện nhiệt của các phản ứng thế trong dãy halogen. Kết quả này có phù hợp với quy luật biến đổi tính phi kim của dãy halogen trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học không?

Câu 12: Cho 3 hydrocarbon X, Y, Z đều có 2 nguyên tử C trong phân tử. Số nguyên tử H trong các phân tử tăng dần theo thứ tự X, Y, Z.

a) Viết công thức cấu tạo của X, Y, Z.

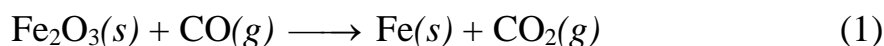
b) Viết phương trình đốt cháy hoàn toàn X, Y, Z với hệ số nguyên tối giản.

c) Tính biến thiên enthalpy của mỗi phản ứng dựa vào enthalpy tạo thành chuẩn trong bảng sau:

Chất	$\text{X}(g)$	$\text{Y}(g)$	$\text{Z}(g)$	$\text{CO}_2(g)$	$\text{H}_2\text{O}(g)$
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	+227,0	+52,47	-84,67	-393,5	-241,82

d) Từ kết quả tính toán đưa ra kết luận về ứng dụng của phản ứng đốt cháy X, Y, Z trong thực tiễn.

Câu 13: Phản ứng luyện gang trong lò cao có phương trình như sau:



a) Cân bằng phương trình hóa học của phản ứng (1) và tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng với các hệ số cân bằng tương ứng.

b) Từ 1 mol Fe_2O_3 và 1 mol CO , giả sử chỉ xảy ra phản ứng (1) với hiệu suất 100% thì giải phóng một lượng nhiệt là bao nhiêu? (Các số liệu cần thiết tra bảng phụ lục 2).

Câu 14: Ở điều kiện chuẩn, 2 mol aluminium (Al) tác dụng vừa đủ với khí chlorine tạo muối aluminium chloride và giải phóng một lượng nhiệt 1390,81 kJ.

a) Viết và cân bằng phương trình hóa học của phản ứng. Đây có phải phản ứng oxi hóa – khử không? Vì sao?

b) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng là bao nhiêu? Phản ứng trên thu nhiệt hay tỏa nhiệt?

c) Tính lượng nhiệt được giải phóng khi 10 gam AlCl_3 được tạo thành.

d) Nếu muốn tạo ra được 1,0 kJ nhiệt lượng cần bao nhiêu gam Al phản ứng?

Câu 15: Kim loại aluminium (Al) có thể khử được oxide của nhiều nguyên tố. Dựa vào nhiệt tạo thành chuẩn của các chất (Bảng phụ lục 2), tính biến thiên enthalpy của phản ứng Al khử 1 mol mỗi oxide sau:

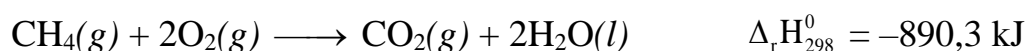
a) $\text{Fe}_3\text{O}_4(s)$;

b) $\text{Cr}_2\text{O}_3(s)$.

Câu 16: Dựa vào bảng phụ lục 2, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy hoàn toàn 1 mol benzene [$\text{C}_6\text{H}_6(l)$] trong khí oxygen, tạo thành $\text{CO}_2(g)$ và $\text{H}_2\text{O}(l)$. So sánh lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 gam propane [$\text{C}_3\text{H}_8(g)$] với lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 gam benzene [$\text{C}_6\text{H}_6(l)$].

1.3. Đáp án – Hướng dẫn giải

Câu 1: Methane là thành phần chính của khí thiên nhiên. Xét phản ứng đốt cháy methane:



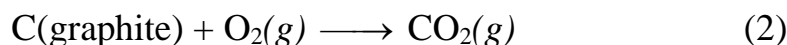
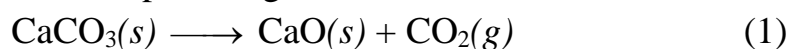
Biết nhiệt tạo thành chuẩn của $\text{CO}_2(g)$ và $\text{H}_2\text{O}(l)$ tương ứng là $-393,5$ và $-285,8$ kJ/mol. Hãy tính nhiệt tạo thành chuẩn của khí methane.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CH}_4)$$

$$\Delta_f H_{298}^0(\text{CH}_4) = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_r H_{298}^0 = -74,8 \text{ kJ/mol}$$

Câu 2: Cho các phản ứng sau:



Tính biến thiên enthalpy của các phản ứng trên. Biết nhiệt sinh (kJ/mol) của CaCO_3 , CaO và CO_2 lần lượt là -1207 , -635 và $-393,5$.

Giải:

$$(1) \Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + \Delta_f H_{298}^0(\text{CaO}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CaCO}_3) = +178,5 \text{ kJ/mol}$$

$$(2) \Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

Câu 3: Quá trình hòa tan calcium chloride trong nước:



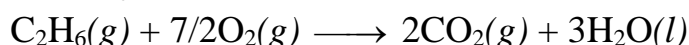
Chất	CaCl_2	Ca^{2+}	Cl^-
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	-795,0	-542,83	-167,16

Tính biến thiên enthalpy của quá trình.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{Cl}^-) + \Delta_f H_{298}^0(\text{Ca}^{2+}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CaCl}_2) = -82,15 \text{ kJ}$$

Câu 4: Từ số liệu bảng phụ lục 2, hãy xác định biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy ethane:



Giải:

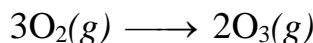
$$\Delta_r H_{298}^0 = 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 3.\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_6) = -1427,79 \text{ kJ}$$

Câu 5: Cho phương trình hóa học của phản ứng: $\text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$
Tính biến thiên enthalpy của phản ứng theo nhiệt tạo thành chuẩn của các chất (Số liệu bảng phụ lục 2).

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - [\Delta_f H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_4) + \Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O})] = -44,26 \text{ kJ}$$

Câu 6: Tiến hành ozone hóa 100 gam oxygen theo phản ứng sau:



Hỗn hợp thu được có chứa 24% ozone về khối lượng, tiêu tốn 71,2 kJ. Nhiệt tạo thành $\Delta_f H_{298}^0$ của ozone (kJ/mol) có giá trị là

A. 142,4. **B.** 284,8. **C.** -142,4. **D.** -284,8.

Giải:

$$\xrightarrow{\text{BTKL}} m_{\text{hh}} = 100 \text{ gam} \Rightarrow m_{\text{O}_3} = 24 \text{ gam} \longrightarrow n_{\text{O}_3} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 = 71,2.2/5 = 284,8 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H_{298}^0 = 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{O}_3) - 3.\Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2) \longrightarrow \Delta_f H_{298}^0(\text{O}_3) = [284,8 - 3.0]/2 = 142,4 \text{ kJ/mol}$$

Câu 7: Cho biến thiên enthalpy của phản ứng sau ở điều kiện chuẩn:



Biết nhiệt tạo thành chuẩn của CO_2 : $\Delta_f H_{298}^0[\text{CO}_2(g)] = -393,5 \text{ kJ/mol}$. Nhiệt tạo thành chuẩn của CO là

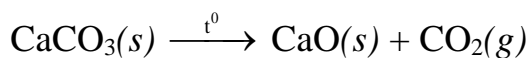
A. -110,5 kJ. **B.** +110,5 kJ. **C.** -141,5 kJ. **D.** -221,0 kJ.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CO})$$

$$\longrightarrow \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}) = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) - \Delta_r H_{298}^0 = -393,5 - (-283,0) = -110,5 \text{ kJ/mol}$$

Câu 8: Thành phần chính của đa số các loại đá dùng trong xây dựng là CaCO_3 , chúng vừa có tác dụng chịu nhiệt, vừa chịu được lực. Dựa vào bảng phụ lục 2, tính $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng:



Phản ứng có xảy ra thuận lợi ở điều kiện thường hay không?

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + \Delta_f H_{298}^0(\text{CaO}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CaCO}_3) = +178,5 \text{ kJ/mol}$$

$\Delta_r H_{298}^0 > 0$, phản ứng thu nhiệt \longrightarrow phản ứng xảy ra không thuận lợi.

Câu 9: Dựa vào enthalpy tạo thành ở bảng phụ lục 2, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng nhiệt nhôm: $2\text{Al}(s) + \text{Fe}_2\text{O}_3(s) \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe}(s) + \text{Al}_2\text{O}_3(s)$

Từ kết quả tính được ở trên, hãy rút ra ý nghĩa của dấu và giá trị $\Delta_r H_{298}^0$ đối với phản ứng.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{Al}_2\text{O}_3) - \Delta_f H_{298}^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) = -1675,7 - (-824,2) = -851,5 \text{ kJ}$$

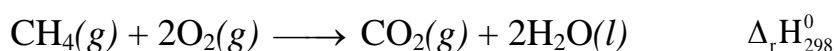
$\Delta_r H_{298}^0 < 0$, phản ứng tỏa nhiệt.

Câu 10: Tính nhiệt tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 12 kg khí methane (CH_4), biết nhiệt tạo thành của các chất như sau:

Chất	$\text{CH}_4(g)$	$\text{CO}_2(g)$	$\text{H}_2\text{O}(l)$
$\Delta_f H$ (kJ/mol)	-75	-392	-286

Giải:

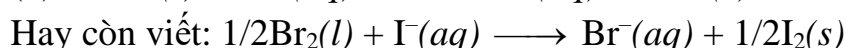
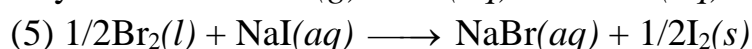
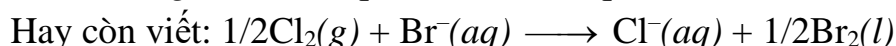
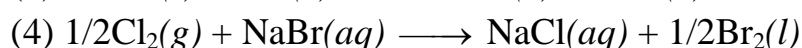
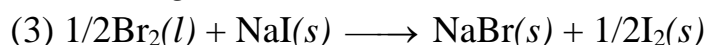
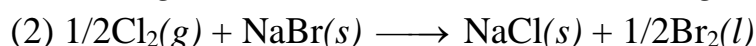
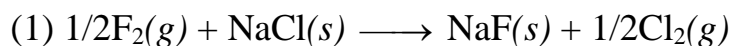
$$n_{\text{CH}_4} = 750 \text{ mol}$$



$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CH}_4) = -889 \text{ kJ}$$

\longrightarrow Nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 12 kg CH_4 : $889.750 = 666750 \text{ kJ}$

Câu 11: Xét các phản ứng thế trong dãy halogen ở điều kiện chuẩn:



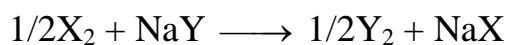
a) Từ các giá trị của enthalpy hình thành chuẩn, hãy tính biến thiên enthalpy chuẩn của các phản ứng thế trên.

Chất/ion	$\text{NaF}(s)$	$\text{NaI}(s)$	$\text{Cl}^-(aq)$	$\text{Br}^-(aq)$	$\text{I}^-(aq)$
----------	-----------------	-----------------	-------------------	-------------------	------------------

$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	-574,0	-287,8	-167,2	-121,6	-55,2
-------------------------------	--------	--------	--------	--------	-------

b) Nhận xét sự thuận lợi về phương diện nhiệt của các phản ứng thế trong dãy halogen. Kết quả này có phù hợp với quy luật biến đổi tính phi kim của dãy halogen trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học không?

Giải:



$$\longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 = 1/2 \cdot \Delta_f H_{298}^0(Y_2) + \Delta_f H_{298}^0(NaX) - [1/2 \cdot \Delta_f H_{298}^0(X_2) + \Delta_f H_{298}^0(NaY)]$$

a) $\Delta_f H_{298}^0(1) = -162,8 \text{ kJ}$; $\Delta_f H_{298}^0(2) = -50,1 \text{ kJ}$; $\Delta_f H_{298}^0(3) = -73,3 \text{ kJ}$

$\Delta_f H_{298}^0(4) = -45,6 \text{ kJ}$; $\Delta_f H_{298}^0(5) = -66,4 \text{ kJ}$

b) Có phù hợp. Các giá trị biến thiên enthalpy chuẩn đều âm thể hiện quá trình diễn ra thuận lợi về phương diện nhiệt; quy luật tính oxi hóa của X: halogen có tính oxi hóa mạnh đẩy được halogen có tính oxi hóa yếu hơn ra khỏi muối của nó.

Câu 12: Cho 3 hydrocarbon X, Y, Z đều có 2 nguyên tử C trong phân tử. Số nguyên tử H trong các phân tử tăng dần theo thứ tự X, Y, Z.

a) Viết công thức cấu tạo của X, Y, Z.

b) Viết phương trình đốt cháy hoàn toàn X, Y, Z với hệ số nguyên tối giản.

c) Tính biến thiên enthalpy của mỗi phản ứng dựa vào enthalpy tạo thành chuẩn trong bảng sau:

Chất	X(g)	Y(g)	Z(g)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	+227,0	+52,47	-84,67	-393,5	-241,82

d) Từ kết quả tính toán đưa ra kết luận về ứng dụng của phản ứng đốt cháy X, Y, Z trong thực tiễn.

Giải:

a) X: C₂H₂ (CH≡CH); Y: C₂H₄ (CH₂=CH₂); Z: C₂H₆ (CH₃ - CH₃)



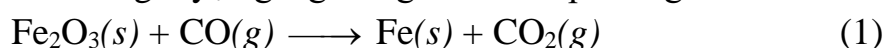
c) $\Delta_r H_{298}^0(1) = 4 \cdot \Delta_f H_{298}^0(CO_2) + 2 \cdot \Delta_f H_{298}^0(H_2O) - 2 \cdot \Delta_f H_{298}^0(C_2H_2) = -2511,64 \text{ kJ}$

$\Delta_r H_{298}^0(2) = 2 \cdot \Delta_f H_{298}^0(CO_2) + 2 \cdot \Delta_f H_{298}^0(H_2O) - \Delta_f H_{298}^0(C_2H_4) = -1323,11 \text{ kJ}$

$\Delta_r H_{298}^0(3) = 4 \cdot \Delta_f H_{298}^0(CO_2) + 6 \cdot \Delta_f H_{298}^0(H_2O) - 2 \cdot \Delta_f H_{298}^0(C_2H_6) = -2855,58 \text{ kJ}$

d) Kết quả tính toán $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng đốt cháy C₂H₂; C₂H₄ và C₂H₆ giá trị lớn và < 0 (giải phóng năng lượng lớn) nên trong thực tiễn được sử dụng làm nhiên liệu. Riêng C₂H₂ trong thực tiễn làm đèn xì acetylene vì đèn xì acetylene có nhiệt độ cao nhất.

Câu 13: Phản ứng luyện gang trong lò cao có phương trình như sau:



- Giải:**
- a) $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3\text{CO}(g) \longrightarrow 2\text{Fe}(s) + 3\text{CO}_2(g)$
 $\Delta_r H_{298}^0 = 3.\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) - [\Delta_f H_{298}^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) + \Delta_f H_{298}^0(\text{CO})] = -24,8 \text{ kJ}$
- b) Fe_2O_3 dư, tính theo số mol CO. Lượng nhiệt giải phóng là: $24,8/3 = 8,267 \text{ kJ}$.

a) $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3\text{CO}(g) \longrightarrow 2\text{Fe}(s) + 3\text{CO}_2(g)$

$$\Delta_r H_{298}^0 = 3 \cdot \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) - [\Delta_f H_{298}^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) + \Delta_f H_{298}^0(\text{CO})] = -24,8 \text{ kJ}$$

b) Fe_2O_3 dư, tính theo số mol CO. Lượng nhiệt giải phóng là: $24,8/3 = 8,267 \text{ kJ}$.

a) Viết và cân bằng phương trình hóa học của phản ứng. Đây có phải phản ứng oxi hóa – khử không? Vì sao?

b) Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng là bao nhiêu? Phản ứng trên thu nhiệt hay tỏa nhiệt?

c) Tính lượng nhiệt được giải phóng khi 10 gam AlCl_3 được tạo thành.

d) Nếu muốn tạo ra được 1,0 kJ nhiệt lượng cần bao nhiêu gam Al phản ứng?

a) $2\text{Al}(s) + 3\text{Cl}_2(g) \longrightarrow 2\text{AlCl}_3(s)$; đây là phản ứng oxi hóa – khử vì có sự thay đổi số oxi hóa của các nguyên tố trong phản ứng.

b) $\Delta_r H_{298}^0 = 2.\Delta_f H_{298}^0(\text{AlCl}_3) = -1390,81 \text{ kJ}$; phản ứng thu tỏa nhiệt.

c) $n_{\text{AlCl}_3} \approx 0,075 \text{ mol}$; lượng nhiệt được giải phóng là: $(1390,81.0,075)/2 \approx 52,15 \text{ kJ}$

d) Khối lượng Al phản ứng tạo ra 1,0 kJ nhiệt lượng là: $[(1.2)/1390,81].27 = 0,0388$ gam.

Câu 15: Kim loại aluminium (Al) có thể khử được oxide của nhiều nguyên tố. Dựa vào nhiệt tạo thành chuẩn của các chất (Bảng phụ lục 2), tính biến thiên enthalpy của phản ứng Al khử 1 mol mỗi oxide sau:

- a) $\text{Fe}_3\text{O}_4(s)$; b) $\text{Cr}_2\text{O}_3(s)$.

$$\text{a) } 8\text{Al}(s) + 3\text{Fe}_3\text{O}_4(s) \longrightarrow 9\text{Fe}(s) + 4\text{Al}_2\text{O}_3(s)$$

$$\Delta_r H_{298}^0 = 4 \cdot \Delta_f H_{298}^0(\text{Al}_2\text{O}_3) - 3 \cdot \Delta_f H_{298}^0(\text{Fe}_3\text{O}_4) = -3341,00 \text{ kJ}$$

Biến thiên enthalpy của phản ứng Al khử 1 mol Fe_3O_4 là: $(-3341/3) = -1113,67$ kJ

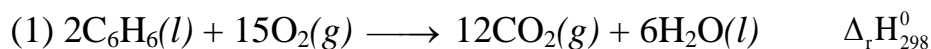
$$\text{b) } 2\text{Al}(s) + \text{Cr}_2\text{O}_3(s) \longrightarrow 2\text{Cr}(s) + \text{Al}_2\text{O}_3(s)$$

$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{Al}_2\text{O}_3) - \Delta_f H_{298}^0(\text{Cr}_2\text{O}_3) = -547,4 \text{ kJ}$$

Biến thiên enthalpy của phản ứng Al khử 1 mol Cr_2O_3 là: $(-547,4/1) = -547,4 \text{ kJ}$

Câu 16: Dựa vào bảng phụ lục 2, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy hoàn toàn 1 mol benzene [$C_6H_6(l)$] trong khí oxygen, tạo thành $CO_2(g)$ và $H_2O(l)$. So sánh lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 gam propane [$C_3H_8(g)$] với lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 gam benzene [$C_6H_6(l)$].

Giải:



$$\Delta_r H_{298}^0(C_6H_6) = 12.\Delta_f H_{298}^0(CO_2) + 6.\Delta_f H_{298}^0(H_2O) - 2.\Delta_f H_{298}^0(C_6H_6) = -6535,04 \text{ kJ}$$



$$\Delta_r H_{298}^0(C_3H_8) = 3.\Delta_f H_{298}^0(CO_2) + 4.\Delta_f H_{298}^0(H_2O) - \Delta_f H_{298}^0(C_3H_8) = -2218,86 \text{ kJ}$$

- Lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 gam [$C_3H_8(g)$]: $(1/44).2218,86 = 50,43 \text{ kJ}$

- Lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 gam [$C_6H_6(l)$]: $(1/78).6535,04 = 83,78 \text{ kJ}$

II. DẠNG 2: XÁC ĐỊNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG DỰA VÀO NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT

2.1. Phương pháp – Công thức vận dụng

Cho phản ứng tổng quát ở điều kiện chuẩn:



* Xác định công thức cấu tạo (loại liên kết) của các chất phản ứng và sản phẩm tạo thành.

* Tính $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng khi biết các giá trị năng lượng liên kết (E_b) theo công thức:

$$\Delta_r H_{298}^0 = a.E_b(A) + b.E_b(B) - m.E_b(M) - n.E_b(N)$$

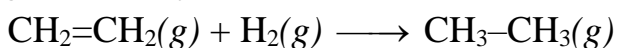
$$\text{Tổng quát: } \Delta_r H_{298}^0 = \sum E_b(\text{cd}) - \sum E_b(\text{sp})$$

2.2. Bài tập vận dụng

Câu 1: Cho phản ứng sau: $CH \equiv CH(g) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_3-CH_3$

Năng lượng liên kết (kJ/mol) của H–H là 436, của C–C là 347, của C–H là 414 và của $C \equiv C$ là 839. Tính nhiệt (ΔH) của phản ứng và cho biết phản ứng thu nhiệt hay tỏa nhiệt.

Câu 2: Cho phản ứng hydrogen hóa ethylene sau:



Biết năng lượng liên kết trong các chất cho trong bảng sau:

Liên kết	Phân tử	E_b (kJ/mol)	Liên kết	Phân tử	E_b (kJ/mol)
C=C	C_2H_4	612	C–C	C_2H_6	346
C–H	C_2H_4	418	C–H	C_2H_6	418
H–H	H_2	436			

Biến thiên enthalpy (kJ/mol) của phản ứng có giá trị là

A. 134.

B. -134.

C. 478.

D. 284.

Câu 3: Cho phản ứng đốt cháy butane sau:



Bảng năng lượng liên kết trong các hợp chất cho trong bảng sau:

Liên kết	Phân tử	E _b (kJ/mol)	Liên kết	Phân tử	E _b (kJ/mol)
C–C	C ₄ H ₁₀	346	C=O	CO ₂	799
C–H	C ₄ H ₁₀	418	O–H	H ₂ O	467
O=O	O ₂	495			

Xác định biến thiên enthalpy của ($\Delta_f H_{298}^\circ$) của phản ứng (1).

Câu 4: Phản ứng tổng hợp ammonia (NH₃): $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92$ kJ.

Biết năng lượng liên kết (kJ/mol) của N≡N và H–H lần lượt là 946 và 436. Năng lượng liên kết của N–H trong ammonia là

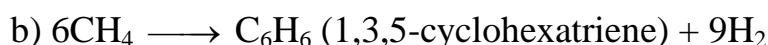
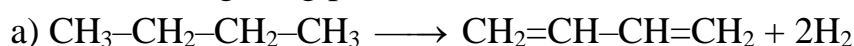
A. 391 kJ/mol.

B. 361 kJ/mol.

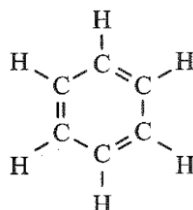
C. 245 kJ/mol.

D. 490 kJ/mol.

Câu 5: Trong ngành công nghệ lọc hóa dầu, các alkane thường được loại bỏ hydrogen trong các phản ứng dehydro hóa để tạo ra những sản phẩm hydrocarbon không no có nhiều ứng dụng trong công nghiệp. Hãy tính biến thiên enthalpy chuẩn của các phản ứng sau dựa vào năng lượng liên kết. (Giá trị một số năng lượng liên kết được cho trong bảng phụ lục 2).

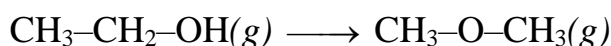


Cho biết công thức cấu tạo của 1,3,5-cyclohexatriene như sau:



Các phản ứng trên có thuận lợi về phương diện nhiệt hay không? Phản ứng theo chiều ngược lại có biến thiên enthalpy bằng bao nhiêu?

Câu 6: Bằng cách tính biến thiên enthalpy chuẩn của quá trình dựa vào năng lượng liên kết (số liệu bảng phụ lục 1), hãy chỉ ra ở điều kiện chuẩn, CH₃–CH₂–OH hay CH₃–O–CH₃ bền hơn.



Câu 7: Cho giá trị trung bình của các năng lượng liên kết ở điều kiện chuẩn:

Liên kết	C–H	C–C	C=C
E _b (kJ/mol)	418	346	612

Biến thiên enthalpy của phản ứng: $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \longrightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ có giá trị là

A. +103 kJ.

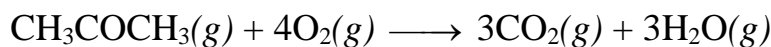
B. -103 kJ.

C. +80 kJ.

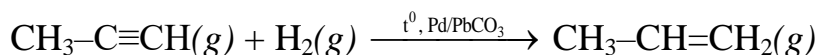
D. -80 kJ.

Câu 8: Biết CH_3COCH_3 có công thức cấu tạo: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$. Từ số liệu năng lượng liên

kết ở bảng phụ lục 1, hãy xác định biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy acetone (CH_3COCH_3):



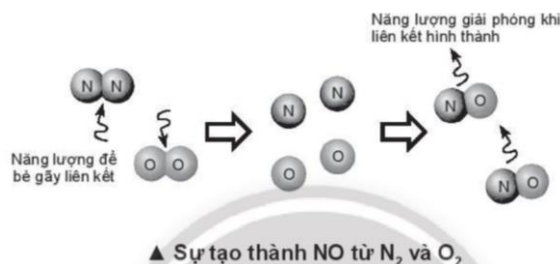
Câu 9: Propene là nguyên liệu cho sản xuất nhựa polypropylene (PP). PP được sử dụng để sản xuất các sản phẩm ống, màng, dây cách điện, kéo sợi, đồ gia dụng và các sản phẩm tạo hình khác. Phản ứng tạo thành propene từ propyne:



a) Hãy xác định số liên kết C-H; C-C; $\text{C}\equiv\text{C}$ trong hợp chất $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ (propyne).

b) Từ năng lượng của các liên kết (Bảng phụ lục 1), hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành propene trên.

Câu 10: Tính nhiệt tạo thành chuẩn của HF và NO dựa vào năng lượng liên kết (Bảng phụ lục 1). Giải thích sự khác nhau về nhiệt tạo thành của HF và NO.



Câu 11: Chloromethane (CH_3Cl), còn được gọi là methyl chloride, Refrigerant-40 hoặc HCC 40. CH_3Cl từng được sử dụng rộng rãi như một chất làm lạnh. Hợp chất khí này rất dễ cháy, có thể không mùi hoặc mùi thơm nhẹ. Từ năng lượng của các liên kết (Bảng phụ lục 1), hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành chloromethane: $\text{CH}_4(g) + \text{Cl}_2(g) \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl}(g) + \text{HCl}(g)$

Cho biết phản ứng dễ dàng xảy ra dưới ánh sáng mặt trời. Kết quả tính có mâu thuẫn với khả năng dễ xảy ra của phản ứng không?

Câu 12: Cho phản ứng phân hủy hydrazine: $\text{N}_2\text{H}_4(g) \longrightarrow \text{N}_2(g) + 2\text{H}_2(g)$

a) Tính $\Delta_r H_{298}^\circ$ theo năng lượng liên kết của phản ứng trên (giá trị năng lượng liên kết cho ở bảng phụ lục 1).

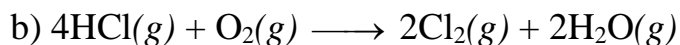
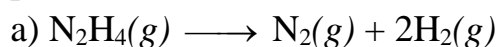
b) Hydrazine (N_2H_4) là chất lỏng ở điều kiện thường (sôi ở 114°C , khối lượng riêng $1,021 \text{ g/cm}^3$). Hãy đề xuất lí do N_2H_4 được sử dụng làm nhiên liệu trong động cơ tên lửa.

Câu 13: Cho biết năng lượng liên kết trong các phân tử O_2 , N_2 và NO lần lượt là 494 kJ/mol, 945 kJ/mol và 607 kJ/mol.

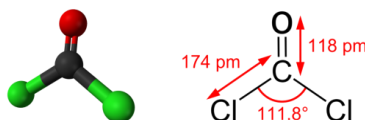
a) Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng: $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{NO}(g)$.

b) Giải thích vì sao nitrogen chỉ phản ứng với oxygen ở nhiệt độ cao hoặc khi có tia lửa điện.

Câu 14: Tính $\Delta_r H_{298}^0$ của các phản ứng sau dựa theo năng lượng liên kết (Số liệu từ bảng phụ lục 1):

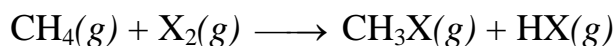


Câu 15: Phosgene là chất khí không màu, mùi cỏ mục, dễ hóa lỏng; khối lượng riêng $1,420 \text{ g/cm}^3$ (ở 0°C); $t_s = 8,2^\circ\text{C}$. Phosgene ít tan trong nước; dễ tan trong các dung môi hữu cơ, bị thủy phân chậm bằng hơi nước; không cháy; là sản phẩm công nghiệp quan trọng; dùng trong tổng hợp hữu cơ để sản xuất sản phẩm nhuộm, chất diệt cỏ, polyurethane,... Phosgene là một chất độc. Ở nồng độ $0,005 \text{ mg/L}$ đã nguy hiểm đối với người; trong khoảng $0,1 - 0,3 \text{ mg/L}$, gây tử vong sau 15 phút.



Phosgene được điều chế bằng cách cho hỗn hợp CO và Cl_2 đi qua than hoạt tính. Dựa vào năng lượng liên kết (Bảng phụ lục 1), hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành phosgene từ CO và Cl_2 .

Câu 16: Tính $\Delta_r H_{298}^0$ cho phản ứng sau dựa vào năng lượng liên kết:



Với $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$. Liên hệ giữa mức độ phản ứng (dựa theo $\Delta_r H_{298}^0$) với tính phi kim ($\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$). Tra các giá trị năng lượng liên kết ở bảng phụ lục 1.

2.3. Đáp án – Hướng dẫn giải

Câu 1: Cho phản ứng sau: $\text{CH}\equiv\text{CH}(g) + 2\text{H}_2(g) \longrightarrow \text{CH}_3\text{--CH}_3$

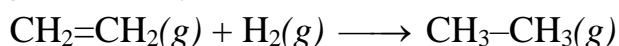
Năng lượng liên kết (kJ/mol) của H–H là 436, của C–C là 347, của C–H là 414 và của C≡C là 839. Tính nhiệt (ΔH) của phản ứng và cho biết phản ứng thu nhiệt hay tỏa nhiệt.

Giải:

$$\begin{aligned} \Delta_r H_{298}^0 &= [2.E_b(\text{C--H}) + E_b(\text{C}\equiv\text{C}) + 2.E_b(\text{H--H})] - [6.E_b(\text{C--H}) + E_b(\text{C--C})] \\ &= -292 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$\Delta_r H_{298}^0 < 0$, phản ứng tỏa nhiệt.

Câu 2: Cho phản ứng hydrogen hóa ethylene sau:



Biết năng lượng liên kết trong các chất cho trong bảng sau:

Liên kết	Phân tử	E_b (kJ/mol)	Liên kết	Phân tử	E_b (kJ/mol)
C=C	C_2H_4	612	C–C	C_2H_6	346

C–H	C ₂ H ₄	418	C–H	C ₂ H ₆	418
H–H	H ₂	436			

Biến thiên enthalpy (kJ/mol) của phản ứng có giá trị là

- A.** 134. **B.** –134. **C.** 478. **D.** 284.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = [4.E_b(\text{C–H}) + E_b(\text{C=C}) + E_b(\text{H–H})] - [6.E_b(\text{C–H}) + E_b(\text{C–C})] = -134 \text{ kJ}$$

Câu 3: Cho phản ứng đốt cháy butane sau:



Bảng năng lượng liên kết trong các hợp chất cho trong bảng sau:

Liên kết	Phân tử	E _b (kJ/mol)	Liên kết	Phân tử	E _b (kJ/mol)
C–C	C ₄ H ₁₀	346	C=O	CO ₂	799
C–H	C ₄ H ₁₀	418	O–H	H ₂ O	467
O=O	O ₂	495			

Xác định biến thiên enthalpy của ($\Delta_r H_{298}^0$) của phản ứng (1).

Giải:

$$\begin{aligned} \Delta_r H_{298}^0 &= [10.E_b(\text{C–H}) + 3.E_b(\text{C–C}) + 6,5.E_b(\text{O=O})] - [4.2.E_b(\text{C=O}) + 5.2.E_b(\text{O–H})] \\ &= -2626,5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

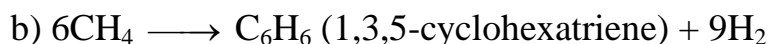
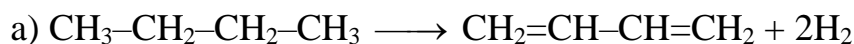
Câu 4: Phản ứng tổng hợp ammonia (NH₃): $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92 \text{ kJ}$. Biết năng lượng liên kết (kJ/mol) của N≡N và H–H lần lượt là 946 và 436. Năng lượng liên kết của N–H trong ammonia là

- A.** 391 kJ/mol. **B.** 361 kJ/mol. **C.** 245 kJ/mol. **D.** 490 kJ/mol.

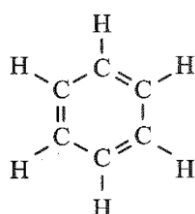
Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = [E_b(\text{N} \equiv \text{N}) + 3.E_b(\text{H–H})] - [2.3.E_b(\text{N–H})] \longrightarrow E_b(\text{N–H}) = 391 \text{ kJ/mol}$$

Câu 5: Trong ngành công nghệ lọc hóa dầu, các alkane thường được loại bỏ hydrogen trong các phản ứng dehydro hóa để tạo ra những sản phẩm hydrocarbon không no có nhiều ứng dụng trong công nghiệp. Hãy tính biến thiên enthalpy chuẩn của các phản ứng sau dựa vào năng lượng liên kết. (Giá trị một số năng lượng liên kết được cho trong bảng phụ lục 2).



Cho biết công thức cấu tạo của 1,3,5-cyclohexatriene như sau:



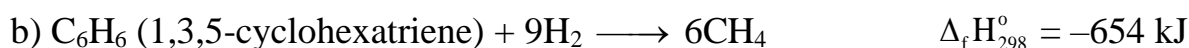
Các phản ứng trên có thuận lợi về phương diện nhiệt hay không? Phản ứng theo chiều ngược lại có biến thiên enthalpy bằng bao nhiêu?

Giải:

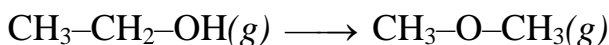
$$a) \Delta_r H_{298}^0 = [10.E_{b(C-H)} + 3.E_{b(C-C)}] - [6.E_{b(C-H)} + E_{b(C-C)} + 2.E_{b(C=C)} + 2.E_{b(H-H)}] = 256 \text{ kJ}$$

$$b) \Delta_r H_{298}^0 = [6.4.E_{b(C-H)}] - [6.E_{b(C-H)} + 3.E_{b(C-C)} + 3.E_{b(C=C)} + 9.E_{b(H-H)}] = 654 \text{ kJ}$$

Các phản ứng này không thuận lợi về mặt phương diện nhiệt. Phản ứng theo chiều ngược lại thuận lợi hơn về phương diện nhiệt:



Câu 6: Bằng cách tính biến thiên enthalpy chuẩn của quá trình dựa vào năng lượng liên kết (số liệu bảng phụ lục 1), hãy chỉ ra ở điều kiện chuẩn, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ hay $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ bền hơn.



Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = [5.E_{b(C-H)} + E_{b(C-O)} + E_{b(O-H)} + E_{b(C-C)}] - [6.E_{b(C-H)} + 2.E_{b(C-O)}] = +37 \text{ kJ}$$

$\Delta_r H_{298}^0 > 0$ chứng tỏ ở điều kiện chuẩn $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ bền hơn $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$.

Câu 7: Cho giá trị trung bình của các năng lượng liên kết ở điều kiện chuẩn:

Liên kết	C-H	C-C	C=C
E_b (kJ/mol)	418	346	612

Biến thiên enthalpy của phản ứng: $\text{C}_3\text{H}_8(g) \longrightarrow \text{CH}_4(g) + \text{C}_2\text{H}_4(g)$ có giá trị là

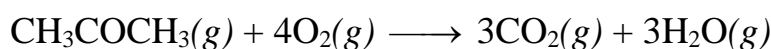
A. +103 kJ. **B.** -103 kJ. **C.** +80 kJ. **D.** -80 kJ.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = [8.E_{b(C-H)} + 2.E_{b(C-C)}] - [8.E_{b(C-H)} + E_{b(C=C)}] = +80 \text{ kJ}$$

Câu 8: Biết CH_3COCH_3 có công thức cấu tạo: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$. Từ số liệu năng lượng liên

kết ở bảng phụ lục 1, hãy xác định biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy acetone (CH_3COCH_3):

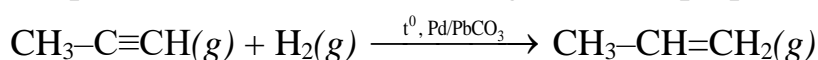


Giải:

$$\begin{aligned} \Delta_r H_{298}^0 &= [6.E_{b(C-H)} + 2.E_{b(C-C)} + E_{b(C=O)} + 4E_{b(O=O)}] - [3.2.E_{b(C=O)} + 3.2.E_{b(O-H)}] \\ &= -1238 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Lưu ý: $E_{b(C=O)}$ (acetone) = 736 kJ/mol; $E_{b(C=O)}$ (CO_2) = 799 kJ/mol.

Câu 9: Propene là nguyên liệu cho sản xuất nhựa polypropylene (PP). PP được sử dụng để sản xuất các sản phẩm ống, màng, dây cách điện, kéo sợi, đồ gia dụng và các sản phẩm tạo hình khác. Phản ứng tạo thành propene từ propyne:



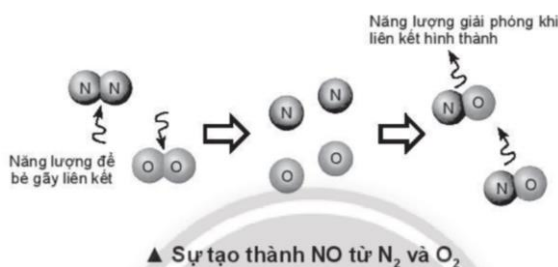
- a) Hãy xác định số liên kết C–H; C–C; C≡C trong hợp chất CH₃–C≡CH (propyne).
- b) Từ năng lượng của các liên kết (Bảng phụ lục 1), hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành propene trên.

Giải:

a) CH₃–C≡CH có: 4C–H, 1C–C; 1C≡C.

$$\begin{aligned} \Delta_r H_{298}^\circ &= [4.E_{b(C-H)} + E_{b(C-C)} + E_{b(C\equiv C)} + E_{b(H-H)}] - [6.E_{b(C-H)} + E_{b(C=C)} + E_{b(C-C)}] \\ &= -169 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Câu 10: Tính nhiệt tạo thành chuẩn của HF và NO dựa vào năng lượng liên kết (Bảng phụ lục 1). Giải thích sự khác nhau về nhiệt tạo thành của HF và NO.



Giải:



$$\Delta_f H_{298}^\circ(HF) = [1/2.E_{b(H-H)} + 1/2.E_{b(F-F)}] - E_{b(H-F)} = -269,5 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta_f H_{298}^\circ(NO) = [1/2.E_{b(N\equiv N)} + 1/2.E_{b(O=O)}] - E_{b(N=O)} = 90,5 \text{ kJ/mol}$$

Sự khác nhau về nhiệt tạo thành của HF và NO do trong liên kết N₂ là liên kết 3 bền, năng lượng liên kết lớn, $\Delta_f H_{298}^\circ(NO) > 0$, phản ứng không tự xảy ra.

Câu 11: Chloromethane (CH₃Cl), còn được gọi là methyl chloride, Refrigerant–40 hoặc HCC 40. CH₃Cl từng được sử dụng rộng rãi như một chất làm lạnh. Hợp chất khí này rất dễ cháy, có thể không mùi hoặc mùi thơm nhẹ. Từ năng lượng của các liên kết (Bảng phụ lục 1), hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành chloromethane: CH₄(g) + Cl₂(g) → CH₃Cl(g) + HCl(g)
Cho biết phản ứng dễ dàng xảy ra dưới ánh sáng mặt trời. Kết quả tính có mâu thuẫn với khả năng dễ xảy ra của phản ứng không?

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^\circ = [4.E_{b(C-H)} + E_{b(Cl-Cl)}] - [3E_{b(C-H)} + E_{b(C-Cl)} + E_{b(HCl)}] = -110 \text{ kJ}$$

Phản ứng này có $\Delta_r H_{298}^\circ < 0$ nên thuận lợi về mặt nhiệt nên có thể tự xảy ra, Kết quả tính hoàn toàn phù hợp với thực tế phản ứng xảy ra dễ dàng.

Câu 12: Cho phản ứng phân hủy hydrazine: N₂H₄(g) → N₂(g) + 2H₂(g)

a) Tính $\Delta_r H_{298}^\circ$ theo năng lượng liên kết của phản ứng trên (giá trị năng lượng liên kết cho ở bảng phụ lục 1).

b) Hydrazine (N_2H_4) là chất lỏng ở điều kiện thường (sôi ở 114°C , khối lượng riêng $1,021\text{ g/cm}^3$). Hãy đề xuất lí do N_2H_4 được sử dụng làm nhiên liệu trong động cơ tên lửa.

Giải:

a) CTCT N_2H_4 : $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$

$$\Delta_r H_{298}^0 = [4.E_{\text{b}(\text{N}-\text{H})} + E_{\text{b}(\text{N}-\text{N})}] - [E_{\text{b}(\text{N}\equiv\text{N})} + 2.E_{\text{b}(\text{H}-\text{H})}] = -85\text{ kJ}$$

b) - N_2H_4 là chất lỏng ở điều kiện thường nên dễ bảo quản. Khối lượng riêng nhẹ, phù hợp với nhiên liệu động cơ tên lửa. $\Delta_r H_{298}^0 < 0$ nên phản ứng có thể tự xảy ra mà không cần nguồn nhiệt ngoài.

- 1 mol N_2H_4 phân hủy tạo 3 mol khí có thể tích lớn hơn rất nhiều nên sẽ tạo được luồng khí đẩy tên lửa đi.

Câu 13: Cho biết năng lượng liên kết trong các phân tử O_2 , N_2 và NO lần lượt là 494 kJ/mol, 945 kJ/mol và 607 kJ/mol.

a) Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g})$.

b) Giải thích vì sao nitrogen chỉ phản ứng với oxygen ở nhiệt độ cao hoặc khi có tia lửa điện.

Giải:

a) $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}(\text{g})$

$$\Delta_r H_{298}^0(\text{NO}) = [E_{\text{b}(\text{N}\equiv\text{N})} + E_{\text{b}(\text{O}=\text{O})}] - 2.E_{\text{b}(\text{N}=\text{O})} = 225\text{ kJ}$$

b) $\Delta_r H_{298}^0 > 0$, phản ứng thu nhiệt.

Câu 14: Tính $\Delta_r H_{298}^0$ của các phản ứng sau dựa theo năng lượng liên kết (sử dụng số liệu từ bảng phụ lục 1):

a) $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$

b) $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

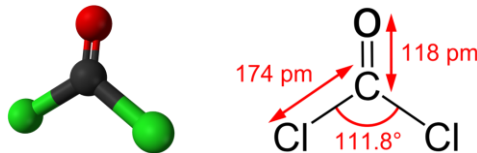
Giải:

a) CTCT N_2H_4 : $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$

$$\Delta_r H_{298}^0 = [4.E_{\text{b}(\text{N}-\text{H})} + E_{\text{b}(\text{N}-\text{N})}] - [E_{\text{b}(\text{N}\equiv\text{N})} + 2.E_{\text{b}(\text{H}-\text{H})}] = -85\text{ kJ}$$

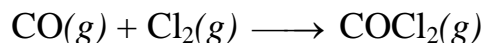
b) $\Delta_r H_{298}^0 = [4.E_{\text{b}(\text{H}-\text{Cl})} + E_{\text{b}(\text{O}=\text{O})}] - [2.E_{\text{b}(\text{Cl}-\text{Cl})} + 2.2.E_{\text{b}(\text{O}-\text{H})}] = -120\text{ kJ}$

Câu 15: Phosgene là chất khí không màu, mùi cỏ mục, dễ hóa lỏng; khối lượng riêng $1,420\text{ g/cm}^3$ (ở 0°C); $t_s = 8,2^\circ\text{C}$. Phosgene ít tan trong nước; dễ tan trong các dung môi hữu cơ, bị thủy phân chậm bằng hơi nước; không cháy; là sản phẩm công nghiệp quan trọng; dùng trong tổng hợp hữu cơ để sản xuất sản phẩm nhuộm, chất diệt cỏ, polyurethane,... Phosgene là một chất độc. Ở nồng độ 0,005 mg/L đã nguy hiểm đối với người; trong khoảng 0,1 – 0,3 mg/L, gây tử vong sau 15 phút.



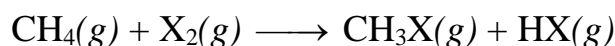
Phosgene được điều chế bằng cách cho hỗn hợp CO và Cl₂ đi qua than hoạt tính. Dựa vào năng lượng liên kết (Bảng phụ lục 1), hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành phosgene từ CO và Cl₂.

Giải:



$$\Delta_r H_{298}^0 = [E_{\text{b}(\text{C}=\text{O})} + E_{\text{b}(\text{Cl}-\text{Cl})}] - [2.E_{\text{b}(\text{C}-\text{Cl})} + E_{\text{b}(\text{C}=\text{O})}] = -105 \text{ kJ}$$

Câu 16: Tính $\Delta_r H_{298}^0$ cho phản ứng sau dựa vào năng lượng liên kết:



Với X = F, Cl, Br, I. Liên hệ giữa mức độ phản ứng (dựa theo $\Delta_r H_{298}^0$) với tính phi kim (F > Cl > Br > I). Tra các giá trị năng lượng liên kết ở bảng phụ lục 1.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^0 = [4.E_{\text{b}(\text{C}-\text{H})} + E_{\text{b}(\text{X}-\text{X})}] - [3.E_{\text{b}(\text{C}-\text{H})} + E_{\text{b}(\text{C}-\text{X})} + E_{\text{b}(\text{H}-\text{X})}]$$

$$(1) E_{\text{b}}(\text{X} = \text{F}) = -477 \text{ kJ}$$

$$(2) E_{\text{b}}(\text{X} = \text{Cl}) = -113 \text{ kJ}$$

$$(3) E_{\text{b}}(\text{X} = \text{Br}) = -33 \text{ kJ}$$

$$(4) E_{\text{b}}(\text{X} = \text{I}) = -28 \text{ kJ}$$

Mức độ thuận lợi của phản ứng giảm theo chiều giảm của tính phi kim.

III. DẠNG 3: BÀI TẬP TỔNG HỢP XÁC ĐỊNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG

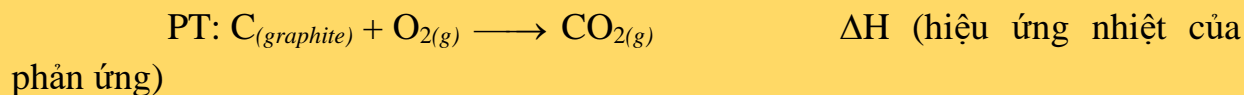
3.1. Phương pháp – Công thức vận dụng

a) Định luật Hess

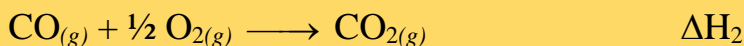
“Trong trường hợp áp suất không đổi hoặc thể tích không đổi, hiệu ứng nhiệt của phản ứng hóa học chỉ phụ thuộc vào dạng và trạng thái của các chất đầu và các sản phẩm cuối, không phụ thuộc vào cách tiến hành phản ứng”

Có thể minh họa ý nghĩa định luật Hess trong thí dụ sau: Việc oxi hóa C bằng oxygen tạo thành khí CO₂ có thể tiến hành theo 2 cách:

Cách 1: đốt cháy trực tiếp C thành CO₂



Cách 2: tiến hành qua 2 giai đoạn



Nếu các quá trình trên thỏa mãn điều kiện: Nhiệt độ và áp suất ban đầu bằng nhiệt độ và áp suất cuối ta có: $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$

* Lưu ý: $\Delta_r H_{298}^0(\text{t}) = -\Delta_r H_{298}^0(\text{n})$

b) Tính enthalpy phản ứng dựa vào số mol

Cho phương trình hóa học tổng quát:

$aA + bB \longrightarrow mM + nN$	$\Delta_r H_{298}^0$
+ Tính theo A: $\Delta H = [\Delta_r H_{298}^0 \cdot n_A] / a$	
+ Tính theo B: $\Delta H = [\Delta_r H_{298}^0 \cdot n_B] / b$	
+ Tính theo M: $\Delta H = [\Delta_r H_{298}^0 \cdot n_M] / m$	
+ Tính theo N: $\Delta H = [\Delta_r H_{298}^0 \cdot n_N] / n$	

3.2. Bài tập vận dụng

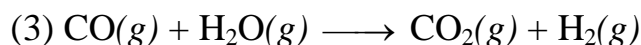
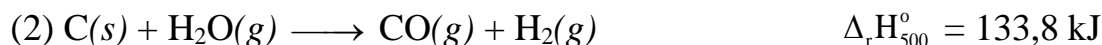
Câu 1: Cho phương trình hóa học của phản ứng sau:



Khi cho 2 gam khí H_2 tác dụng hoàn toàn với 32 gam khí O_2 thì phản ứng

- A.** tỏa ra nhiệt lượng 286 kJ. **B.** thu vào nhiệt lượng 286 kJ.
C. tỏa ra nhiệt lượng 572 kJ. **D.** thu vào nhiệt lượng 572 kJ.

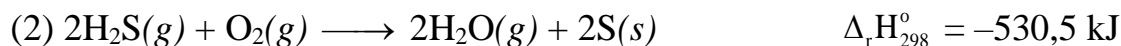
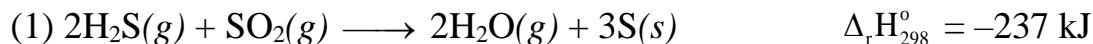
Câu 2: Cho các phản ứng sau:



Ở 500 K, 1 atm, biến thiên enthalpy của phản ứng (3) có giá trị là

- A.** -39,8 kJ. **B.** 39,8 kJ. **C.** -47,00 kJ. **D.** 106,7 kJ.

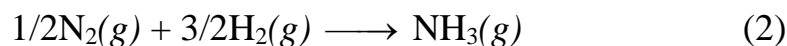
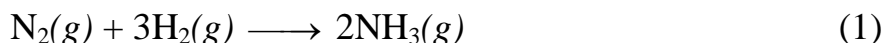
Câu 3: Cho các phản ứng sau:



a) Cùng một lượng hydrogen sulfide chuyển thành nước và sulfur thì tại sao nhiệt phản ứng (1) và (2) lại khác nhau.

b) Xác định $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng: $S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$ (3) từ 2 phản ứng trên.

Câu 4: Tính biến thiên enthalpy theo các phương trình hóa học của các phản ứng sau, biết nhiệt sinh của NH_3 bằng -46 kJ/mol.



So sánh ΔH (1) và ΔH (2). Khi tổng hợp được 1 tấn NH_3 thì nhiệt lượng tỏa ra hay thu vào là bao nhiêu? Tính theo hai phương trình phản ứng trên thì kết quả thu được giống nhau hay khác nhau.

Câu 5: Phản ứng đốt cháy ethanol: $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$

Đốt cháy hoàn toàn 5 gam ethanol, nhiệt tỏa ra làm nóng chảy 447 gam nước đá ở 0 °C. Biết 1 gam nước đá nóng chảy hấp thụ nhiệt lượng 333,5 J, biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy ethanol là

- A.** -1371 kJ/mol. **B.** -954 kJ/mol. **C.** -149 kJ/mol. **D.** + 149 kJ/mol.

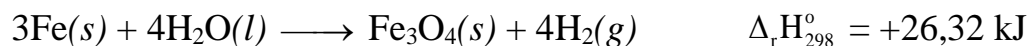
Câu 6: Phương trình nhiệt hóa học:



Lượng nhiệt tỏa ra khi dùng 9 gam $\text{H}_2(g)$ để tạo thành $\text{NH}_3(g)$ là

A. $-275,40 \text{ kJ}$. **B.** $-137,70 \text{ kJ}$. **C.** $-45,90 \text{ kJ}$. **D.** $-183,60 \text{ kJ}$.

Câu 7: Dựa vào phương trình nhiệt hóa học của phản ứng sau:



Giá trị $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng: $\text{Fe}_3\text{O}_4(s) + 4\text{H}_2(g) \longrightarrow 3\text{Fe}(s) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ là

A. $-26,32 \text{ kJ}$. **B.** $+13,16 \text{ kJ}$. **C.** $+19,74 \text{ kJ}$. **D.** $-10,28 \text{ kJ}$.

Câu 8: Biết rằng ở điều kiện chuẩn, 1 mol ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) cháy tỏa ra một lượng nhiệt là $1,37 \cdot 10^3 \text{ kJ}$. Nếu đốt cháy hoàn toàn 15,1 gam ethanol, năng lượng được giải phóng ra dưới dạng nhiệt bởi phản ứng là

A. $0,450 \text{ kJ}$. **B.** $2,25 \cdot 10^3 \text{ kJ}$. **C.** $4,50 \cdot 10^2 \text{ kJ}$. **D.** $1,37 \cdot 10^3 \text{ kJ}$.

Câu 9: Nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 1 gam một mẫu than là $23,0 \text{ kJ}$. Giả thiết rằng toàn bộ lượng nhiệt của quá trình đốt than tỏa ra đều dùng để làm nóng nước, không có sự thất thoát nhiệt, hãy tính lượng than cần phải đốt để làm nóng 500 gam nước từ 20°C tới 90°C . Biết để làm nóng 1 mol nước thêm 1°C cần một nhiệt lượng là $75,4 \text{ J}$.

Câu 10: Biết phản ứng đốt cháy khi carbon monoxide (CO) như sau:



Ở điều kiện chuẩn, nếu đốt cháy hoàn toàn 2,479 lít khí CO thì nhiệt lượng tỏa ra là bao nhiêu?

Câu 11: Cho phản ứng:

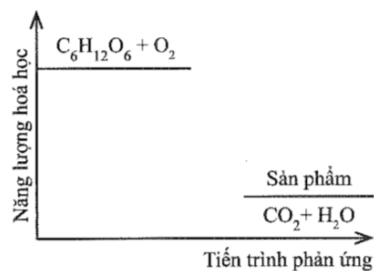


Xác định giá trị của $\Delta_r H_{298}^0$ khi:

- a) Lấy gấp 3 lần khối lượng của các chất phản ứng.
- b) Lấy một nửa khối lượng của các chất phản ứng.
- c) Đảo chiều của phản ứng.

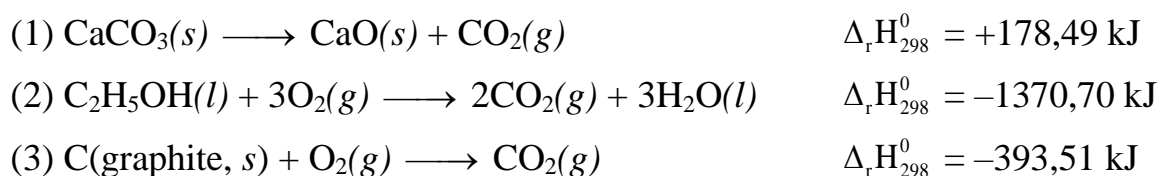
Câu 12: Điều chế NH_3 từ $\text{N}_2(g)$ và $\text{H}_2(g)$ làm nguồn chất tải nhiệt, nguồn để điều chế nitric acid và sản xuất phân urea. Viết phương trình nhiệt hóa học của phản ứng tạo thành NH_3 , biết khi sử dụng 7 gam khí N_2 sinh ra $22,95 \text{ kJ}$ nhiệt.

Câu 13: Đường sucrose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) là một đường đôi. Trong môi trường acid ở dạ dày và nhiệt độ cơ thể, sucrose bị thủy phân thành đường glucose và fructose, sau đó bị oxy hóa bởi oxygen tạo thành CO_2 và H_2O . Sơ đồ thay đổi năng lượng hóa học của phản ứng được cho như hình dưới đây:



- a) Dựa theo đồ thị, hãy cho biết phản ứng trong đó là tỏa nhiệt hay thu nhiệt. Vì sao?
- b) Viết PTHH của phản ứng thủy phân đường sucrose. Phản ứng trong sơ đồ có phải là phản ứng oxi hóa – khử hay không?
- c) Khi 1 mol đường sucrose bị đốt cháy hoàn toàn với một lượng vừa đủ oxygen ở điều kiện chuẩn tỏa ra một lượng nhiệt là 5645 kJ. Xác định biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng oxi hóa sucrose.
- d) Nếu 5,00 gam đường sucrose được đốt cháy hoàn toàn ở cùng điều kiện như trên thì biến thiên enthalpy quá trình bằng bao nhiêu?

Câu 14: Cho các phản ứng



- a) Phản ứng nào tự xảy ra (sau giai đoạn khơi mào ban đầu), phản ứng nào không thể tự xảy ra?
- b) Khối lượng ethanol hay graphite cần dùng khi đốt cháy hoàn toàn đủ tạo lượng nhiệt cho quá trình nhiệt phân hoàn toàn 0,1 mol CaCO_3 . Giả thiết hiệu suất các quá trình đều là 100%.

Câu 15: Lactic acid hay acid sữa là hợp chất hóa học đóng vai trò quan trọng trong nhiều quá trình sinh hóa, lần đầu tiên được phân tách vào năm 1780 bởi nhà hóa học Thụy Điển Carl Wilhelm Scheele. Lactic acid có công thức phân tử $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, công thức cấu tạo $\text{CH}_3\text{--CH(OH)--COOH}$.

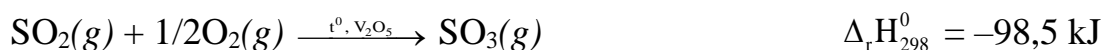


Khi vận động mạnh cơ thể không đủ cung cấp oxygen, thì cơ thể sẽ chuyển hóa glucose thành lactic acid từ các tế bào để cung cấp năng lượng cho cơ thể (lactic acid tạo thành từ quá trình này sẽ gây mỏi cơ) theo phương trình sau:



Biết rằng cơ thể chỉ cung cấp 98% năng lượng nhờ oxygen, năng lượng còn lại nhờ vào sự chuyển hóa glucose thành lactic acid. Giả sử một người chạy bộ trong một thời gian tiêu tốn 300 kcal. Tính khối lượng lactic acid tạo ra từ quá trình chuyển hóa đó (biết 1 cal = 4,184 J).

Câu 16: Cho phương trình nhiệt hóa học sau:



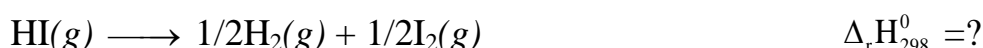
a) Tính lượng nhiệt giải phóng ra khi chuyển 74,6 gam SO_2 thành SO_3 .

b) Giá trị $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng: $\text{SO}_3(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g) + 1/2\text{O}_2(g)$ là bao nhiêu?

Câu 17: Cho các phương trình nhiệt hóa học sau:



Xác định biến thiên enthalpy của 2 phản ứng sau:



Câu 18: Xét quá trình đốt cháy khí propane [$\text{C}_3\text{H}_8(g)$]: $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2 \longrightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$

Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng dựa vào nhiệt tạo thành của hợp chất (Bảng phụ lục 2) và dựa vào năng lượng liên kết (Bảng phụ lục 1). So sánh hai giá trị đó và rút ra kết luận.

Câu 19: Phản ứng của glycerol với nitric acid (khử nước) tạo thành trinitroglycerin [$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3(\text{NO}_2)_3$]. Trinitroglycerin là một loại thuốc nổ, khi phân hủy tạo thành sản phẩm gồm có nitrogen, oxygen, carbon dioxide và hơi nước.

a) Viết PTHH của phản ứng điều chế trinitroglycerin từ glycerol với nitric acid và phản ứng phân hủy của trinitroglycerin.

b) Nếu phân hủy 45,4 gam trinitroglycerin, tính số mol khí và hơi tạo thành.

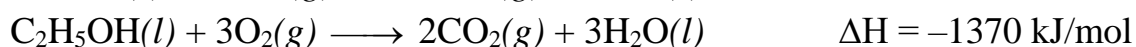
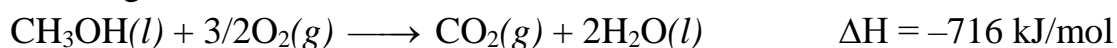
c) Khi phân hủy 1 mol trinitroglycerin tạo thành 1448 kJ nhiệt lượng. Tính lượng nhiệt tạo thành khi phân hủy 1 kg trinitroglycerin.

Câu 20: Cho các phương trình nhiệt hóa học của phản ứng:



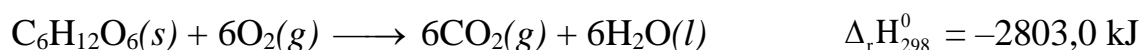
Ở điều kiện chuẩn nếu đốt cháy hoàn toàn 1,2 gam H_2 (a) và 3,2 gam S (b) thì lượng nhiệt tỏa ra hay cần cung cấp là bao nhiêu?

Câu 21: Một mẫu cồn X (thành phần chính là ethanol) có lẫn methanol. Đốt cháy 10 gam X tỏa ra nhiệt lượng 291,9 kJ. Xác định thành phần % tạp chất methanol trong X, biết rằng:



Câu 22: Glucose là một loại monosaccarit với công thức phân tử $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ được tạo ra bởi thực vật và hầu hết các loại tảo trong quá trình quang hợp từ nước và CO_2 , sử dụng năng lượng từ ánh sáng mặt trời. Dung dịch glucose 5% ($D = 1,1 \text{ g/mL}$) là

dung dịch đường tiêm tĩnh mạch, là loại thuốc thiết yếu, quan trọng của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) và hệ thống y tế cơ bản. Phương trình nhiệt hóa học của phản ứng oxi hóa glucose như sau:

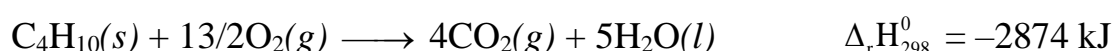


Tính năng lượng tối đa khi một người bệnh được truyền chai 500 mL dung dịch glucose 5%.

Câu 23: Khí gas chứa chủ yếu các thành phần chính: Propane (C_3H_8), butane (C_4H_{10}) và một số thành phần khác. Để tạo mùi cho gas nhà sản xuất đã pha trộn thêm chất tạo mùi đặc trưng như methanthiol (CH_3SH), có mùi giống tỏi, hành tây. Trong thành phần khí gas, tỉ lệ hòa trộn phổ biến của propane: butane theo thứ tự là 30: 70 đến 50: 50.

a) Mục đích việc pha trộn thêm chất tạo mùi đặc trưng vào khí gas là gì?

b) Cho các phương trình nhiệt hóa học sau:

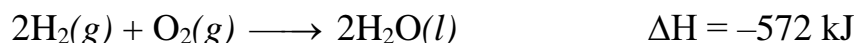


Tính nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 1 bình gas 12 kg với tỉ lệ thể tích propane: butane là 30: 70 (thành phần khác không đáng kể) ở điều kiện chuẩn.

c) Giả sử một hộ gia đình cần 6000 kJ nhiệt mỗi ngày, sau bao nhiêu ngày sẽ sử dụng hết 1 bình gas (với hiệu suất hấp thụ nhiệt khoảng 60%).

3.3. Đáp án – Hướng dẫn giải

Câu 1: Cho phương trình hóa học của phản ứng sau:



Khi cho 2 gam khí H_2 tác dụng hoàn toàn với 32 gam khí O_2 thì phản ứng

A. tỏa ra nhiệt lượng 286 kJ.

B. thu vào nhiệt lượng 286 kJ.

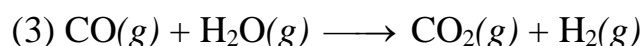
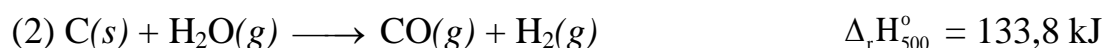
C. tỏa ra nhiệt lượng 572 kJ.

D. thu vào nhiệt lượng 572 kJ.

Giải:

$n_{\text{H}_2} = 1$; $n_{\text{O}_2} = 1 \text{ mol}$, tính theo số mol H_2 . Vậy, phản ứng tỏa ra nhiệt lượng là:
 $572/2 = 286 \text{ kJ}$

Câu 2: Cho các phản ứng sau:



Ở 500 K, 1 atm, biến thiên enthalpy của phản ứng (3) có giá trị là

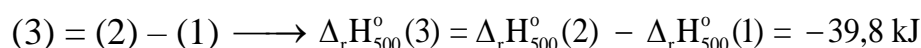
A. -39,8 kJ.

B. 39,8 kJ.

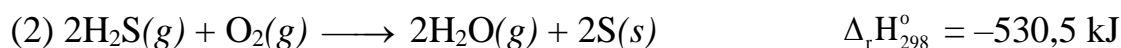
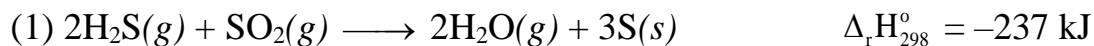
C. -47,00 kJ.

D. 106,7 kJ.

Giải:



Câu 3: Cho các phản ứng sau:



a) Cùng một lượng hydrogen sulfide chuyển thành nước và sulfur thì tại sao nhiệt phản ứng (1) và (2) lại khác nhau.

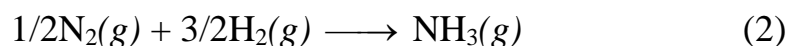
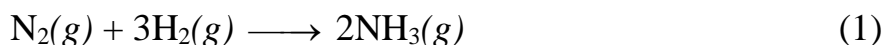
b) Xác định $\Delta_r H_{298}^\circ$ của phản ứng: $\text{S}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g)$ (3) từ 2 phản ứng trên.

Giải:

a) Phản ứng (1) cần tiêu hao 1 nhiệt lượng để tách SO_2 thành S và O_2 nên tỏa nhiệt lượng ít hơn so với phản ứng (2).

$$b) (3) = (2) - (1) \longrightarrow \Delta_r H_{298}^\circ(3) = \Delta_r H_{298}^\circ(2) - \Delta_r H_{298}^\circ(1) = -293,5 \text{ kJ}$$

Câu 4: Tính biến thiên enthalpy theo các phương trình hóa học của các phản ứng sau, biết nhiệt sinh của NH_3 bằng -46 kJ/mol .



So sánh ΔH (1) và ΔH (2). Khi tổng hợp được 1 tấn NH_3 thì nhiệt lượng tỏa ra hay thu vào là bao nhiêu? Tính theo hai phương trình phản ứng trên thì kết quả thu được giống nhau hay khác nhau.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^\circ(1) = 2.\Delta_f H_{298}^\circ(\text{NH}_3) = -92 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H_{298}^\circ(2) = \Delta_f H_{298}^\circ(\text{NH}_3) = -46 \text{ kJ}$$

$$n_{\text{NH}_3} = (10^6/17) \text{ mol}$$

$$\text{Nhiệt tỏa ra ở phương trình 1: } (10^6/17).92/2$$

$$\text{Nhiệt tỏa ra ở phương trình 2: } (10^6/17).46$$

Tính theo hai phương trình phản ứng kết quả giống nhau.

Câu 5: Phản ứng đốt cháy ethanol: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}_2(g) + 3\text{H}_2\text{O}(g)$

Đốt cháy hoàn toàn 5 gam ethanol, nhiệt tỏa ra làm nóng chảy 447 gam nước đá ở 0°C . Biết 1 gam nước đá nóng chảy hấp thụ nhiệt lượng 333,5 J, biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy ethanol là

A. -1371 kJ/mol . **B.** -954 kJ/mol . **C.** -149 kJ/mol . **D.** $+149 \text{ kJ/mol}$.

Giải:

$$\text{Nhiệt lượng 447 gam nước đá hấp thụ: } 447.333,5 = 149,0745 \text{ kJ}$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 5/46 \text{ mol}$$

Vậy, nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy 1 mol ethanol: $149,0745.1/(5/46) \approx 1371 \text{ kJ/mol}$

$$\longrightarrow \Delta_r H = -1371 \text{ kJ/mol}$$

Câu 6: Phương trình nhiệt hóa học:



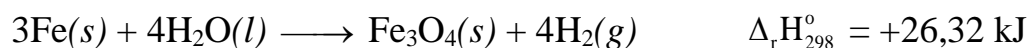
Lượng nhiệt tỏa ra khi dùng 9 gam $\text{H}_2(\text{g})$ để tạo thành $\text{NH}_3(\text{g})$ là

A. $-275,40 \text{ kJ}$. **B.** $-137,70 \text{ kJ}$. **C.** $-45,90 \text{ kJ}$. **D.** $-183,60 \text{ kJ}$.

Giải:

$n_{\text{H}_2} = 4,5 \text{ mol}$, lượng nhiệt tỏa ra để tạo thành $\text{NH}_3(\text{g})$ là: $(-91,80.4,5)/3 = -137,70 \text{ kJ}$

Câu 7: Dựa vào phương trình nhiệt hóa học của phản ứng sau:



Giá trị $\Delta_r H_{298}^\circ$ của phản ứng: $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ là

A. $-26,32 \text{ kJ}$. **B.** $+13,16 \text{ kJ}$. **C.** $+19,74 \text{ kJ}$. **D.** $-10,28 \text{ kJ}$.

Giải:

$$\Delta_r H_{298}^\circ(\text{n}) = -\Delta_r H_{298}^\circ(\text{t}) = -26,32 \text{ kJ}$$

Câu 8: Biết rằng ở điều kiện chuẩn, 1 mol ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) cháy tỏa ra một lượng nhiệt là $1,37.10^3 \text{ kJ}$. Nếu đốt cháy hoàn toàn 15,1 gam ethanol, năng lượng được giải phóng ra dưới dạng nhiệt bởi phản ứng là

A. $0,450 \text{ kJ}$. **B.** $2,25.10^3 \text{ kJ}$. **C.** $4,50.10^2 \text{ kJ}$. **D.** $1,37.10^3 \text{ kJ}$.

Giải:

$n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 151/460 \text{ mol}$, năng lượng được giải phóng dưới dạng nhiệt bởi phản ứng:

$$1,37.10^3 \cdot (151/460) \approx 4,50.10^2 \text{ kJ}$$

Câu 9: Nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 1 gam một mẫu than là $23,0 \text{ kJ}$. Giả thiết rằng toàn bộ lượng nhiệt của quá trình đốt than tỏa ra đều dùng để làm nóng nước, không có sự thất thoát nhiệt, hãy tính lượng than cần phải đốt để làm nóng 500 gam nước từ 20°C tới 90°C . Biết để làm nóng 1 mol nước thêm 1°C cần một nhiệt lượng là $75,4 \text{ J}$.

Giải:

Nhiệt lượng 500 gam nước hấp thụ tăng từ 20°C tới 90°C : $(500/18) \cdot 75,4 \cdot 70 = 146,61 \text{ kJ}$

Lượng than cần dùng là: $146,61/23 = 6,37 \text{ gam}$

Câu 10: Biết phản ứng đốt cháy khí carbon monoxide (CO) như sau:



Ở điều kiện chuẩn, nếu đốt cháy hoàn toàn 2,479 lít khí CO thì nhiệt lượng tỏa ra là bao nhiêu?

Giải:

$n_{\text{CO}} = 0,1 \text{ mol}$, nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy là: $0,1.851,5 = 85,15 \text{ kJ}$

Câu 11: Cho phản ứng:



Xác định giá trị của $\Delta_r H_{298}^\circ$ khi:

a) Lấy gấp 3 lần khối lượng của các chất phản ứng.

b) Lấy một nửa khối lượng của các chất phản ứng.

c) Đảo chiều của phản ứng.

Giải:

a) Lấy gấp 3 lần khối lượng của các chất phản ứng : $\Delta_r H_{298}^{\circ} = -285,66.3 = -856,98 \text{ kJ}$

b) Lấy một nửa khối lượng của các chất phản ứng : $\Delta_r H_{298}^{\circ} = -285,66/2 = -142,83 \text{ kJ}$

c) Đảo chiều của phản ứng : $\Delta_r H_{298}^{\circ} = +285,66 \text{ kJ}$

Câu 12: Điều chế NH_3 từ $\text{N}_2(\text{g})$ và $\text{H}_2(\text{g})$ làm nguồn chất tải nhiệt, nguồn để điều chế nitric acid và sản xuất phân urea. Viết phương trình nhiệt hóa học của phản ứng tạo thành NH_3 , biết khi sử dụng 7 gam khí N_2 sinh ra 22,95 kJ nhiệt.

Giải:

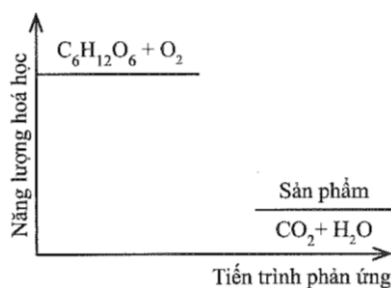


$n_{\text{N}_2} = 0,25 \text{ mol}$, nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 1 mol N_2 : $22,95/0,25 = 91,8 \text{ kJ}$

Phương trình nhiệt hóa học:



Câu 13: Đường sucrose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) là một đường đôi. Trong môi trường acid ở dạ dày và nhiệt độ cơ thể, sucrose bị thủy phân thành đường glucose và fructose, sau đó bị oxy hóa bởi oxygen tạo thành CO_2 và H_2O . Sơ đồ thay đổi năng lượng hóa học của phản ứng được cho như hình dưới đây:



a) Dựa theo đồ thị, hãy cho biết phản ứng trong đó là tỏa nhiệt hay thu nhiệt. Vì sao?

b) Viết PTHH của phản ứng thủy phân đường sucrose. Phản ứng trong sơ đồ có phải là phản ứng oxi hóa – khử hay không?

c) Khi 1 mol đường sucrose bị đốt cháy hoàn toàn với một lượng vừa đủ oxygen ở điều kiện chuẩn tỏa ra một lượng nhiệt là 5645 kJ. Xác định biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng oxi hóa sucrose.

d) Nếu 5,00 gam đường sucrose được đốt cháy hoàn toàn ở cùng điều kiện như trên thì biến thiên enthalpy quá trình bằng bao nhiêu?

Giải:

a) Phản ứng tỏa nhiệt, do nhiệt tạo thành chất phản ứng lớn hơn nhiệt tạo thành sản phẩm.

b) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6(fructose) + C_6H_{12}O_6(glucose)$; đây không phải là phản ứng oxi hóa – khử do không có sự thay đổi số oxi hóa.

c) $C_{12}H_{22}O_{11(s)} + 12O_2(g) \longrightarrow 12CO_2(g) + 11H_2O(l) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -5645 \text{ kJ}$

d) $n_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 5/342 \text{ mol} \longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 = (5/342).(-5645) = -82,5 \text{ kJ}$

Câu 14: Cho các phản ứng

(1) $CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g) \quad \Delta_r H_{298}^0 = +178,49 \text{ kJ}$

(2) $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -1370,70 \text{ kJ}$

(3) $C(\text{graphite}, s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -393,51 \text{ kJ}$

a) Phản ứng nào tự xảy ra (sau giai đoạn khơi mào ban đầu), phản ứng nào không thể tự xảy ra?

b) Khối lượng ethanol hay graphite cần dùng khi đốt cháy hoàn toàn đủ tạo lượng nhiệt cho quá trình nhiệt phân hoàn toàn 0,1 mol $CaCO_3$. Giả thiết hiệu suất các quá trình đều là 100%.

Giải:

(a) Phản ứng (1) có $\Delta_r H_{298}^0 > 0$, không thể tự xảy ra.

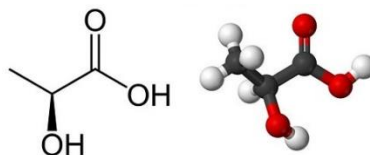
Phản ứng (2) và (3) có $\Delta_r H_{298}^0 < 0$, có thể tự xảy ra.

b) Lượng nhiệt cần hấp thụ khi nhiệt phân 0,1 mol $CaCO_3$: $0,1.178,49 = 17,849 \text{ kJ}$ (nhận từ phản ứng (1) hoặc (2)).

- TH₁: khối lượng ethanol cần dùng để tỏa ra 17,849 kJ: $(17,849/1370,70).46 = 0,6 \text{ gam}$.

- TH₂: khối lượng graphite cần dùng để tỏa ra 17,849 kJ: $(17,849/393,51).12 = 0,54 \text{ gam}$.

Câu 15: Lactic acid hay acid sữa là hợp chất hóa học đóng vai trò quan trọng trong nhiều quá trình sinh hóa, lần đầu tiên được phân tách vào năm 1780 bởi nhà hóa học Thụy Điển Carl Wilhelm Scheele. Lactic acid có công thức phân tử $C_3H_6O_3$, công thức cấu tạo $CH_3-CH(OH)-COOH$.



Lactic Acid

Khi vận động mạnh cơ thể không đủ cung cấp oxygen, thì cơ thể sẽ chuyển hóa glucose thành lactic acid từ các tế bào để cung cấp năng lượng cho cơ thể (lactic acid tạo thành từ quá trình này sẽ gây mỏi cơ) theo phương trình sau:

$C_6H_{12}O_6(aq) \longrightarrow 2C_3H_6O_3(aq) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -150 \text{ kJ}$

Biết rằng cơ thể chỉ cung cấp 98% năng lượng nhờ oxygen, năng lượng còn lại nhờ vào sự chuyển hóa glucose thành lactic acid. Giả sử một người chạy bộ trong

một thời gian tiêu tốn 300 kcal. Tính khối lượng lactic acid tạo ra từ quá trình chuyển hóa đó (biết 1 cal = 4,184 J).

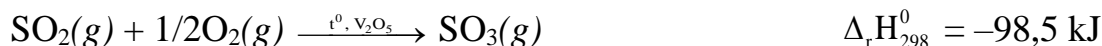
Giải:

Năng lượng của sự giải phóng glucose thành lactic acid trong quá trình chạy bộ:

$$2\% \cdot 300 \text{ kcal} = 6 \text{ kcal} = 6000 \text{ cal} = 25,104 \text{ kJ}$$

Khối lượng lactic acid tạo ra: $[(25,104 \cdot 2)/150] \cdot 90 \approx 30,125 \text{ gam}$

Câu 16: Cho phương trình nhiệt hóa học sau:



a) Tính lượng nhiệt giải phóng ra khi chuyển 74,6 gam SO_2 thành SO_3 .

b) Giá trị $\Delta_r H_{298}^0$ của phản ứng: $\text{SO}_3(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g) + 1/2\text{O}_2(g)$ là bao nhiêu?

Giải:

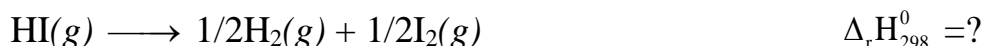
a) $n_{\text{SO}_2} = 373/320 \text{ mol}$, lượng nhiệt giải phóng là: $(373/320) \cdot 98,5 = 114,8 \text{ kJ}$

b) $\Delta_r H_{298}^0(n) = -\Delta_r H_{298}^0(t) = +98,5 \text{ kJ}$

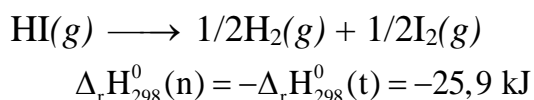
Câu 17: Cho các phương trình nhiệt hóa học sau:



Xác định biến thiên enthalpy của 2 phản ứng sau:



Giải:



Câu 18: Xét quá trình đốt cháy khí propane $[\text{C}_3\text{H}_8(g)]$: $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2 \longrightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$

Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng dựa vào nhiệt tạo thành của hợp chất (Bảng phụ lục 2) và dựa vào năng lượng liên kết (Bảng phụ lục 1). So sánh hai giá trị đó và rút ra kết luận.

Giải:

- Dựa vào nhiệt tạo thành:

$$\Delta_r H_{298}^0 = [3 \cdot \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 4 \cdot \Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O})] - \Delta_f H_{298}^0(\text{C}_3\text{H}_8) = -2042,78 \text{ kJ}$$

- Dựa vào năng lượng liên kết:

$$\Delta_r H_{298}^0 = [8 \cdot E_{\text{b}(\text{C}-\text{H})} + 2E_{\text{b}(\text{C}-\text{C})} + 5 \cdot E_{\text{b}(\text{O}=\text{O})}] - [3 \cdot 2 \cdot E_{\text{b}(\text{C}=\text{O})} + 4 \cdot 2 \cdot E_{\text{b}(\text{H}-\text{H})}] = -1718 \text{ kJ}$$

Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng dựa vào nhiệt tạo thành có giá trị âm hơn so với biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng dựa vào năng lượng liên kết.

Câu 19: Phản ứng của glycerol với nitric acid (khử nước) tạo thành trinitrolycerin $[C_3H_5O_3(NO_2)_3]$. Trinitrolycerin là một loại thuốc nổ, khi phân hủy tạo thành sản phẩm gồm có nitrogen, oxygen, carbon dioxide và hơi nước.

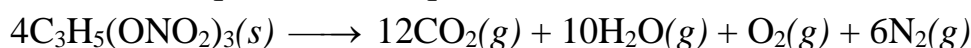
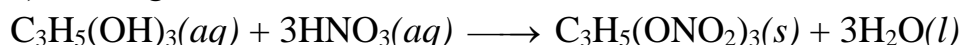
a) Viết PTHH của phản ứng điều chế trinitrolycerin từ glycerol với nitric acid và phản ứng phân hủy của trinitrolycerin.

b) Nếu phân hủy 45,4 gam trinitrolycerin, tính số mol khí và hơi tạo thành.

c) Khi phân hủy 1 mol trinitrolycerin tạo thành 1448 kJ nhiệt lượng. Tính lượng nhiệt tạo thành khi phân hủy 1 kg trinitrolycerin.

Giải:

a) Phương trình hóa học:



b) $n_{C_3H_5(ONO_2)_3} = 0,2 \text{ mol}$

$$\xrightarrow{\text{PTHH}} n_{CO_2} = 0,6; n_{H_2O} = 0,5; n_{O_2} = 0,05; n_{N_2} = 0,3 \text{ mol} \longrightarrow \sum n_k = 1,45 \text{ mol}$$

c) Nhiệt lượng tạo ra khi phân hủy 1 kg trinitrolycerin: $(1000/227) \cdot 1448 = 6378,85 \text{ kJ}$

Câu 20: Cho các phương trình nhiệt hóa học của phản ứng:



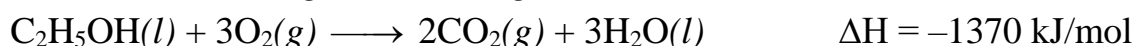
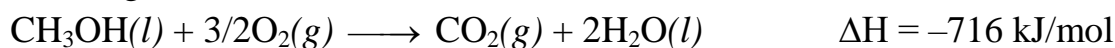
Ở điều kiện chuẩn nếu đốt cháy hoàn toàn 1,2 gam H_2 (a) và 3,2 gam S (b) thì lượng nhiệt tỏa ra hay cần cung cấp là bao nhiêu?

Giải:

- $n_{H_2} = 0,6 \text{ mol}$, lượng nhiệt tỏa ra phản ứng (a): $(857,52 \cdot 0,3)/3 = 171,504 \text{ kJ}$

- $n_S = 0,1 \text{ mol}$, lượng nhiệt tỏa ra phản ứng (b): $(792,2 \cdot 0,1)/2 = 39,61 \text{ kJ}$

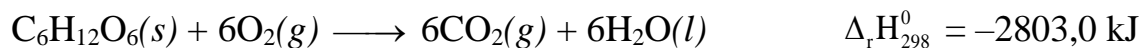
Câu 21: Một mẫu cồn X (thành phần chính là ethanol) có lẫn methanol. Đốt cháy 10 gam X tỏa ra nhiệt lượng 291,9 kJ. Xác định thành phần % tạp chất methanol trong X, biết rằng:



Giải:

$$\begin{cases} n_{CH_3OH} = x \\ n_{C_2H_5OH} = y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{10 \text{ gam}} 32x + 46y = 10 \\ \xrightarrow{291,9 \text{ kJ}} 716x + 1370y = 291,9 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,025 \\ y = 0,2 \end{cases} \longrightarrow \%m_{CH_3OH} = 8\%$$

Câu 22: Glucose là một loại monosaccarit với công thức phân tử $C_6H_{12}O_6$ được tạo ra bởi thực vật và hầu hết các loại tảo trong quá trình quang hợp từ nước và CO_2 , sử dụng năng lượng từ ánh sáng mặt trời. Dung dịch glucose 5% ($D = 1,1 \text{ g/mL}$) là dung dịch đường tiêm tĩnh mạch, là loại thuốc thiết yếu, quan trọng của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) và hệ thống y tế cơ bản. Phương trình nhiệt hóa học của phản ứng oxi hóa glucose như sau:



Tính năng lượng tối đa khi một người bệnh được truyền chai 500 mL dung dịch glucose 5%.

Giải:

$$m_{\text{dd}} = D.V = 550 \text{ gam} \Rightarrow m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 27,5 \text{ gam} \longrightarrow n_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 11/72 \text{ mol}$$

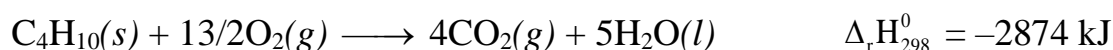
Năng lượng tối đa khi một người bệnh được truyền chai 500 mL dung dịch glucose 5% là:

$$(11/72).2803,0 = 428,23 \text{ kJ}$$

Câu 23: Khí gas chứa chủ yếu các thành phần chính: Propane (C_3H_8), butane (C_4H_{10}) và một số thành phần khác. Để tạo mùi cho gas nhà sản xuất đã pha trộn thêm chất tạo mùi đặc trưng như methanthiol (CH_3SH), có mùi giống tỏi, hành tây. Trong thành phần khí gas, tỉ lệ hòa trộn phổ biến của propane: butane theo thứ tự là 30: 70 đến 50: 50.

a) Mục đích việc pha trộn thêm chất tạo mùi đặc trưng vào khí gas là gì?

b) Cho các phương trình nhiệt hóa học sau:



Tính nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 1 bình gas 12 kg với tỉ lệ thể tích propane: butane là 30: 70 (thành phần khác không đáng kể) ở điều kiện chuẩn.

c) Giả sử một hộ gia đình cần 6000 kJ nhiệt mỗi ngày, sau bao nhiêu ngày sẽ sử dụng hết 1 bình gas (với hiệu suất hấp thụ nhiệt khoảng 60%).

Giải:

a) Mục đích pha trộn thêm chất tạo mùi đặc trưng vào khí gas để giúp phát hiện khí gas khi xảy ra sự cố rò rỉ gas.

$$\text{b) } n_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{30\% \cdot 12 \cdot 10^3}{44} = 81,8181 \text{ mol} \longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 = (-2220 \cdot n_{\text{C}_3\text{H}_8}) = -181636,36 \text{ kJ}$$

$$n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = \frac{70\% \cdot 12 \cdot 10^3}{58} = 144,8275 \text{ mol} \longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 = (-2874 \cdot n_{\text{C}_4\text{H}_{10}}) = -416234,48 \text{ kJ}$$

Tổng nhiệt lượng tỏa ra là: 597870,595 kJ.

c) Số ngày sử dụng hết bình gas 12 kg: $(597870,595 \cdot 60\%) / 6000 \approx 60$ ngày.

C. PHẦN PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1: NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỦA MỘT SỐ LOẠI LIÊN KẾT (kJ/mol)

LIÊN KẾT ĐƠN						LIÊN KẾT BỘI	
H–H	436	N–H	389	Cl–Cl	243	C=C	611
H–F	565	N–N	163	Br–Br	193	C≡C	837
H–Cl	431	N–F	272	I–I	151	O ₂	498
H–Br	364	N–Cl	200	Cl–Br	218	C=O*	736
H–I	297	N–Br	243	I–Cl	208	C≡O	1072
C–H	414	N–O	222	I–Br	175	N=O	590
C–C	347	O–H	464	S–H	368	N=N	418
C–N	305	O–O	142	S–F	327	N≡N	946
C–O	360	O–F	190	S–Cl	253	C≡N	891
C–F	485	O–Cl	203	S–Br	218	C=N	615
C–Cl	339	O–I	234	S–S	266	S=O	523
C–Br	276	F–F	159	Si–Si	226	S=S	418
C–I	240	F–Cl	253	Si–H	323	N≡O	631
C–S	259	F–Br	237	Si–C	301		
				Si–O	523		

* C=O (CO₂) là 799

PHỤ LỤC 2: ENTHALPY CHUẨN TẠO THÀNH CỦA MỘT SỐ CHẤT

$\Delta_f H_{298}^{\circ}$ (kJ.mol ⁻¹)							
Chất	$\Delta_f H_{298}^{\circ}$	Chất	$\Delta_f H_{298}^{\circ}$	Chất	$\Delta_f H_{298}^{\circ}$	Chất	$\Delta_f H_{298}^{\circ}$
Ag(s)	0	CsCl(s)	–443,0	H ₃ PO ₄ (aq)	–	NaBr(s)	–

					1271,7		361,1
AgCl(s)	– 127,0	Cs ₂ SO ₄ (s)	– 1443,0	H ₂ S(g)	–20,66	NaCl(s)	– 411,2
AgCN(s)	146,0	CuI(s)	–67,8	H ₂ SO ₃ (aq)	– 608,81	NaHCO ₃ (s)	– 950,8
Al ₂ O ₃ (s)	– 1675,7	CuS(s)	–53,1	H ₂ SO ₄ (aq)	–814,0	NaNO ₃ (aq)	67,9
BaCl ₂ (aq)	– 855,0	Cu ₂ S(s)	–79,5	HgCl ₂ (s)	–224,3	NaOH(s)	– 425,6
BaSO ₄	– 1473,2	CuSO ₄ (s)	–771,4	Hg ₂ Cl ₂ (s)	–265,4	Na ₂ CO ₃ (s)	– 1130,7
BeO(s)	– 609,4	F ₂	0	Hg ₂ SO ₄ (s)	–743,1	Na ₂ S(aq)	– 364,8
BiCl ₃ (s)	– 379,1	FeCl ₃ (s)	– 399,45	I ₂ (s)	0	Na ₂ SO ₄ (s)	– 1387,1
Bi ₂ S ₃ (s)	– 143,1	FeO(s)	–272,0	K(s)	0	NH ₄ Cl(s)	– 314,4
Br ₂ (l)	0	FeS(s)	–100,0	KBr(s)	–393,8	O ₂ (g)	0
CCl ₄ (l)	– 128,2	Fe ₂ O ₃ (s)	–824,2	KMnO ₄ (s)	–837,2	P ₄ O ₆ (s)	– 1640,1
CH ₄ (g)	–74,6	Fe ₃ O ₄ (s)	– 1118,4	KOH	– 424,764	P ₄ H ₁₀ (s)	– 2984,0
C ₂ H ₂ (g)	227,4	H(g)	218,0	LiBr(s)	–351,2	PbBr ₂ (s)	– 278,7
C ₂ H ₄ (g)	52,4	H ₂ (g)	0	LiOH(s)	–484,9	PbCl ₂ (s)	– 359,4
C ₂ H ₆ (g)	–84,0	HBr(g)	–36,3	Mn(s)	0	SF ₆ (g)	– 1229,5
CO(g)	– 110,5	HCl(g)	–92,3	MnCl ₂ (aq)	–481,3	SO ₂ (g)	– 296,8
CO ₂ (g)	– 393,5	HCl(aq)	– 167,159	Mn(NO ₃) ₂ (aq)	–576,3	SO ₃ (g)	– 395,7
CS ₂ (l)	89,0	HCN(aq)	108,9	MnO ₂ (s)	–520,0	SrO(s)	– 592,0
Ca(s)	0	HCHO(g)	–108,6	MnS(s)	–214,2	TiO ₂ (s)	– 944,0
CaCO ₃ (s)	– 1207,6	HCOOH(l)	–425,0	N ₂ (g)	0	TlI(s)	– 123,8

CaO(<i>s</i>)	$\overline{-634,9}$	HF(<i>g</i>)	-273,3	NH ₃ (<i>g</i>)	-45,9	UCl ₄ (<i>s</i>)	$\overline{-1019,2}$
Ca(OH) ₂	$\overline{-985,2}$	HI(<i>g</i>)	26,5	NH ₄ Br(<i>s</i>)	$\overline{-270,86}$	UCl ₅ (<i>s</i>)	$\overline{-1092,0}$
Cl ₂ (<i>g</i>)	0	H ₂ O(<i>l</i>)	-285,8	NO(<i>g</i>)	91,3	Zn(<i>s</i>)	0
Co ₃ O ₄ (<i>s</i>)	$\overline{-891,0}$	H ₂ O(<i>g</i>)	-241,8	NO ₂ (<i>g</i>)	33,2	ZnCl ₂ (<i>aq</i>)	$\overline{-415,1}$
CoO(<i>s</i>)	$\overline{-237,9}$	H ₂ O ₂ (<i>l</i>)	-187,8	N ₂ O(<i>g</i>)	81,6	ZnO(<i>s</i>)	$\overline{-350,5}$
Cr ₂ O ₃ (<i>s</i>)	$\overline{-1139,7}$	H ₃ PO ₄ (<i>l</i>)	$\overline{-1284,4}$	Na(<i>s</i>)	0	ZnSO ₄ (<i>aq</i>)	$\overline{-982,8}$

r: reaction (/ri'æk.fən/) – phản ứng

aq: aqueous (/ 'ei.kwi.əs/) – nước

l: liquid (/ 'lɪk.wɪd/) – chất lỏng

f: formation (/fɔ: 'meɪ.fən/) – tạo thành

s: solid (/ 'sɒl.ɪd/) – chất rắn

g: gas (/gæs/) – hơi (khí)