

CHUYÊN ĐỀ 5: NĂNG LƯỢNG CỦA PHẢN ỨNG HÓA HỌC

Phần I: HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. NHIỆT HÓA HỌC

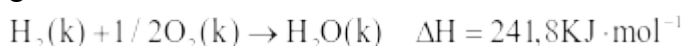
1. Nhiệt phản ứng (kí hiệu ΔH , là biến thiên enthalpy)

Trong phản ứng hóa học, vì tổng năng lượng của các chất tham gia và các chất tạo thành không bằng nhau, nghĩa là có sự biến đổi năng lượng. Sự biến đổi năng lượng (tỏa ra hoặc hấp thụ) được thể hiện dưới dạng nhiệt năng, quang năng hoặc điện năng, trong đó nhiệt năng đóng vai trò quan trọng nhất. Nhiệt phản ứng là nhiệt lượng tỏa ra hay hấp thụ trong một phản ứng hoá học. Phản ứng tỏa nhiệt $\Delta H < 0$, phản ứng thu nhiệt $\Delta H > 0$. Theo định luật bảo toàn năng lượng, nếu tổng năng lượng của các chất tham gia phản ứng lớn hơn tổng năng lượng của các chất tạo thành (sản phẩm) thì phản ứng tỏa nhiệt và ngược lại.

Ví dụ:



Chiều ngược lại là chiều thu nhiệt.



2. Năng lượng liên kết

Năng lượng liên kết là năng lượng cần thiết để phá vỡ một liên kết hóa học giữa hai nguyên tử thành các nguyên tử riêng lẻ ở trong pha khí, Năng lượng tạo thành liên kết có trị số bằng năng lượng phá vỡ liên kết nhưng trái dấu. Đối với phân tử có nhiều liên kết giống nhau (ví dụ như CH₄ có 4 liên kết C-H) thì năng lượng liên kết được lấy giá trị trung bình.

Như chúng ta đã biết, bản chất của phản ứng hóa học là sự phá vỡ các liên kết cũ của các chất tham gia phản ứng và sự tạo thành các liên kết mới của sản phẩm phản ứng. Như vậy, phản ứng sẽ giải phóng năng lượng (tỏa nhiệt) nếu tổng năng lượng tạo thành các liên kết mới lớn hơn tổng năng lượng phá vỡ các liên kết cũ.

Do đó ΔH của phản ứng:



được tính theo công thức:

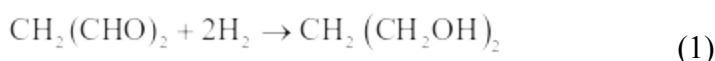
$$\Delta H = a\Delta H_A + b\Delta H_B - c\Delta H_C - d\Delta H_D$$

Trong đó ΔH_A , ΔH_B là tổng năng lượng tất cả các liên kết trong A, B, còn ΔH_C , ΔH_D là tổng năng lượng tất cả các liên kết trong C, D.

Ví dụ: Thực nghiệm cho biết năng lượng liên kết, kí hiệu là E, (theo kJ.mol/l) của một số liên kết như sau:

Liên kết	O-H (alcohol)	C=O (RCHO)	C-H (alkane)	C-C (alkane)
E	437,6	705,2	412,6	331,5
Liên kết	C-O (ancol)	C-C (RCHO)	C-H (RCHO)	H-H
E	332,8	350,3	415,5	430,5

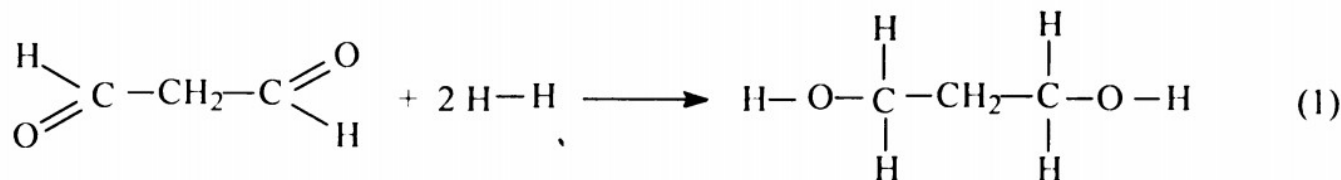
a) Tính nhiệt phản ứng (ΔH^0_{pr}) của phản ứng:



b) ΔH^0_{pr} tính được ở trên liên hệ như thế nào với độ bền của liên kết hóa học trong chất tham gia và sản phẩm của phản ứng (1)?

Giải

a) Phương trình phản ứng:



$$\Delta H_{\text{pu}}^0 = \sum_i^m v_i E_i - \sum_j^n v_j E_j$$

i là liên kết thứ i trong chất đầu; v_i là số mol liên kết i

j là liên kết thứ j trong chất cuối; v_j là số mol liên kết j

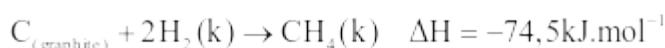
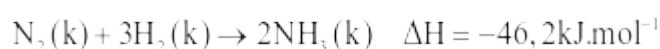
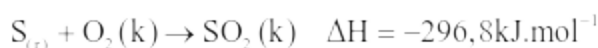
$$\begin{aligned} \text{Vậy } \Delta H_{\text{pu}}^0 &= (2E_{\text{C-O}} + 2E_{\text{H-H}} + 2E_{\text{C-H(RCHO)}} + 2E_{\text{C-H(Ankan)}} + 2E_{\text{C-C(RCHO)}}) \\ &\quad - (2E_{\text{C-O}} + 2E_{\text{O-H}} + 6E_{\text{C-H(Ankan)}} + 2E_{\text{C-C(Ankan)}}) \\ &= (2.705,2 + 2.430,5 + 2.415,5 + 2.412,6 + 2.350,3) - (2.332,8 + 2.437,6 + 6.412,6 + 2.331,5) \\ &= 2(705,2 + 430,5 + 415,5 + 350,3) - 2(332,8 + 437,6 + 2.412,6 + 331,5) \\ &= -51,2 \text{ (kJ)} \end{aligned}$$

b) Phản ứng tỏa nhiệt vì tổng năng lượng cần thiết để phá hủy các liên kết ở các phân tử chất đầu nhỏ hơn tổng năng lượng tỏa ra khi hình thành các liên kết ở phân tử chất cuối.

3. Nhiệt tạo thành

Nhiệt tạo thành của một chất là nhiệt lượng tỏa ra hay hấp thụ trong phản ứng tạo thành 1 mol chất đó từ các đơn chất.

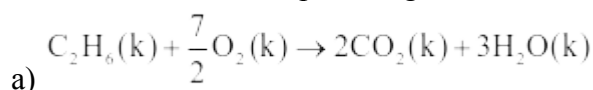
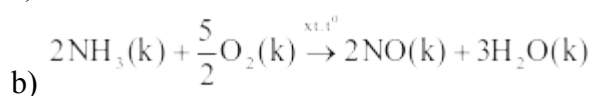
Ví dụ 1: Ở $P = 1\text{atm}$, $T = 298\text{K}$



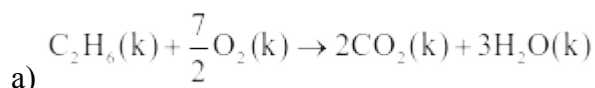
Đối với phản ứng hóa học thì nhiệt phản ứng ΔH bằng tổng nhiệt tạo thành của sản phẩm trừ tổng nhiệt tạo thành của các chất tham gia:

$$\Delta H = \Delta H(\text{sản phẩm}) - \Delta H(\text{tham gia})$$

Ví dụ 2: Tính API của các phản ứng sau:

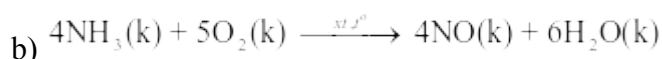


Giải



Ta có:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta H_{(\text{sp})} - \Delta H_{(\text{tg})} = 2\Delta H_{\text{CO}_2} + 3\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta H_{\text{C}_2\text{H}_6} - \frac{7}{2}\Delta H_{\text{O}_2} \\ &= 2.(-393,5) + 3.(-241,8) - (-84,7) - 3,5.0 = -1427,7 \text{ kJ} \end{aligned}$$



Tương tự ta cũng có:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta H_{(\text{sp})} - \Delta H_{(\text{tg})} = 4\Delta H_{\text{NO}} + 6\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} - 4\Delta H_{\text{NH}_3} - 5\Delta H_{\text{O}_2} \\ &= 4.90,3 + 6.(-241,8) - 4.(-46,2) - 5.0 = -904,8 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Chú ý: - Bảng nhiệt tạo thành của một số chất ở điều kiện chuẩn ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) (1 bar, 25°C).

Chất	$\text{NH}_3(\text{k})$	$\text{SO}_2(\text{k})$	$\text{SO}_3(\text{k})$	$\text{CO}(\text{k})$	$\text{CO}_2(\text{k})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{k})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{NO}(\text{k})$
ΔH°	-46,2	-296,8	-395,7	-110,5	-393,5	-241,8	-285,8	+90,3
Chất	$\text{NO}_2(\text{k})$	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{k})$	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{k})$	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{k})$	$\text{C}_6\text{H}_6(\text{k})$	$\text{CH}_4(\text{k})$	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$	$\text{NaOH}(\text{r})$
ΔH°	+90,3	+52,3	-84,7	+226,8	-48,6	-74,5	-814,0	-425,6

- Tất cả các đơn chất và nguyên tố bền đều có nhiệt tạo thành bằng 0.

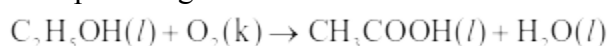
Ví dụ 3: Đốt cháy một lượng xác định $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ ở $P = \text{const} = 1 \text{ atm}$ và 273K trong sự có mặt của $22,4 \text{ dm}^3$ **oxygen** toả ra 343 kJ :

- Tính số mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ đã dùng, biết rằng sau phản ứng còn lại $5,6 \text{ dm}^3$ **oxygen** ở điều kiện chuẩn (273K và 1 atm);

- Tính nhiệt cháy chuẩn của $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ở 273K

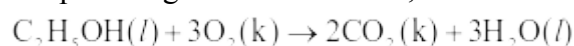
- Ở 273K nhiệt cháy chuẩn của **acetic acid** là $-874,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Tính ΔH_{273}^0 của phản ứng:



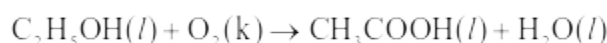
Giải

$$n_{\text{O}_2 \text{ phản ứng}} = \frac{22,4 - 5,6}{22,4} = 0,75 \text{ mol}$$



$$0,25 \leftarrow 0,75$$

$$\Rightarrow \Delta H_{223, \text{c}}^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})) = \frac{1}{0,25} \times (-343) = -1372 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$



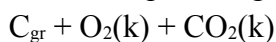
Vì nhiệt cháy của O_2 và H_2O ở 273K bằng không nên:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \Delta H_{273}^0 &= \Delta H_{273, \text{c}}^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})) - \Delta H_{273, \text{c}}^0(\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})) \\ &= -1372 - (-874,5) = -497,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Chú ý:

(1) **Nhiệt sinh chuẩn của một chất:** Là nhiệt phản ứng tạo thành 1 mol chất đó từ các đơn chất trong điều kiện các chất tham gia phản ứng và sản phẩm của phản ứng phải là nguyên chất ở 1 atm và giữ nguyên P , T , thường $T = 298\text{K}$ và được kí hiệu $\Delta H_{298, \text{s}}^0$.

Ví dụ: $\Delta H_{298, \text{s}}^0(\text{CO}_2) = -393,51 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Nó là nhiệt của phản ứng sau ở 25°C khi $P_{\text{O}_2} = P_{\text{CO}_2} = 1 \text{ atm}$

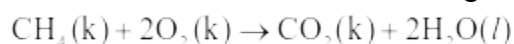


- Từ định nghĩa trên ta suy ra rằng nhiệt sinh chuẩn của đơn chất bền bằng không.

$$\Delta H_{298}^0 \text{ phản ứng} = \Delta H_{298, \text{s}}^0(\text{sản phẩm}) - \Delta H_{298, \text{s}}^0(\text{tham gia})$$

(2) **Nhiệt cháy chuẩn của một chất:** Là nhiệt phản ứng đốt cháy hoàn toàn 1 mol chất đó bằng **oxygen** tạo thành các **oxide** bền với hoá trị cao nhất của các nguyên tố khi các chất trong phản ứng đều nguyên chất ở $P = 1 \text{ atm}$ và giữ áp suất và nhiệt độ không đổi, thường $T = 298\text{K}$ và được kí hiệu là $\Delta H_{298, \text{c}}^0$.

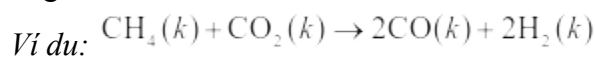
Ví dụ: $\Delta H_{298, \text{c}}^0(\text{CH}_4) = -890,34 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ứng với nhiệt phản ứng sau ở 25°C và $P_{\text{CH}_4} = P_{\text{O}_2} = P_{\text{CO}_2} = 1 \text{ atm}$



$$\Delta H_{298}^0 \text{ phản ứng} = \Delta H_{298, \text{c}}^0(\text{tham gia}) - \Delta H_{298, \text{c}}^0(\text{sản phẩm})$$

(3) **Điều kiện chuẩn của một phản ứng:** Các chất trong phản ứng phải là nguyên chất ở $P = 1 \text{ atm}$, nếu là chất tan trong dung dịch thì nồng độ mol của nó (hoặc ion) là 1 M và phản ứng phải tiến hành ở áp suất

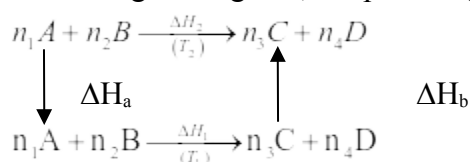
không đổi (hoặc thể tích không đổi) và $T = \text{const}$, thường thì $T = 298\text{K}$. Trong trường hợp này nhiệt phản ứng được kí hiệu là ΔH_{298}^0 .



- Điều kiện chuẩn của phản ứng này là $P_{\text{CH}_4} = P_{\text{CO}_2} = P_{\text{CO}} = P_{\text{H}_2} = 1\text{atm}$ và duy trì áp suất và nhiệt độ không đổi.

4. Định luật Hess (Hexo)

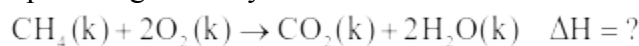
Nhiệt phản ứng (biến thiên ΔH) của một phản ứng hóa học chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối của các chất, không phụ thuộc vào các giai đoạn trung gian của quá trình, nghĩa là vào con đường đi tới sản phẩm cuối cùng. Chẳng hạn, xét phản ứng sau đây thực hiện bằng 2 con đường:



Theo định luật Hess ta có: $\Delta H_2 = \Delta H_a + \Delta H_1 + \Delta H_b$

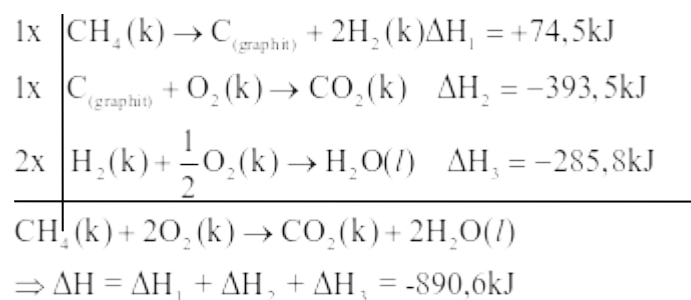
Phương trình phản ứng có viết kèm theo nhiệt phản ứng gọi là phương trình nhiệt hóa học.

Ví dụ 1: Tính nhiệt của phản ứng đốt cháy metan:



Giải

Ta có thể viết:



Ví dụ 2: Ở 25°C phản ứng sau: $2\text{H}_2(k) + \text{O}_2(k) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} \quad (\text{h})$

toả ra một nhiệt lượng là $483,66\text{ kJ}$ trong điều kiện áp suất riêng phần của mỗi khí trong phản ứng bằng 1 atm và phản ứng thực hiện ở áp suất là hằng số. Nhiệt bay hơi của nước lỏng ở 25°C và 1 atm là $44,01\text{ kJ.mol}^{-1}$

- Tính nhiệt sinh chuẩn của $\text{H}_2\text{O} (\text{h})$ và $\text{H}_2\text{O} (l)$ ở 25°C
- Tính nhiệt lượng toả ra khi dùng 6 gam H_2 để phản ứng tạo thành $\text{H}_2\text{O} (l)$

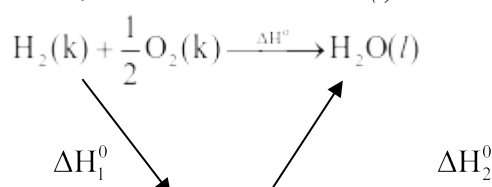
Giải

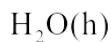
Điều kiện chuẩn của sự tạo thành $1\text{ mol H}_2\text{O} (\text{h})$ từ các đơn chất bền ở $T = \text{const}$ là $P_{\text{H}_2} = P_{\text{O}_2} = P_{\text{H}_2\text{O}(\text{h})} = 1\text{atm}$

- Vậy nhiệt sinh chuẩn của $\text{H}_2\text{O} (\text{h})$ ở 25°C là:

$$\Delta H_{298}^0 = -\frac{483,66}{2} = -241,83\text{ kJ.mol}^{-1}$$

- Nhiệt sinh chuẩn của $\text{H}_2\text{O} (l)$ ở 25°C là:





Theo định luật Hess:

$$\Delta H^0 = \Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 = -241,83 + (-44,01) = -285,84 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{298,s}^0(\text{H}_2\text{O}) = -285,84 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

- Nhiệt lượng toả ra khi 6 gam H_2 phản ứng với O_2 ở điều kiện chuẩn và 25°C tạo thành $\text{H}_2\text{O}(l)$ là

$$\Delta H_{298}^0 = \frac{6}{2} \times (-285,84) = -857,52 \text{ kJ}$$

Chú ý: Ở $P = \text{const}$ khi một chất nguyên chất chuyển pha (đông đặc, nóng chảy, sôi, hoá lỏng, thăng hoa, chuyển dạng tinh thể) thì trong suốt quá trình chuyển pha nhiệt độ là không đổi. Nhiệt lượng trao đổi với một trường khi 1 mol chất chuyển pha được gọi là nhiệt chuyển pha.

5. Các hệ quả của định luật Hess

- Nhiệt phản ứng của phản ứng thuận bằng phản ứng của phản ứng nghịch nhưng ngược dấu.

- Nhiệt phản ứng của một phản ứng bằng tổng nhiệt sinh của các chất sản phẩm trừ đi tổng nhiệt sinh của các chất tham gia phản ứng.

$$\Delta H = \sum \Delta H_s(\text{sản phẩm}) - \sum \Delta H_s(\text{tham gia})$$

- Nhiệt phản ứng của một phản ứng bằng tổng nhiệt cháy của các chất tham gia phản ứng trừ đi tổng nhiệt cháy của các sản phẩm phản ứng.

$$\Delta H = \sum \Delta H_c(\text{tham gia}) - \sum \Delta H_c(\text{sản phẩm})$$

Ví dụ: Tính nhiệt của phản ứng sau ở 25°C và áp suất của các chất đều không đổi và bằng 1 atm:

Biết $\Delta H_{298,c}^0$ của C_2H_2 , H_2 và C_2H_6 lần lượt là:

$$-1299,63; -285,84; -1559,88 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Giải

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } \Delta H_{298}^0 &= \Delta H_{298,c}^0(\text{C}_2\text{H}_2) + 2\Delta H_{298,c}^0(\text{H}_2) - \Delta H_{298,c}^0(\text{C}_2\text{H}_6) \\ &= -1299,63 - 2.285,84 - (-1559,88) = -311,43 \text{ kJ} \end{aligned}$$

II. NHIỆT ĐỘNG HỌC

1. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động học

"Năng lượng không tự sinh ra hoặc tự mất đi mà chỉ có thể biến đổi từ một dạng này thành một dạng khác". Có thể phát biểu nguyên lý thứ nhất theo cách khác: "Năng lượng của một hệ cô lập với môi trường xung quanh là một hằng số".

Sự trao đổi năng lượng của hệ với môi trường xung quanh có thể thực hiện bằng hai con đường: hệ nhận một lượng nhiệt ($+Q$) của môi trường bên ngoài và thực hiện một công ($-A$) hoặc hệ nhận một công ($+A$) từ môi trường bên ngoài và tỏa ra một lượng nhiệt (-2). Như vậy sự biến đổi năng lượng của hệ (ΔE) được biểu diễn dưới dạng biểu thức toán học:

$$\Delta E = Q + A$$

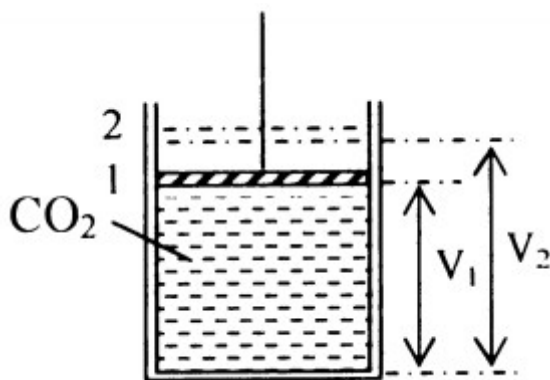
Đây là dạng toán học của nguyên lý thứ nhất nhiệt động học.

2. Nội năng, U

Nội năng U của một hệ là tổng động năng và thế năng của tất cả các hạt vi mô trong hệ (phân tử, nguyên tử, electron, hạt nhân, dao động, quay, tịnh tiến,...) Ta không thể đo được giá trị tuyệt đối của nội năng, nhưng có thể biết được sự biến đổi nội năng của hệ nhờ nhiệt và công mà hệ trao đổi với môi trường xung quanh. Một hệ được xác định bởi những tính chất đặc trưng là: thành phần, nhiệt độ, áp suất và thể tích.

Nội năng U là một hàm trạng thái, tức là nội năng chỉ phụ thuộc vào trạng thái của hệ không phụ thuộc vào hệ đó được hình thành như thế nào.

Ví dụ: Khi đun nóng pittong (truyền nhiệt cho CO₂, làm tăng động năng của khí tức tăng nội năng U), khí giãn nở và đẩy pittong từ trạng thái 1 đến trạng thái 2 (hình bên) thì dừng lại (cân bằng áp suất trong và ngoài pittong). Gọi Q là lượng nhiệt hệ hấp thụ:



$$A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$$

Ta có độ biến thiên nội năng:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - A = Q - P\Delta V$$

Trong trường hợp thể tích của hệ không đổi (gọi là đẳng tích) thì

$$\Delta U = Q_v$$

Vậy nhiệt đẳng tích là một hàm trạng thái nghĩa là nó chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối.

3. Enthalpy, H

Đa số các phản ứng hóa học xảy ra ở áp suất không đổi (ví dụ như áp suất khí quyển), thì biểu thức về lượng nhiệt mà hệ hấp thụ Q_p trở thành:

$$Q_p = \Delta U + P\Delta V = U_2 + PV_2 - (U_1 + PV_1)$$

Đặt $H = U + PV$ thì

$$Q_p = H_2 - H_1 = \Delta H$$

H được gọi là entanpi, nó là một hàm trạng thái vì U và PV là hàm trạng thái.

ΔH là sự biến thiên entanpi của hệ.

4. Phản ứng tỏa nhiệt hay thu nhiệt

- Phản ứng nhường nhiệt cho môi trường gọi là phản ứng tỏa nhiệt, khi đó:

$$\Delta H = Q_p < 0 \quad \text{hoặc} \quad \Delta U = Q_v < 0$$

- Phản ứng nhận nhiệt của một trường gọi là phản ứng thu nhiệt, nghĩa là:

$$\Delta H = Q_p > 0 \quad \text{hoặc} \quad \Delta U = Q_v > 0$$

5. Quan hệ giữa Q_p và Q_v

Ta có: $Q_p = \Delta H = \Delta(U + PV) = \Delta U + P\Delta V = Q_v + \Delta nRT$ (11)

Trong đó: Δn bằng số mol khí ở vế 2 của phản ứng trừ đi số mol khí ở vế 1 của phản ứng (các khí đều được coi là khí lí tưởng).

Khi $\Delta n = 0$ thì $\Delta H = \Delta U$

Nếu Q_p và Q_v tính bằng jun thì $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

6. Nhiệt dung mol C

Nhiệt lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của 1 mol lên 1K và trong quá trình này không có sự biến đổi trạng thái (như nóng chảy, sôi, .v.v...). Để nâng nhiệt độ 1 mol chất từ T_1 đến T_2 cần một nhiệt lượng Q thì nhiệt dung mol trung bình của chất đó trong khoảng từ T_1 đến T_2 là:

$$\bar{C} = \frac{Q}{T_2 - T_1} = \frac{Q}{\Delta T}$$

Khi $\Delta T > 0$ thì nhiệt dung mol thực:

$$C = \frac{\delta Q}{dT}$$

Đơn vị của nhiệt dung mol C thường $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

- Nhiệt dung mol đẳng áp C_p : quá trình thực hiện ở $P = \text{const}$

$$dH = C_p dT \Rightarrow \Delta H = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$$

Nếu trong khoảng nhiệt độ từ T_1 đến T_2 , mà C_p không thay đổi thì:

$$\Delta H = C_p (T_2 - T_1) \Rightarrow C_p = \frac{\Delta H}{T_2 - T_1}$$

- Nhiệt dung mol đẳng tích C_v : quá trình thực hiện ở $V = \text{const}$

$$dU = C_v dT \Rightarrow \Delta U = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT$$

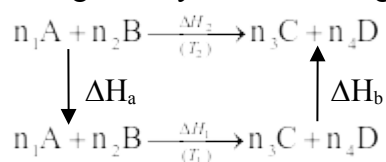
Nếu trong khoảng nhiệt độ từ T_1 đến T_2 mà C_v , không thay đổi thì:

$$\Delta U = C_v (T_2 - T_1) \Rightarrow C_v = \frac{\Delta U}{T_2 - T_1}$$

Trong hệ SI, đơn vị nhiệt dung mol là $J \cdot K^{-1}$

7. Sự phụ thuộc của hiệu ứng nhiệt vào nhiệt độ. Định luật Kirchhoff

Xét phản ứng sau đây thực hiện bằng 2 con đường:



Theo định luật Hess ta có: $\Delta H_2 = \Delta H_a + \Delta H_1 + \Delta H_b$

Mặt khác: $\Delta H_a = \int_{T_2}^{T_1} (n_1 C_{pA} + n_2 C_{pB}) dT = - \int_{T_1}^{T_2} (n_1 C_{pA} + n_2 C_{pB}) dT$

$$\Delta H_b = \int_{T_1}^{T_2} (n_3 C_{pC} + n_4 C_{pD}) dT$$

$$\Rightarrow \Delta H = \Delta H_1 + \int_{T_1}^{T_2} (n_3 C_{pC} + n_4 C_{pD}) dT - \int_{T_1}^{T_2} (n_1 C_{pA} + n_2 C_{pB}) dT$$

$$= \Delta H_1 + \int_{T_1}^{T_2} (n_3 C_{pC} + n_4 C_{pD} - n_1 C_{pA} - n_2 C_{pB}) dT = \Delta H_1 + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT$$

Đây là công thức định luật Kirchhoff.

Thường ΔH_1 được xác định ở điều kiện chuẩn và 298K nên:

$$\Delta H_T = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta C_p dT$$

Ở đây: $\Delta C_p = \sum C_p (\text{sản phẩm}) - \sum C_p (\text{tham gia})$

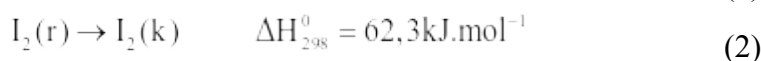
8. Nhiệt chuyển pha (nhiệt biến đổi trạng thái)

Ở $P = \text{const}$ khi một chất nguyên chất chuyển pha (đông đặc, nóng chảy, sôi, hoá lỏng, thăng hoa, chuyển dạng tinh thể) thì trong suốt quá trình chuyển pha nhiệt độ là không đổi. Nhiệt lượng trao đổi với một trường khi 1 mol chất chuyển pha được gọi là nhiệt chuyển pha.

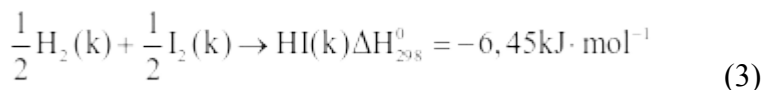
Ví dụ: Ở 25°C nhiệt thăng hoa của **iodine** là 62,3 kJ/mol. Enthalpy chuẩn trong sự hình thành HI (k) là 24,7 kJ/mol. Tính biến thiên enthalpy ứng với sự hình thành HI (k) từ **iodine** với **hydrogen** ở thể khí ở 225°C, biết rằng khoảng nhiệt độ từ 25°C đến 225°C nhiệt dung trung bình của các chất như sau:

Chất	H ₂ (k)	I ₂ (k)	HI(k)
C _p (J/mol)	29,08	33,56	29,87

Giải



Lấy phương trình (2) chia đôi rồi lấy (1) trừ đi, ta được:



Từ phương trình Kirchhoff ta có:

$$\begin{aligned} \Delta H_{498}^0 &= \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^{498} \Delta C_p dT = \Delta H_{298}^0 + \Delta C_p (498 - 298) \\ \Rightarrow \Delta H_{498}^0 &= -6,45 \cdot 10^3 + \left(29,87 - \frac{1}{2} \cdot 29,08 - \frac{1}{2} \cdot 33,56 \right) 200 = -6740 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

9. Entropy, S

Nguyên lý bảo toàn năng lượng với sự xuất hiện các hàm nội năng U và enthalpy H mới chỉ thiết lập được mối tương quan giữa nhiệt và công cũng như sự tính hai đại lượng này trong các quá trình hóa học. Tuy nhiên trong thực tế người ta lại có vấn đề về khả năng diễn biến của quá trình trong những điều kiện đã cho về nhiệt độ và áp suất. Để giải quyết vấn đề này người ta phải sử dụng hàm số mới đó là hàm entropy, kí hiệu bằng chữ S và được định nghĩa như sau:

$$dS = \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{tn} \quad (1)$$

Đối với quá trình thuận nghịch (tn), hữu hạn giữa hai trạng thái 1 và 2, phương trình (1) có dạng:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{tn} \quad (2)$$

Nếu quá trình thuận nghịch từ 1 đến 2 là đẳng nhiệt thì (2) trở thành:

$$\Delta S_T = \frac{Q}{T} \quad (3)$$

Đối với quá trình thuận nghịch đoạn nhiệt ($\delta Q = 0$) thì $dS = 0$ và do đó $\Delta S = 0$. Nếu sự chuyển hóa từ (1) đến (2) là không thuận nghịch thì

$$dS > \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{ktn} \quad (4)$$

Đối với quá trình đẳng nhiệt không thuận nghịch thì:

$$\Delta S > \left(\frac{Q}{T} \right)_{ktn} \quad (5)$$

Từ (1) và (4) ta có biểu thức toán tổng quát đối với nguyên lý II của nhiệt động lực học:

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T} \quad (6)$$

Khi hệ nhiệt động được gộp với môi trường xung quanh làm thành một hệ cô lập thì:

$$\Delta S_{\text{hệ cô lập}} = (\Delta S_{\text{hệ nhiệt động}} + \Delta S_{\text{môi trường}}) \geq 0$$

Nếu trong hệ cô lập chỉ diễn ra quá trình thuận nghịch thì:

$$\Delta S_{\text{hệ cô lập}} = 0 \Rightarrow S = \text{const}$$

Nếu trong hệ cô lập chỉ diễn ra quá trình không thuận nghịch thì $\Delta S_{\text{hệ cô lập}} > 0$, nghĩa là $S_2 > S_1$.

Về ý nghĩa vật lý, entropi S đặc trưng cho tính hỗn loạn của hệ nhiệt động. ΔS trong một số quá trình:

- $P = \text{const}$:

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} C_p d \ln T$$

Khi C_p là một hằng số thì:

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (7)$$

• $V = \text{const}$:

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} C_v d \ln T = C_v \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (8)$$

(C_v là hằng số trong khoảng T_1, T_2)

• ΔS của khí lý tưởng: Đối với n mol khí lý tưởng thì:

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} + nC_v \ln \frac{T_2}{T_1} \quad \text{với } C_v = \text{const} \quad (9)$$

Hoặc:

$$\Delta S = nR \ln \frac{P_1}{P_2} + nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} \quad \text{với } C_p = \text{const} \quad (10)$$

ΔS của phản ứng hóa học:

$$\Delta S_{\text{phản ứng}} = \sum S_{\text{sản phẩm}} - \sum S_{\text{tham gia}}$$

Ở điều kiện chuẩn:

$$\Delta S^{\circ}_{\text{phản ứng}} = \sum S^{\circ}_{\text{sản phẩm}} - \sum S^{\circ}_{\text{tham gia}}$$

Ví dụ 1: Tính ΔS trong quá trình:

a) Dẫn nở đẳng nhiệt 2 mol khí lý tưởng từ **1,2 lít** đến **2,2 lít**.

b) Đun nóng 100 gam nước từ 10°C đến 20°C ở $P = \text{const}$, biết C_p của nước bằng $75,3 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

c) Trộn 5 gam nước đá ở 0°C với 30 gam nước ở 40°C trong một hệ cô lập. Nhiệt nóng chảy của nước đá bằng $334,4 \text{ J.gam}^{-1}$, tỉ nhiệt của nước bằng $4,18 \text{ J.K.gam}^{-1}$.

Giải

a) Áp dụng công thức (9) trong điều kiện $T = \text{const}$, đối với 2 mol khí:

$$\Delta S = 2,8,314 \cdot \ln \frac{2,2}{1,2} = 10,07 \text{ J.K}^{-1}$$

b) Áp dụng công thức:

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{100}{18} \cdot 75,3 \ln \frac{273+20}{273+10} = 14,52 \text{ J.K}^{-1}$$

c) Gọi t là nhiệt độ lúc cân bằng sau khi pha trộn. Ta có:

$$5 \cdot 334,4 + 5 \cdot 4,18t = 30 \cdot 4,18(40 - t) \Rightarrow t = 22,85^{\circ}\text{C}$$

Gọi ΔS_1 là độ tăng entropy trong sự chuyển hóa 5 gam nước đá từ 0°C thành nước lỏng ở $22,85^{\circ}\text{C}$. Ta có:

$$\Delta S_1 = \frac{5 \cdot 334,4}{273} + 5 \cdot 4,18 \ln \frac{273+22,85}{273} = 7,80 \text{ J.K}^{-1}$$

Gọi ΔS_2 là độ giảm entropy trong sự chuyển hóa 30 gam nước lỏng từ 40°C thành nước lỏng ở $22,85^{\circ}\text{C}$. Ta có:

$$\Delta S_2 = 30 \cdot 4,18 \ln \frac{273+22,85}{273+40} = -7,06 \text{ J.K}^{-1}$$

ΔS trong sự trộn bằng tổng ΔS_1 và ΔS_2 :

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 7,80 - 7,06 = 0,74 \text{ J.K}^{-1}$$

Ví dụ 2: Tính ΔS trong quá trình khuếch tán vào nhau của 0,5 mol khí N_2 và 0,5 mol khí O_2 . Ở trạng thái nguyên chất mỗi chất khí ở cùng điều kiện về nhiệt độ, áp suất và thể tích.

Giải

Sự khuếch tán của hai khí làm tăng gấp hai lần thể tích ở $T = \text{const}$, do đó:

$$\Delta S_{O_2} = nR \ln \frac{V_2}{V_1} = 0,5.8,314 \cdot \ln \frac{2}{1} = 2,88 \text{ J.K}^{-1}$$

$$\Delta S_{N_2} = nR \ln \frac{V_2}{V_1} = 0,5.8,314 \cdot \ln \frac{2}{1} = 2,88 \text{ J.K}^{-1}$$

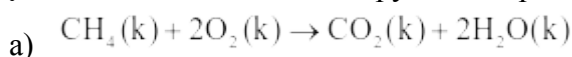
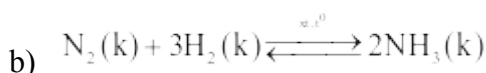
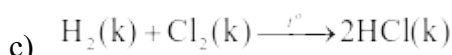
Vậy:

$$\Delta S = 2.2,88 = 5,76 \text{ J.K}^{-1}$$

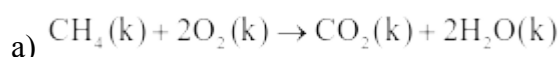
Bảng giá trị entropy của một số chất ở điều kiện tiêu chuẩn. S° ở 25°C ($\text{J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)

Rắn		Lỏng		Khí	
Fe_2O_3	87,4	H_2O	70,1	NH_3	192,7
$\text{C}_{\text{kim cương}}$	2,4	CH_3OH	126,8	H_2S	205,6
$\text{C}_{\text{graphit}}$	5,8	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	160,7	CO	197,6
I_2	116,1	CH_3COOH	159,8	CO_2	213,7
$\text{P}_{\text{trắng}}$	41,1	Hg	75,9	H_2	130,6
$\text{S}_{\text{hình thoi}}$	32,0	CCl_4	216,4	N_2	191,5
Fe	27,3	Br_2	152,2	Cl_2	223,0
NaBr	87,2	HNO_3	155,6	O_2	205,0
NaCl	72,5			O_3	238,8
CaCO_3	92,9			HCl	186,8
CaO	38,1			CH_4	86,1
H_2O	39,3			H_2O	188,7

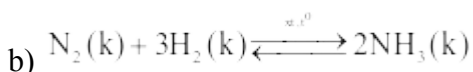
Ví dụ 3: Tính độ biến thiên entropy của các phản ứng sau ở điều kiện chuẩn:



Giải



$$\Delta S^\circ = S^\circ_{\text{CO}_2} + 2S^\circ_{\text{H}_2\text{O}} - (S^\circ_{\text{CH}_4} + 2S^\circ_{\text{O}_2}) = 213,7 + 2.188,7 - (86,1 + 2.205) = 95 \text{ J.K}^{-1}$$



$$\Delta S^\circ = 2S^\circ_{\text{NH}_3} - (3S^\circ_{\text{H}_2} + S^\circ_{\text{N}_2}) = 2.192,7 - (3.130,6 + 191,5) = -197,9 \text{ J.K}^{-1}$$

Biểu thức định lượng giữa năng lượng dưới dạng nhiệt của hệ truyền cho môi trường xung quanh ở áp suất không đổi và độ tăng entropy của môi trường xung quanh là:

$$\Delta S_{\text{môi trường xung quanh}} = -\frac{\Delta H_{\text{hệ}}}{T}$$

Ví dụ 4: Tính độ biến thiên entropi của quá trình làm tan 1 mol nước đá, biết nhiệt nóng chảy của nước đá là 6020 J.mol^{-1}

Giải

$$\Delta S = \frac{n\Delta H_{\text{nc}}}{T} = \frac{1.6020}{273} = 22,05 \text{ J.K}^{-1}$$

III. THẾ NHIỆT ĐỘNG G VÀ F

Từ nguyên lí II với sự xuất hiện hàm entropy S , ta đã biết rằng trong hệ cô lập chỉ có những quá trình nào làm tăng entropy ($\Delta S > 0$) mới có thể tự xảy ra. Đối với những quá trình xảy ra không trong điều kiện cô lập, thì có những hàm số khác với những biến số tương ứng; đó là những hàm số $G(T, P)$ và hàm $F(T, V)$. Chúng là các hàm trạng thái. Các hàm số G và F là các thế nhiệt động và được định nghĩa như sau:

$$G = H - TS; F = U - TS$$

Thế nhiệt động G còn được gọi là năng lượng tự do Gibbs; F còn được gọi là năng lượng tự do Hiemhonn. G và F đều được gọi là năng lượng tự do vì đó là phần năng lượng tự do chuyển thành công. Từ các biểu thức định nghĩa đối với G và F ta có:

$$\bullet \text{ Đối với } G \text{ ở } T, P = \text{const thì } \Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (1)$$

$$\bullet \text{ Đối với } F \text{ ở } T, V = \text{const thì } \Delta F = \Delta U - T\Delta S \quad (2)$$

Các hàm G và F được dùng làm tiêu chuẩn đánh giá chiều hướng của quá trình. Thực vậy nếu quá trình tự xảy ra ở $T, P = \text{const}$ thì phải kèm theo sự giảm của G tức là $\Delta G = G_2 - G_1 < 0$. Còn ở $T, V = \text{const}$ quá trình diễn biến theo chiều giảm F tức là $\Delta F = F_2 - F_1 < 0$.

Ghi chú:

+) Trong thực tế khi tính ΔG theo (1) chỉ có điều kiện đẳng áp, $P = \text{const}$, được tuân theo. Lúc đó ta dùng từ "chuẩn" thay cho từ "tiêu chuẩn". Vậy: *Điều kiện chuẩn hay trạng thái chuẩn của một chất, khi $P = 1 \text{ atm}$ là trạng thái bền nhất của chất ở điều kiện đó.* Kí hiệu "0" vẫn được dùng có ghi thêm T như $\Delta H^\circ_r, \Delta S^\circ_r, \Delta G^\circ_r$. Tuy nhiên, để tránh rườm rà, người ta thường bỏ T . Do đó phải lưu ý *trạng thái tiêu chuẩn khác trạng thái chuẩn*.

+) Cũng như ΔH thì ΔG và ΔS là các hàm của nhiệt độ, tức là $\Delta G = f(T)$; $\Delta S = f(T)$. Lưu ý:

$$\frac{\Delta G^\circ_{T_2}}{T_2} - \frac{\Delta G^\circ_{T_1}}{T_1} = - \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta H^\circ_r}{T^2} dT$$

Nếu ΔH không phụ thuộc vào nhiệt độ thì:

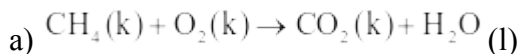
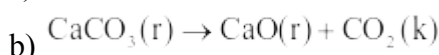
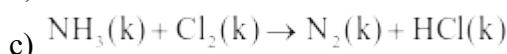
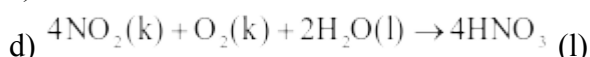
$$\frac{\Delta G^\circ_{T_2}}{T_2} - \frac{\Delta G^\circ_{T_1}}{T_1} = \frac{\Delta H^\circ_r (T_2 - T_1)}{T_1 T_2}$$

+) Đối với phản ứng hóa học diễn ra ở điều kiện chuẩn thì:

$$\Delta G^\circ = \sum \Delta G^\circ_{\text{hnt}} (\text{sản phẩm}) - \sum \Delta G^\circ_{\text{hnt}} (\text{chất đầu})$$

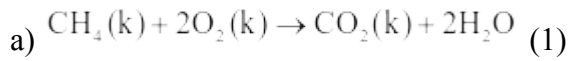
trong đó, $\Delta G^\circ_{\text{hnt}}$ là biến thiên năng lượng tự do chuẩn của sự hình thành hợp chất từ các đơn chất. Đối với đơn chất $\Delta G^\circ_{\text{hnt}} = 0$.

Ví dụ: Tính độ biến thiên năng lượng tự do Gibbs của các phản ứng sau:

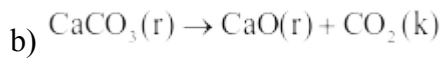


Cho biết: Năng lượng tự do Gibbs, $\Delta G^\circ \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$ ở ($T = 25^\circ\text{C}$) của một số hợp chất như sau:

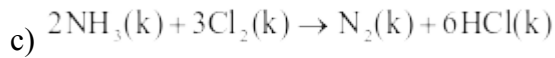
Hợp chất	ΔG°	Hợp chất	ΔG°
$\text{CH}_4(\text{k})$	-50,8	$\text{NH}_3(\text{k})$	-16,4
$\text{CO}_2(\text{k})$	-394,4	$\text{HCl}(\text{k})$	-95,3
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-237,2	$\text{NO}_2(\text{k})$	51,3
$\text{CaCO}_3(\text{r})$	-1128,8	$\text{HNO}_3(\text{l})$	-80,8
$\text{CaO}(\text{r})$	-605,5		



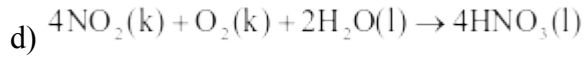
$$\Delta G^0 = \Delta G_{\text{CO}_2}^0 + 2\Delta G_{\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta G_{\text{CH}_4}^0 = -394,4 + 2 \cdot (-237,2) - (-50,8) = -818 \text{ kJ}$$



$$\Delta G^0 = \Delta G_{\text{CaO}}^0 + \Delta G_{\text{CO}_2}^0 - \Delta G_{\text{CaCO}_3}^0 = -605,5 + (-394,4) - (-1128,8) = 128,9 \text{ kJ}$$



$$\Delta G^0 = 6\Delta G_{\text{HCl}}^0 - 2\Delta G_{\text{NH}_3}^0 = 6 \cdot (-95,3) - 2 \cdot (-16,4) = -539 \text{ kJ}$$



$$\Delta G^0 = 4\Delta G_{\text{HNO}_3}^0 - \left(4\Delta G_{\text{NO}_2}^{(1)} + 2\Delta G_{\text{H}_2\text{O}}^0 \right) = 4 \cdot (-80,8) - [4 \cdot 51,3 + 2 \cdot (-237,2)] = -54 \text{ kJ}$$

Phần II: HỆ THỐNG BÀI TẬP THEO KIẾN THỨC LÝ THUYẾT CÓ PHÂN DẠNG

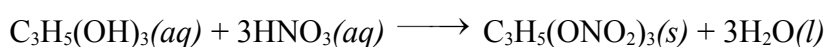
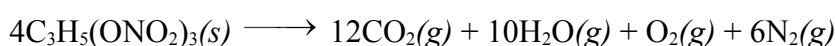
DẠNG 1: DỰA VÀO NHIỆT PHẢN ỨNG TÍNH RA NĂNG LƯỢNG CẦN DÙNG

Câu 1. Phản ứng của glycerol với nitric acid (khử nước) tạo thành trinitroglycerin $[C_3H_5O_3(NO_2)_3]$. Trinitroglycerin là một loại thuốc nổ, khi phân hủy tạo thành sản phẩm gồm có nitrogen, oxygen, carbon dioxide và hơi nước.

- Viết PTHH của phản ứng điều chế trinitroglycerin từ glycerol với nitric acid và phản ứng phân hủy của trinitroglycerin.
- Nếu phân hủy 45,4 gam trinitroglycerin, tính số mol khí và hơi tạo thành.
- Khi phân hủy 1 mol trinitroglycerin tạo thành 1448 kJ nhiệt lượng. Tính lượng nhiệt tạo thành khi phân hủy 1 kg trinitroglycerin.

Hướng dẫn 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 trinitroglycerin: $(1000/227) \cdot 1448 = 6378,85 \text{ kJ}$

Câu 2. Khi đốt cháy 1 mol propane tỏa ra lượng nhiệt là 2 220 kJ. Để đun nóng 1 gam nước tăng thêm 1 °C cần cung cấp nhiệt lượng là 4,2 J. Tính khối lượng propane cần dùng để đun 1 L nước từ 25 °C lên 100 °C. Cho biết 75% nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy propane dùng để nâng nhiệt độ của nước. Khối lượng riêng của nước là 1 g/mL.

Hướng dẫn giải

Nhiệt lượng cần cung cấp để đun 1 L nước từ 25 °C lên 100 °C:

$$Q = 1\,000 \times (100 - 25) \times 4,2 = 315 \text{ kJ}$$

Số mol của propane cần dùng để đun 1 L nước từ 25 °C lên 100 °C: $n_{C_3H_8} = \frac{315}{2\,220} = \frac{21}{148} \text{ (mol)}$

Khối lượng propane cần dùng để đun 1 L nước từ 25 °C lên 100 °C (với hiệu suất đốt cháy

propane là 75%): $m_{C_3H_8} = \frac{21}{148} \times 44 \times \frac{100}{75} = 8,32 \text{ gam}$

Câu 3. Bình “gas” loại 12 cân sử dụng trong hộ gia đình Y có chứa 12 kg khí hóa lỏng (LPG) gồm propane và butane với tỉ lệ mol tương ứng là 2: 3. Khi được đốt cháy hoàn toàn, 1 mol propane tỏa ra lượng nhiệt là 2220 kJ và 1 mol butane tỏa ra lượng nhiệt là 2850 kJ. Trung bình, lượng nhiệt tiêu thụ từ đốt khí “ga” của hộ gia đình Y là 10.000 kJ/ngày và hiệu suất sử dụng nhiệt là 67,3%. Sau bao nhiêu ngày hộ gia đình Y sử dụng hết bình ga trên?

A. 30 ngày.

B. 60 ngày.

C. 40 ngày.

D. 20 ngày.

Hướng dẫn giải

$$n_{C_3H_8} = 2x; n_{C_4H_{10}} = 3x \xrightarrow{12 \text{ kg}} 44,2x + 58,3x = 12000 \longrightarrow x = 45,8015 \text{ mol}$$

$$\longrightarrow Q_{(12 \text{ kg})} = (2x \cdot 2220 + 3x \cdot 2850) \cdot 67,3\% = 400409 \text{ kJ}$$

$$\longrightarrow \text{Số ngày sử dụng: } (400409/10000) = 40 \text{ ngày}$$

Câu 4. Khí biogas (giả thiết chỉ chứa CH_4) và khí gas (chứa 40% C_3H_8 và 60% C_4H_{10} về thể tích) được dùng phổ biến làm nhiên liệu và đun nấu. Nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 1 mol các chất như bảng sau:

Chất	CH_4	C_3H_8	C_4H_{10}
------	--------	----------	-------------

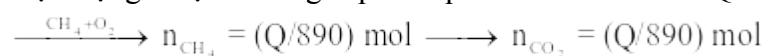
Nhiệt tỏa ra (kJ)	890	2220	2850
-------------------	-----	------	------

Nếu nhu cầu về năng lượng không đổi, hiệu suất sử dụng các loại nhiên liệu như nhau, khi dùng khí biogas để thay thế khí gas để làm nhiên liệu đốt cháy thì lượng khí CO₂ thải ra môi trường sẽ

- A.** giảm 18,9%. **B.** tăng 18,0%. **C.** tăng 23,3%. **D.** giảm 23,3%.

Hướng dẫn giải

Gọi lượng nhiệt để cung cấp cho quá trình đun nấu là: Q



$$n_{\text{C}_3\text{H}_8} = 2x; n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 3x \xrightarrow{Q} 2x.2220 + 3x.2850 = Q \longrightarrow x = (Q/12990) \text{ mol}$$

$\longrightarrow n_{\text{CO}_2(\text{gas})} = (2x.3 + 3x.4) = (3Q/2165) > (Q/890) \Rightarrow$ Cùng một lượng nhiệt cần cung cấp, lượng khí CO₂ thải ra khi dùng biogas ít hơn so với gas.

$$\longrightarrow \Delta\text{CO}_{2(\downarrow)} = \frac{(3Q/2165) - (Q/890)}{3Q/2165} \cdot 100 = 18,91\%$$

Câu 5. Cho trình phản ứng hóa học: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Chất	NaHCO ₃ (s)	Na ₂ CO ₃ (s)	CO ₂ (g)	H ₂ O (g)
S ₂₉₈ ⁰ (J/mol.K)	101,7	135,0	213,8	188,7
Δ _f H ₂₉₈ ⁰ (kJ/mol)	-950,8	-1130,7	-393,5	-241,8

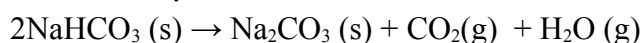
a) Hãy tính ΔH_{298}^0 ; ΔS_{298}^0 , ΔG_{298}^0 của phản ứng? Ở 25°C Phản ứng có tự xảy ra không?

b) Tính lượng C₂H₅OH cần để cung cấp lượng nhiệt cho phản ứng điều chế 2,479 lít khí CO₂ (đkc) ở trên. Biết:

Chất	C ₂ H ₅ OH (l)	CO ₂ (g)	O ₂ (g)	H ₂ O (g)
Δ _f H ₂₉₈ ⁰ (kJ/mol)	-277,6	-393,5	0	-241,6

Hướng dẫn giải

a. Từ dữ kiện ta có :



$$\Delta H_{298}^0 = \sum \Delta H_{sp}^0 - \sum \Delta H_{tg}^0$$

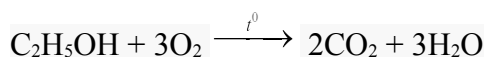
$$= -1130,7 - 393,5 - 241,8 - 2(-950,8) = 135,6 \text{ (kJ)}$$

$$\Delta S_{298}^0 = \sum \Delta S_{sp}^0 - \sum \Delta S_{tg}^0$$

$$= 135 + 213,8 + 188,7 - 2.101,7 = 334,1 \text{ (J/K)}$$

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T \Delta S_{298}^0 = 135,6.1000 - 298.334,2 = 36038,2 \text{ (J)}$$

$\Delta G_{298}^0 > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra ở 25°C



$$\Delta H_{298}^0 = \sum \Delta H_{sp}^0 - \sum \Delta H_{tg}^0$$

$$= -241,6.3 + 2.(-393,5) - (-277,6 + 3.0) = -1234,2 \text{ (kJ)}$$

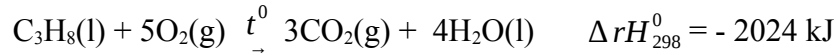
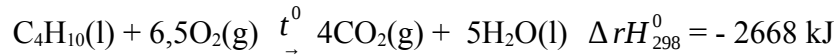
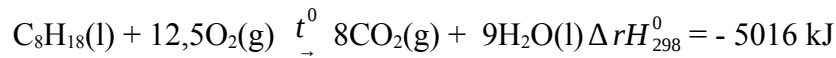
- Để thu được 2,479 lít khí CO₂ (đkc) thì nhiệt phân 0,2 mol NaHCO₃

- Vậy lượng nhiệt cần để nhiệt phân là 13,56 kJ

Vậy số mol C₂H₅OH cần để đốt cháy, cung cấp lượng nhiệt cho phản ứng trên là: $\frac{13,56}{1234,2} = 0,011 \text{ mol}$

- Khối lượng C₂H₅OH = 0,011.46 = 0,506 g

Câu 6. Các nhiên liệu được sử dụng phổ biến trong thực tế là xăng (C_8H_{18}); khí gas hóa lỏng (C_3H_8 và C_4H_{10} có tỉ lệ thể tích 40 : 60). Cho phương trình nhiệt hóa học của các phản ứng đốt cháy xăng, khí gas hóa lỏng như sau:



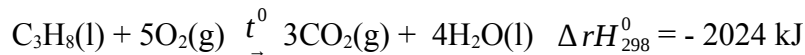
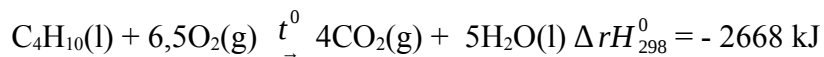
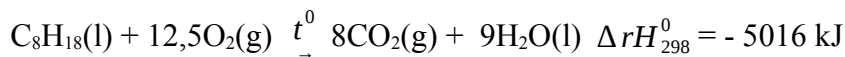
a. So sánh nhiệt lượng khi đốt cháy 5 lít xăng (biết D của C_8H_{18} là 0,70 kg/L) và 5 lít khí gas hóa lỏng (biết D của C_3H_8 , C_4H_{10} lần lượt là 0,50 kg/L, 0,57 kg/L).

b. Để tránh ô nhiễm môi trường người ta nghiên cứu thay ô tô chạy bằng động cơ nhiên liệu khí hydrogen (H_2) cho ô tô chạy bằng động cơ xăng. Để chạy 100 km, ô tô chạy bằng động cơ xăng hết 8,5 lít xăng, hỏi ô tô chạy bằng động cơ nhiên liệu khí hydrogen cần bao nhiêu lít khí (đkc).

Biết $\Delta fH_{298}^0 (H_2O) = -241,8 \text{ kJ/mol}$, coi hiệu suất động cơ của hai loại ô tô là như nhau.

Hướng dẫn giải

a. - Phương trình nhiệt hóa học của các phản ứng đốt cháy C_3H_8 , C_4H_{10} , C_8H_{18} :



Trong 5 lít xăng có $m_{\text{xăng}} = 5 \times 0,7 = 3,5 \text{ kg} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ g}$

$$\Rightarrow \text{số mol } C_8H_{18} = 3,5 \cdot 10^3 / 114 = \frac{3500}{114} \text{ mol}$$

Lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 5 lít xăng:

$$3,5 \cdot 10^3 / 114 \times 5016 = 154 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

- Vì tỉ lệ thể tích (C_3H_8) và (C_4H_{10}) 40 : 60 nên trong 5 lít khí gas có:

$$+ m_{C_3H_8} = 0,4 \times 5 \times 0,5 = 1 \text{ kg}$$

$$+ m_{C_4H_{10}} = 0,6 \times 5 \times 0,57 = 1,71 \text{ kg}$$

- Nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy 5 lít khí gas:

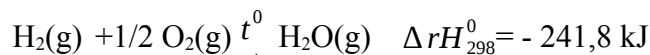
$$1 \cdot 10^3 / 44 \times 2024 + 1,71 \cdot 10^3 / 58 \times 2668 = 124660 \text{ kJ} < 154 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

Nên lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 5 lít xăng nhiều hơn khi đốt cháy 5 lít khí gas.

b. Khi xe ô tô chạy 100 km hết 8,5 lít xăng thì nhiệt lượng tỏa ra:

$$154 \cdot 10^3 / 5 \times 8,5 = 261800 \text{ kJ}$$

Khi thay thế xăng bằng khí hydrogen:



Vì hiệu suất động cơ của ô tô là như nhau đối với cả xăng và khí hydrogen nên thể tích khí hydrogen cần dùng ở đkc là:

$$261800 / 241,8 \times 24,79 = 26840,455 \text{ L}$$

Câu 7. Cho phản ứng đốt cháy butane sau: $C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ (1). Biết 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			

- Cân bằng phương trình phản ứng (1).
- Xác định biến thiên enthalpy ($\Delta_r H^\circ_{298}$) của phản ứng (1).
- Một bình gas chứa 12 kg butane có thể đun sôi bao nhiêu ấm nước? (Giả thiết mỗi ấm nước chứa 2 L nước ở 25 °C, nhiệt dung của nước là 4,2 J/g.K, có 40% nhiệt đốt cháy butane bị thất thoát ra ngoài môi trường).

Hướng dẫn giải

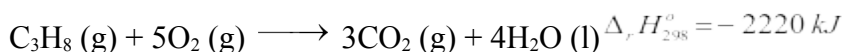
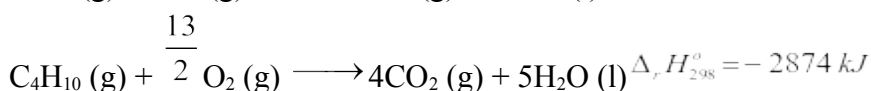
- $C_4H_{10}(g) + 13/2O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)$ (1)
- $\Delta_r H^\circ_{298} = 3 \cdot E_{C-C} + 10 \cdot E_{C-H} + 6,5 \cdot E_{C=O} - 4 \cdot 2 \cdot E_{C=O} - 5 \cdot 2 \cdot E_{O-H}$
 $= 3 \cdot 346 + 10 \cdot 418 + 6,5 \cdot 495 - 8 \cdot 799 - 10 \cdot 467 = -2626,5$ (kJ).
- $Q = 12 \cdot 103.2626,558 = 964163,4$ (kJ)

Nhiệt cần đun 1 ấm nước: $2 \cdot 103.4,2 \cdot (100-25) = 630000$ (J) = 630 (kJ)

Số ấm nước: $964163,4 / 630 = 918$ (ấm nước)

Câu 8. Một bình gas (khí hóa lỏng) chứa hỗn hợp propane (C₃H₈) và butane (C₄H₁₀) với tỉ lệ mol 1:2. Xác định nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 12 kg khí gas trên ở điều kiện chuẩn.

Cho biết các phản ứng:



Trung bình mỗi ngày, một hộ gia đình cần đốt gas để cung cấp 10000 kJ nhiệt (hiệu suất hấp thụ nhiệt là 80%).

- Sau bao nhiêu ngày hộ gia đình trên sẽ sử dụng hết bình gas 12 kg?
- Giá gas là 440.000 đồng/bình 12 kg thì mỗi tháng hộ gia đình trên dùng hết bao nhiêu tiền gas (giả sử 1 tháng có 30 ngày)
- Giả thiết rằng toàn bộ lượng nhiệt của quá trình đốt gas tỏa ra đều dùng để làm nóng nước với hiệu suất hấp thụ nhiệt khoảng 70%, hãy tính thể tích khí gas (ở điều kiện chuẩn) cần phải đốt để làm nóng 2

lít nước từ 25°C tới 100°C . Biết để làm nóng 1 mol nước thêm 1°C cần một nhiệt lượng là 75,4 J; khối lượng riêng của nước là 1 gam/ml; ở điều kiện chuẩn 1 mol khí có thể tích 24,79 lít.

Hướng dẫn giải

Gọi số mol C_3H_8 và số mol C_4H_{10} là 2a, ta có: $44a + 58.2a = 12.1000 \Rightarrow a = 75 \text{ mol}$

Nhiệt đốt cháy 12 kg gas là $Q = 75.2220 + 150.2874 = 597600 \text{ (kJ)}$

$$\frac{597600}{10000 \cdot \frac{100}{80}} = 47,808 \approx 48$$

Số ngày sử dụng hết bình gas = (ngày)

b. Số tháng dùng hết 1 bình gas 12kg là: 47,808/30

→ Số tiền hộ gia đình dùng gas trong 1 tháng là $440 \times (30/47,808) = 276,100 \text{ đ}$

c. Lượng nhiệt để làm nóng 2 lít nước từ 25°C đến 100°C là $Q = 75,4 \cdot (100 - 25) \cdot 2000/18 = 628333 \text{ J} = 628,333 \text{ kJ}$

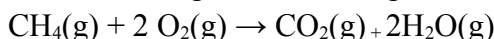
Lượng nhiệt cần cung cấp $Q = 628,333 \cdot 0,7 = 897,619 \text{ kJ}$

Gọi số mol C_3H_8 là x → số mol C_4H_{10} là 2x → $x \cdot 2220 + 2x \cdot 2874 = 897,619 \rightarrow x = 0,112653 \rightarrow V = 8,38 \text{ lít}$.

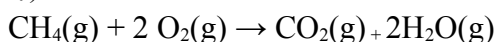
Câu 9. Cho các số liệu nhiệt động học sau:

Chất	$\text{CO}_{2(\text{k})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{k})}$	$\text{CH}_{4(\text{k})}$	$\text{N}_{2(\text{k})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
$\Delta H_f^0 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-393,5	-241,8	-74,9	0	-285,9
$C_p \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	37	33	35	29	75

a. Tính hiệu ứng nhiệt (ΔH_1) cho quá trình sau trong điều kiện đẳng nhiệt ở 298K và 1 bar:



b. Tính hiệu ứng nhiệt (ΔH_2), cho quá trình sau trong điều kiện không đẳng nhiệt ở 1 bar (coi nhiệt dung của các chất không phụ thuộc vào nhiệt độ).



c. Trong một máy hơi nước, ngọn lửa của methane sẽ đốt nóng hơi nước trong bình chứa. Trong bom phản ứng chứa 1 mol methane và 10 mol không khí (2 mol oxygen và 8 mol nitrogen). Giả sử tất cả các khí đưa vào (metan và không khí) đều có nhiệt độ 298K, các sản phẩm đều có nhiệt độ 498K và phản ứng là hoàn toàn. Toàn bộ lượng nhiệt này được truyền cho một lượng nước lỏng là 200 gam. Hãy tính nhiệt độ cuối cùng của lượng nước này (biết nước ban đầu ở thể lỏng, nhiệt độ 25°C).

Hướng dẫn giải

Xét phản ứng: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$$\Delta H_1 = (-393,5) + (-241,8 \cdot 2) - (-74,9) = -802,2 \text{ (kJ/mol)}$$

Lượng nhiệt để nâng hỗn hợp sản phẩm từ 298K → 498K được tính theo biểu thức:

$$Q = C_{\text{sp}} \cdot \Delta T = (37 + 2 \cdot 33) \cdot (498 - 298) = 20,6 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$$

$$\rightarrow \Delta H_2 = -802,2 + 20,6 = -781,6 \text{ (kJ/mol)}$$

Hỗn hợp sản phẩm cháy gồm: N_2 : 8mol; CO_2 : 1mol; H_2O : 2mol

$$\text{Tính được: } \sum C_p (\text{sản phẩm}) = 37 + 2 \cdot 33 + 8 \cdot 29 = 335 \text{ (J/mol} \cdot \text{K)}$$

$$\rightarrow \Delta H_3 = -802,2 + 335 \cdot (498 - 298) \cdot 10^{-3} = -735,2 \text{ (kJ/mol)}$$

$$\rightarrow Q_v = \Delta U = \Delta H_3 - \Delta nRT = -735,2 - 0 \cdot R \cdot T = -735,2 \text{ (kJ/mol)}$$

$$\rightarrow \text{Lượng nhiệt mà nước nhận được là } Q = 735,2 \text{ kJ}$$

Gọi nhiệt độ sau của nước là $T_2 \text{ (K)}$

+) Lượng nhiệt cần để nâng 200gam H_2O từ 25°C (298K) đến 100°C (373K) là:

$$Q_1 = 75 \cdot (200/18) \cdot (373 - 298) \cdot 10^{-3} = 62,5 \text{ (kJ)} < Q$$

→ $T_2 > 100^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ bị hóa hơi.

Xét quá trình: $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{k})}$ có

$$\Delta H_{298\text{K}} = -(-285,9) + (-241,8) = 44,1 \text{ (kJ/mol)}; \Delta C_p = 33 - 75 = -42 \text{ (J/mol} \cdot \text{K)}$$

$$\rightarrow \Delta H_{373\text{K}} = 44,1 + (-42) \cdot (373 - 298) \cdot 10^{-3} = 40,95 \text{ (kJ/mol)}$$

→ Lượng nhiệt để hóa hơi 200gam H₂O tại 373K là:

$$Q_2 = 200/18 \cdot 40,95 = 455 \text{ (kJ)}$$

→ $Q_1 + Q_2 = 62,5 + 455 = 517,5 \text{ (kJ)} < Q \rightarrow \text{H}_2\text{O bị hóa hơi hoàn toàn.}$

Hơi nước bị nâng đến nhiệt độ:

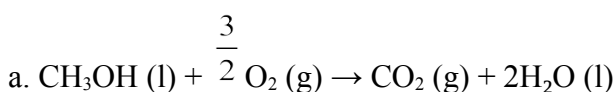
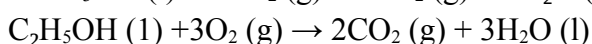
$$Q - (Q_1 + Q_2) = (200/18) \cdot C_{\text{H}_2\text{O}(k)} \cdot (T_2 - 373) \cdot 10^{-3} \rightarrow T_2 = \mathbf{966,7K}$$

Câu 10. Mỗi năm, ở nước ta có nhiều trường hợp ngộ độc methanol do uống rượu không rõ nguồn gốc. Tiến hành phân tích một mẫu rượu X (thành phần chính là C₂H₅OH) có lẫn methanol (CH₃OH). Đốt cháy 10g mẫu rượu X tỏa ra nhiệt lượng 291,9 kJ. Biết nhiệt tạo thành của các chất như sau:

Chất	C ₂ H ₅ OH (l)	CH ₃ OH (l)	H ₂ O(l)	CO ₂ (g)	O ₂ (g)
$\Delta_f H_{298}^\circ$ (kJ/mol)	-274,52	-249,18	-285,84	-393,50	0
S_{298}° (J/mol.K)	160,7	126,8	70,0	213,8	205,2

- Viết phương trình phản ứng đốt cháy ethanol và methanol.
- Tính biến thiên enthalpy và biến thiên entropy của phản ứng đốt cháy ethanol và methanol, các phản ứng đó tỏa nhiệt hay thu nhiệt, ở điều kiện chuẩn phản ứng có tự xảy ra không?
- Xác định phần trăm tạp chất methanol có trong X.

Hướng dẫn giải



b. Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy methanol

$$\Delta_r H = (-393,50) + 2(-285,84) - (-249,18) = -716 \text{ (kJ)}, \text{ phản ứng tỏa nhiệt}$$

Biến thiên entropy của phản ứng đốt cháy methanol

$$\Delta_r S = 213,8 + 2 \cdot 70,0 - 126,8 - \frac{3}{2} \cdot 205,2 = -80,8 \text{ (J/mol.K)}$$

$$\Delta_r G_{298}^\circ = \Delta_r H_{298}^\circ - T \Delta_r S_{298}^\circ = -716 \cdot 10^3 - 298 \cdot (-80,8) = -691,92 \text{ kJ} < 0, \text{ phản ứng tự xảy ra.}$$

Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy ethanol

$$\Delta_r H = 2(-393,50) + 3(-285,84) - (-274,52) = -1370 \text{ (kJ)}, \text{ phản ứng tỏa nhiệt}$$

Biến thiên entropy của phản ứng đốt cháy ethanol

$$\Delta_r S = 2 \cdot 213,8 + 3 \cdot 70,0 - 160,7 - 3 \cdot 205,2 = -138,7 \text{ (J/mol.K)}$$

$$\Delta_r G_{298}^\circ = \Delta_r H_{298}^\circ - T \Delta_r S_{298}^\circ = -1370 \cdot 10^3 - 298 \cdot (-138,7) = -1328,67 \text{ kJ} < 0, \text{ phản ứng tự xảy ra.}$$

c. Gọi số mol CH₃OH và C₂H₅OH trong 10 g X lần lượt là a và b.

$$\text{Ta có: } 32a + 46b = 10 \text{ (1) và } 716a + 1370b = 291,9 \text{ (2)}$$

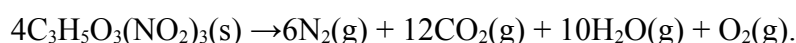
Giải hệ (1) và (2), ta được: a = 0,025; b = 0,2.

$$\rightarrow \text{Khối lượng CH}_3\text{OH là: } 32 \cdot 0,025 = 0,8 \text{ (g).}$$

→ Phần trăm tạp chất methanol trong X bằng 8 %.

DẠNG 2: TÍNH $\Delta H_{298}^\circ, \Delta S_{298}^\circ, \Delta G_{298}^\circ$, XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ PHẢN ỨNG BẮT ĐẦU XẢY RA

Câu 11. Trinitroglycerin là một thành phần quan trọng có mặt trong nhiều chất nổ. Điều khiển trinitroglycerin đặc biệt hơn các hóa chất gây nổ khác là quá trình nổ không sinh ra khói. Trinitroglycerin bị phân hủy theo phương trình sau.



Tính biến thiên enthalpy chuẩn cho phản ứng trên và giải thích vì sao trinitroglycerin được ứng dụng làm thành phần thuốc súng không khói. Giá trị enthalpy chuẩn tạo thành của một số chất được cho trong bảng sau:

Chất	C ₃ H ₅ O ₃ (NO ₂) ₃ (s)	N ₂ (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)	O ₂ (g)
------	--	--------------------	---------------------	---------------------	--------------------

$\Delta_f H_{298}^\circ$ (kJ/mol)	-370,15	0	-393,50	-241,82	0
-----------------------------------	---------	---	---------	---------	---

Hướng dẫn giải

$$\Delta_f H_{298}^\circ = 6.0 + 12.(-393,50) + 10.(-241,82) + 1.0 - 4.(-370,15)$$

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

=> Phản ứng phân hủy trinitroglycerin tỏa ra lượng nhiệt rất lớn, dễ bốc cháy.

=> Trinitroglycerin được ứng dụng làm thành phần của thuốc súng không khói

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 tiêu chuẩn trong bảng sau.

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

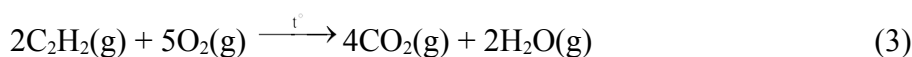
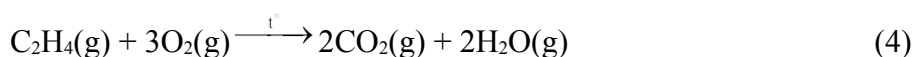
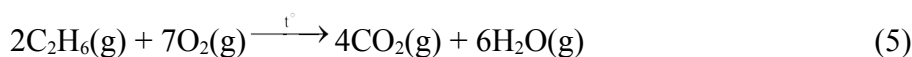
d) Từ kết quả tính toán đưa ra kết luận về ứng dụng của phản ứng đốt cháy X, Y, Z trong thực tiễn.

Hướng dẫn giải

a) Ba hydrocarbon X, Y, Z lần lượt là

HC≡CH (ethyne hay acetylene); H₂C=CH₂ (ethene hay ethylene); H₃C-CH₃ (ethane).

b) Phản ứng hoá học xảy ra:



$$\Delta_f H_{298}^\circ (\text{O}_2) = 0$$

$$\begin{aligned} \Delta_f H_{298}^\circ (3) &= 4 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{CO}_2) + 2 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{H}_2\text{O}) - 5 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{O}_2) - 2 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{C}_2\text{H}_2) \\ &= 4 \times (-393,5) + 2 \times (-241,82) - 2 \times (227,0) = -2\,511,64 \text{ kJ} \end{aligned}$$

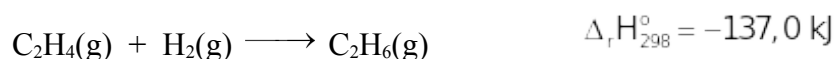
$$\begin{aligned} \Delta_f H_{298}^\circ (4) &= 2 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{CO}_2) + 2 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{H}_2\text{O}) - 3 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{O}_2) - \Delta_f H_{298}^\circ (\text{C}_2\text{H}_4) \\ &= 2 \times (-393,5) + 2 \times (-241,82) - (52,47) = -1\,323,11 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_f H_{298}^\circ (5) &= 4 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{CO}_2) + 6 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{H}_2\text{O}) - 7 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{O}_2) - 2 \times \Delta_f H_{298}^\circ (\text{C}_2\text{H}_6) \\ &= 4 \times (-393,5) + 6 \times (-241,82) - 2 \times (-84,67) = -2\,855,58 \text{ kJ} \end{aligned}$$

d. Kết quả tính toán $\Delta_f H_{298}^\circ$ của phản ứng đốt cháy acetylene; ethylene; ethane 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. Cho phương trình nhiệt hoá học:



a. Trong phương trình trên, enthalpy chuẩn của phản ứng có phải enthalpy tạo thành chuẩn của C₂H₆ không? Vì sao?

b. Vẽ sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng trên.

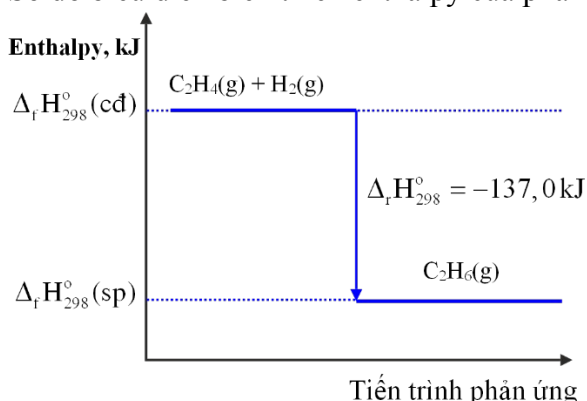
c. Hãy tính năng lượng liên kết (E_b) của liên kết C – H trong các chất ở phản ứng trên biết rằng năng lượng liên kết đo ở điều kiện chuẩn của một số liên kết như sau:

Liên kết	H – H	C – C	C = C	C ≡ C
E _b (kJ/mol)	436	347	612	839

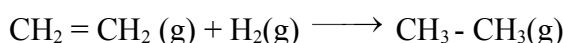
Hướng dẫn giải

Enthalpy chuẩn của phản ứng (2) không phải enthalpy tạo thành chuẩn của C_2H_6 do C_2H_6 trong phản ứng này không được tạo ra từ các đơn chất bền.

Sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng



Biến thiên enthalpy của phản ứng:



$$\begin{aligned}\Delta_r H_{298}^\circ &= E_b(C=C) + 4 \times E_b(C-H) + E_b(H-H) - E_b(C-C) - 6 \times E_b(C-H) \\ -137 &= 612 + 436 - 347 - 2 E_b(C-H) \\ E_b(C-H) &= 419 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Câu 14. Cho phản ứng hóa học : $CO_2(g) \leftrightarrow CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g)$ và các dữ kiện sau

Chất	$CO_2(g)$	$CO(g)$	$O_2(g)$
ΔH° (kJ/ mol)	-393,1	-110,4	0
ΔS° (J/ mol)	213,6	197,6	205,0

Với ΔH° là nhiệt tạo thành của mỗi chất; ΔS° là biến thiên entropi của mỗi chất đều ở điều kiện chuẩn.

a) Hãy tính ΔH° , ΔS° , ΔG° của phản ứng. Từ đó cho biết ở điều kiện chuẩn phản ứng xảy ra theo chiều thuận hay chiều nghịch?

b) Nếu coi ΔH° , ΔS° không phụ thuộc vào nhiệt độ, hãy cho biết ở khoảng nhiệt độ nào phản ứng trên xảy ra theo chiều thuận?

Hướng dẫn giải

$$a. \Delta H^\circ_{\text{phản ứng}} = -110,4 + 393,1 = 282,7 \text{ (kJ)}$$

$$\Delta S^\circ = \frac{1}{2} \cdot 205 + 197,6 - 213,6 = 86,5 \text{ (J)}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ = 256,923 \text{ (kJ)} > 0.$$

Vậy phản ứng xảy ra theo chiều nghịch ở $25^\circ C$, không xảy ra theo chiều thuận ở nhiệt độ này.

b.

$$\text{Để phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì } \Delta G = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ < 0$$

Thay số vào ta có $T > 3268,2 K$ hay nhiệt độ lớn hơn $2995^\circ C$ thì phản ứng xảy ra chiều thuận.

Câu 15. Cho các dữ kiện sau của các chất:

	$H_2(K)$	$CO_2(K)$	$H_2O(K)$	$CO(K)$
ΔH_f° (kJ/mol)	0	-393,509	-241,818	-110,525
ΔS_{298K}° (J/mol)	130,575	213,660	188,716	197,665

1. Hãy tính ΔH_{pu}° ; ΔS_{pu}° ; ΔG_{pu}° của phản ứng? Từ đó nhận xét xem phản ứng có tự xảy ra theo chiều thuận ở $25^\circ C$ được hay không?

2. Hãy xác định nhiệt độ $t^\circ C$ để phản ứng thuận bắt đầu xảy ra? (giả sử bỏ qua sự biến đổi ΔH° ; ΔS° theo nhiệt độ)

Hướng dẫn giải

a. Từ dữ kiện ta có:

$$\Delta H_{pu}^0 = \sum \Delta H_{sp}^0 - \sum \Delta H_{sg}^0$$

$$= -241,818 - 110,525 + 393,509 = 41,166 \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta S_{pu}^0 = \sum \Delta S_{sp}^0 - \sum \Delta S_{sg}^0$$

$$= 188,716 + 197,665 - 213,660 - 130,575 = 42,146 \text{ (J/mol)}$$

$$\Delta G_{pu}^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0 \text{ với } T = 298K$$

$$= 41,166 \cdot 1000 - 298 \cdot 42,146 = 28,606 \text{ (kJ/mol)}$$

Nhận

thấy $\Delta G^0 > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra theo chiều thuận ở 25°C.
xảy ra theo chiều thuận thì

b. Để phản ứng tự

$$\Delta G_T^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0 < 0$$

⇒

$$T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} \text{ hay } T > \frac{41200}{42}$$

$$\Rightarrow T > 980,95K \text{ hay } t^\circ C > 707,95^\circ C.$$

Câu 16. Cho các phản ứng sau với các dữ kiện nhiệt động của các chất ở 25°C:

	$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$			
	CO_2	H_2	CO	H_2O
ΔH_{298}^0 (KJ/mol)	-393,5	0	-110,5	-241,8
S_{298}^0 (J/mol)	213,6	131,0	197,9	188,7

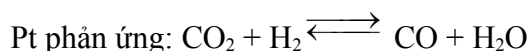
a) Hãy tính ΔH_{298}^0 , ΔS_{298}^0 và ΔG_{298}^0 của phản ứng và nhận xét phản ứng có tự xảy ra theo chiều thuận ở 25°C hay không?

b) Giả sử ΔH^0 của phản ứng không thay đổi theo nhiệt độ. Hãy tính ΔG_{1273}^0 của phản ứng thuận ở 1000°C và nhận xét.

c) Hãy xác định nhiệt độ (°C) để phản ứng thuận bắt đầu xảy ra (giả sử bỏ qua sự biến đổi ΔH^0 , ΔS^0 theo nhiệt độ).

Hướng dẫn giải

$$\Delta H_{298}^0, \Delta S_{298}^0 \text{ và } \Delta G_{298}^0$$



$$\text{ta có : } \Delta H_{298(pu)}^0 = [\Delta H_{298(CO)}^0 + \Delta H_{298(H_2O)}^0] - [\Delta H_{298(CO_2)}^0 + \Delta H_{298(H_2)}^0]$$

$$= (-110,5 - 241,8) - (-393,5) = 41,2 \text{ KJ/mol} = 41200 \text{ J/mol}$$

$$\Delta S_{298(pu)}^0 = [S_{298(CO)}^0 + S_{298(H_2O)}^0] - [S_{298(CO_2)}^0 + S_{298(H_2)}^0] = 42 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G_{298(pu)}^0 = \Delta H_{298(pu)}^0 - T \Delta S_{298(pu)}^0 = 41200 - 298 \times 42 = 28684 \text{ J/mol}$$

Vì $\Delta G_{298(pu)}^0 > 0$ nên phản ứng không tự diễn ra theo chiều thuận ở 25°C

$$\frac{\Delta G_{T_2}}{T_2} = \frac{\Delta G_{T_1}}{T_1} + \Delta H^0 \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

b) áp dụng công thức :

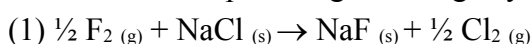
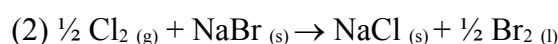
$$\text{Thay số tìm ra } \Delta G_{1273}^0 = 1273[28684/298 + 41200(1/1273 - 1/298)] = -12266 \text{ J/mol}$$

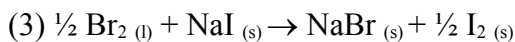
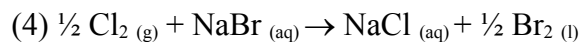
Vì $\Delta G_{1273}^0 < 0$ nên phản ứng tự diễn ra theo chiều thuận ở 1000°C

c) Để phản ứng tự diễn ra theo chiều thuận thì : $\Delta G_T = \Delta H^0 - T \Delta S^0 < 0$

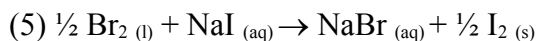
$$\Rightarrow T > \Delta H^0 / \Delta S^0 = 41200/42 = 980,95K \text{ tức ở } 707,95^\circ C$$

Câu 17. Xét các phản ứng thế trong dãy halogen ở điều kiện chuẩn:





Hay còn viết: $\frac{1}{2} \text{Cl}_2 (\text{g}) + \text{Br}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}^- (\text{aq}) + \frac{1}{2} \text{Br}_2 (\text{l})$



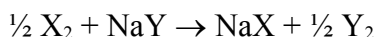
Hay còn viết: $\frac{1}{2} \text{Br}_2 (\text{l}) + \text{I}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Br}^- (\text{aq}) + \frac{1}{2} \text{I}_2 (\text{s})$

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

Chất/ion	NaF (s)	NaCl (s)	Cl ⁻ (aq)	Br ⁻ (aq)	I ⁻ (aq)
$\Delta_f H_{298}^0 (\text{kJ/mol})$	-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?

Hướng dẫn giải



$$\Rightarrow \Delta_f H_{298}^0 = \frac{1}{2} \Delta_f H_{298}^0 (\text{Y}_2) + \Delta_f H_{298}^0 (\text{NaX}) - \left[\frac{1}{2} \Delta_f H_{298}^0 (\text{X}_2) + \Delta_f H_{298}^0 (\text{NaY}) \right]$$

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 18. Cho phản ứng: $\text{CO}_2 (\text{k}) \rightleftharpoons \text{CO} (\text{k}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{k})$

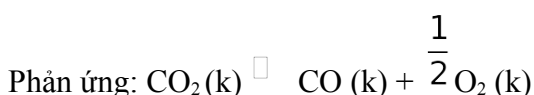
Và các dữ liệu trong bảng sau:

Chất	CO ₂	CO	O ₂
$\Delta H_{298}^0 (\text{kJ/mol})$	-391,1	-110,4	0
$\Delta S_{298}^0 (\text{J/mol})$	213,6	197,6	205,0

a. Hãy tính ΔH_{298}^0 , ΔS_{298}^0 , ΔG_{298}^0 của phản ứng. Từ đó cho biết ở điều kiện chuẩn (25°C) phản ứng trên có xảy ra theo chiều thuận hay không?

b. Nếu coi ΔH_{298}^0 , ΔS_{298}^0 không phụ thuộc vào nhiệt độ. Hãy cho biết ở nhiệt độ nào phản ứng trên có thể xảy ra.

Hướng dẫn giải



$$\Delta H_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta H_{298}^0 (\text{CO}) - \Delta H_{298}^0 (\text{CO}_2) = -110,4 - (-391,1) = 282,7 \text{ (kJ)}$$

$$\Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta S_{298}^0 (\text{CO}) + \frac{1}{2} \Delta S_{298}^0 (\text{O}_2) - \Delta S_{298}^0 (\text{CO}_2) = 86,5 \text{ (J)}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{298}^0 (\text{phản ứng}) &= \Delta H_{298}^0 (\text{phản ứng}) - T \Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng}) \\ &= 282,7 \cdot 10^3 - 298 \cdot 86,5 = 256923 \text{ (J)} = 256,923 \text{ (kJ)} \end{aligned}$$

Vì $\Delta G_{298}^0(25^\circ\text{C}) > 0$ nên phản ứng trên không xảy ra theo chiều thuận

Để phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì $\Delta G_{298}^0 < 0 \rightarrow \Delta H_{298}^0 - T \Delta S_{298}^0 < 0$

$$\rightarrow T > \frac{\Delta H_{298}^0}{\Delta S_{298}^0} = \frac{282,7 \cdot 10^3}{86,5} \rightarrow T > 3268,2\text{K}$$

Vậy ở nhiệt độ lớn hơn 3268,2K hay 2995,2°C thì phản ứng tự diễn biến.

Câu 19. Cho phản ứng sau với các dữ kiện nhiệt động của các chất ở 25°C:



$$\Delta H_{298}^0 (\text{kJ/mol}): \quad -393,5 \quad \quad 0 \quad \quad -110,5 \quad -241,8$$

$$S_{298}^0 (\text{J/mol}): \quad 213,6 \quad \quad 131 \quad \quad 197,9 \quad 188,7$$

a) Hãy tính $\Delta H_{298}^0, \Delta S_{298}^0, \Delta G_{298}^0$ của phản ứng và nhận xét phản ứng có tự xảy ra | theo chiều thuận ở 25°C hay không ?

b) Giả sử ΔH của phản ứng không thay đổi theo nhiệt độ. Hãy tính ΔG_{1273}^0 của phản ứng thuận và nhận xét.

c) Hãy xác định nhiệt độ (°C) để phản ứng bắt đầu xảy ra (giả sử bỏ qua sự biến đổi của $\Delta H^0, \Delta S^0$ theo nhiệt độ).

Hướng dẫn giải



$$\Delta H_{298}^0 = \Delta H_{298(\text{CO})}^0 + \Delta H_{298(\text{H}_2\text{O})}^0 - [\Delta H_{298(\text{CO}_2)}^0 + \Delta H_{298(\text{H}_2)}^0]$$

$$= -110,5 - 241,8 - (-393,5) = 41,2\text{kJ}$$

$$\Delta S_{298}^0 = [S_{298(\text{CO})}^0 + S_{298(\text{H}_2\text{O})}^0] - [S_{298(\text{CO}_2)}^0 + S_{298(\text{H}_2)}^0]$$

$$= 197,9 + 188,7 - (213,6 + 131) = 42\text{J}$$

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T \Delta S_{298}^0 = 41200 - 298,42 = 28,684\text{kJ}$$

Vì $\Delta G_{298}^0 > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra theo chiều thuận ở 25°C

b) Ta có: $\frac{\Delta G_T^0}{T} = \frac{\Delta G_{298}^0}{298} + \frac{\Delta H^0 (T - 298)}{298T}$

Với $T = 1273^\circ\text{K} \Rightarrow \Delta G_{1273}^0 = -12,66\text{J} < 0$ nên phản ứng tự xảy ra theo chiều thuận.

c) Để phản ứng bắt đầu xảy ra thì $\Delta G_T^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0 < 0$

$$\Rightarrow T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{41200}{42} = 980,95^\circ\text{K} \Rightarrow t > 980,95 - 273 = 707,95^\circ\text{C}$$

Câu 20. Tính năng lượng tự do Gibbs của phản ứng sau ở 373°K:



Cho biết:

	$\text{CH}_4(g)$	$\text{H}_2\text{O}(g)$	$\text{CO}(g)$	$\text{H}_2(g)$
$\Delta H_{298}^0 (\text{kJ/mol})$	-74,8	-241,8	-110,5	0
$S_{298}^0 (\text{J/molK})$	86,2	188,7	197,6	130,6

a) Từ giá trị ΔG^0 tìm được có thể kết luận gì về khả năng tự diễn biến của phản ứng ở 373°K (coi ΔH^0 không phụ thuộc vào nhiệt độ).

b) Tại nhiệt độ nào thì phản ứng trên tự xảy ra ở điều kiện chuẩn (coi $\Delta H^0, \Delta S^0$ không phụ thuộc vào nhiệt độ).

Hướng dẫn giải

Ta có:

$$\Delta H_{298}^0 (\text{phản ứng}) = -74,8 + (-241,8) - (-110,5 + 3.0) = -206,1 \text{ kJ}$$

$$\Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng}) = 86,2 + 188,7 - (197,6 + 3.130,6) = -314,5 \text{ J}$$

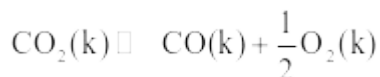
$$\Rightarrow \Delta G_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta H_{298}^0 - 298 \Delta S_{298}^0 = 206100 - 298.(-314,5) = 299,821.10^3 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta G_{373}^0}{373} = \frac{\Delta G_{298}^0}{298} + \frac{\Delta H^0 (373 - 298)}{298.373} = \frac{299,821}{298} + \frac{206,1(373 - 298)}{298.373}$$

$$\Rightarrow \Delta G_{373}^0 (\text{phản ứng}) = 427,15 \text{ kJ}$$

a) Vì $\Delta G_{373}^0 > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra theo chiều thuận ở 373°K .

b) Để phản ứng bắt đầu xảy ra thì $\Delta G_T^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$. Do $\Delta H^0 > 0$ và $\Delta S^0 < 0$ nên $\Delta G_T^0 > 0$ nên phản ứng không thể xảy ra theo chiều thuận ở bất kì nhiệt độ nào.



Câu 21. Cho phản ứng:

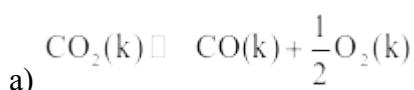
Và các dữ kiện:

Chất	CO_2	CO	O_2
ΔH_{298}^0 (kJ / mol)	-393,1	-110,4	0
ΔS_{298}^0 (J / mol)	213,6	197,6	205,0

a) Hãy tính $\Delta H_{298}^0, \Delta S_{298}^0$ và ΔG_{298}^0 của phản ứng. Từ đó cho biết ở điều kiện chuẩn (25°C) phản ứng trên có xảy ra theo chiều thuận hay không?

b) Nếu coi $\Delta H_{298}^0, \Delta S_{298}^0$ không phụ thuộc vào nhiệt độ. Hãy cho biết ở nhiệt độ nào phản ứng trên có thể xảy ra.

Hướng dẫn giải



$$\Delta H_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta H_{298}^0 (\text{CO}) - \Delta H_{298}^0 (\text{CO}_2) = -110,4 - (-393,1) = 282,7 (\text{kJ})$$

$$\Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta S_{298}^0 (\text{CO}) + \frac{1}{2} \Delta S_{298}^0 (\text{O}_2) - \Delta S_{298}^0 (\text{CO}_2) = 86,5 (\text{J})$$

$$\Delta G_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta H_{298}^0 (\text{phản ứng}) - T\Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng}) \\ = 282,7.10^3 - 298.86,5 = 256,923 (\text{kJ})$$

Vì $\Delta G_{298}^0 > 0$ nên ở 25°C phản ứng không xảy ra theo chiều thuận.

b) Để phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì $\Delta G_{298}^0 < 0 \Rightarrow \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0 < 0$

$$\Rightarrow T > \frac{\Delta H_{298}^0}{\Delta S_{298}^0} = \frac{282,7.10^3}{86,5} \Rightarrow T > 3268,2 \text{ K}$$

Vậy ở nhiệt độ lớn hơn $995,2^\circ\text{C}$ thì phản ứng tự diễn biến.

Câu 22. Cho các số liệu sau:

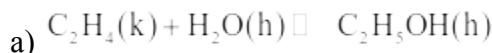
Chất	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{h})$	$\text{C}_2\text{H}_4 (\text{k})$	$\text{H}_2\text{O} (\text{h})$
------	--	-----------------------------------	---------------------------------

$\Delta G_{298}^0 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-168,6	68,12	-228,59
$S_{298}^0 \text{ (J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	282,0	219,45	188,72

Với phương trình hóa học: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{h}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{h})$

- a) Hỏi ở 25°C phản ứng trên xảy ra theo chiều nào?
b) Phản ứng trên tỏa nhiệt hay thu nhiệt ?

Hướng dẫn giải



Ta có:

$$\Delta G_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta G_{298}^0 (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - (\Delta G_{298}^0 (\text{C}_2\text{H}_4) + \Delta G_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}))$$

$$= -168,6 - (68,12 - 228,59) = -8,13 \text{ kJ}$$

Vì ΔG_{298}^0 (phản ứng) nên phản ứng xảy ra theo chiều thuận.

b)

$$\Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng}) = S_{298}^0 (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - S_{298}^0 (\text{C}_2\text{H}_4) - S_{298}^0 (\text{H}_2\text{O})$$

$$= 282,0 - (188,72 + 219,45) = -126,17 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

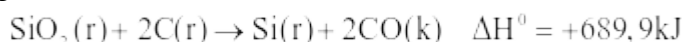
$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0$$

$$\Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng}) = \Delta G_{298}^0 (\text{phản ứng}) + T\Delta S_{298}^0 (\text{phản ứng})$$

$$= -8130 + 298 \cdot (-126,17) = -45728,66 \text{ J} < 0$$

⇒ Đó là phản ứng tỏa nhiệt.

Câu 23. Cho phản ứng:



a) Tính nhiệt tạo thành chuẩn SiO_2 . Biết nhiệt tạo thành chuẩn của CO là $-110,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

b) Tính entropi của phản ứng trên (ΔS^0), biết:

Chất	C	CO	Si	SiO ₂
Entropi chuẩn (S^0) $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	5,7	197,6	18,8	41,8

c) Tính thế đẳng áp chuẩn (ΔG^0) của phản ứng trên ở 25°C.

d) Hãy xác định nhiệt độ tối thiểu để phản ứng trên xảy ra. Biết $\Delta H^0, \Delta S^0$ của phản ứng trên không phụ thuộc vào nhiệt độ.

Hướng dẫn giải

a) Ta có:



b) Ta có:

$$\Delta S^0 = 2S_{\text{CO}}^0 + S_{\text{Si}}^0 - (S_{\text{SiO}_2}^0 + 2S_{\text{C}}^0) = 2 \cdot 197,6 + 18,8 - (41,8 + 2 \cdot 5,7) = 360,8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

c) Áp dụng công thức:

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0 \Rightarrow \Delta G_{298}^0 = 689,9 \cdot 10^3 - 298 \cdot 360,8 = 582,4 \cdot 10^3 \text{ J}$$

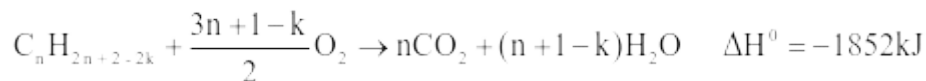
d) Phản ứng trên xảy ra khi $\Delta G^0 < 0 \Rightarrow \Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$

$$\Rightarrow T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{689,9 \cdot 10^3}{360,8} = 1912 \text{ K}$$

Vậy ở nhiệt độ từ 1639°C trở lên thì phản ứng xảy ra.

Câu 24. X là hidrocarbon mạch hở phân tử chỉ chứa liên kết đơn hoặc liên kết đôi.

Phương trình nhiệt hóa học của phản ứng cháy của X như sau:



Trong đó n là số nguyên tử carbon và k là số liên kết đôi C=C trong X. Xác định công thức cấu tạo của X biết rằng năng lượng các liên kết như sau:

Liên kết	O=O	H-O	C-H	C=O	C=C	C-C
Năng lượng liên kết (kJ.mol ⁻¹)	498	467	413	799	611	414

Hướng dẫn giải

Ta có:

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= (n-1-k)E_{\text{C-C}} + kE_{\text{C=C}} + (2n+2-2k)E_{\text{C-H}} + \frac{3n+1-k}{2}E_{\text{O-O}} - 2nE_{\text{C=O}} \\ &\quad - 2(n+1-k)E_{\text{O-H}} = -1852 \\ \Rightarrow 545n &= 1579 + 56k \end{aligned}$$

$$0 \leq k \leq n-1 \Rightarrow \frac{1579}{545} \leq n \leq \frac{1523}{489} \Rightarrow 2,897 \leq n \leq 3,115 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow k = 1$$

Vì

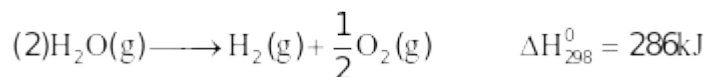
Công thức cấu tạo của X là CH₃-CH=CH₂.

Câu 25. 1) Cho phương trình phản ứng: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ và bảng giá trị nhiệt động ($\Delta_f H_{298}^0; S_{298}^0$).

	NaHCO ₃ (s)	Na ₂ CO ₃ (s)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ / mol)	-948,0	-1131,0	-393,5	-241,8
S_{298}^0 (J / K.mol)	102,1	136,0	213,7	188,7

- Hỏi ở điều kiện chuẩn 25°C, phản ứng xảy ra theo hướng nào?
- Phản ứng thuận tỏa nhiệt hay thu nhiệt?
- Phản ứng xảy ra theo chiều thuận là tăng hay giảm Entropy của hệ? Giải thích
- Ở nhiệt độ bao nhiêu độ C thì phản ứng chuyển dịch theo chiều ngược lại so với điều kiện chuẩn 25°C, xem giá trị biến thiên Enthalpy chuẩn và Entropy chuẩn là hằng số đối với nhiệt độ?

2)



- Tính biến thiên Enthalpy chuẩn của phản ứng: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (*)
- Tính biến thiên Enthalpy chuẩn của phản ứng (*) dựa vào năng lượng liên kết của các nguyên tử: $E_{b(\text{N-H})} = 391(\text{kJ/mol})$; $E_{b(\text{O=O})} = 498(\text{kJ/mol})$; $E_{b(\text{N-H})} = 391(\text{kJ/mol})$; $E_{b(\text{N}\equiv\text{N})} = 945(\text{kJ/mol})$; $E_{b(\text{O-H})} = 467(\text{kJ/mol})$. So sánh với Câu (a) và giải thích về kết quả?

Hướng dẫn giải

Ta có:

$$\Delta H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{Na}_2\text{CO}_3) + \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + \Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - 2\Delta_f H_{298}^0(\text{NaHCO}_3)$$

$$\Delta H_{298}^0 = -1131,0 + (-393,5) + (-241,8) - 2(-948)$$

$$\Rightarrow \Delta H_{298}^0 = 129,7 \text{ kJ} = 129700 \text{ J}$$

$$\Delta S_{298}^0 = S_{298}^0(\text{Na}_2\text{CO}_3) + S_{298}^0(\text{CO}_2) + S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - 2S_{298}^0(\text{NaHCO}_3)$$

$$\Delta S_{298}^0 = 136 + 213,7 + 188,7 - 2.102,1$$

$$\Rightarrow \Delta S_{298}^0 = 334,2 (\text{J/K})$$

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T \cdot \Delta S_{298}^0$$

$$\Delta G_{298}^0 = 129700 - 298.334,2$$

$$\Rightarrow \Delta G_{298}^0 = 30108,4 \text{ J} \approx 30,12 \text{ kJ} > 0$$

KL: Phản ứng có xu hướng theo chiều nghịch

Do $\Delta H_{298}^0 > 0$ nên phản ứng thuận là phản ứng thu nhiệt

Phản ứng xảy ra theo chiều thuận sẽ làm tăng Entropy vì chiều thuận làm tăng số mol khí

Để phản ứng ở thể xảy ra thì biến thiên năng lượng tự do Gibbs phải nhỏ hơn 0

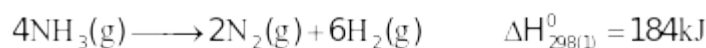
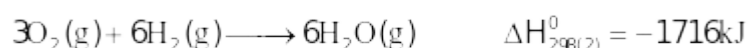
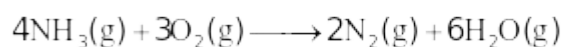
$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 - T \cdot \Delta S_T^0 < 0$$

$$\Delta G_T^0 = 129700 - T \cdot 334,2 < 0$$

$$\Rightarrow T > 388 \text{ K}$$

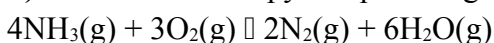
$$\Rightarrow T > 115^\circ \text{C}$$

a) Ta có:



$$\Rightarrow \Delta H_{298}^0 = \Delta H_{298(1)}^0 + \Delta H_{298(2)}^0 = 184 + (-1716) = -1532 \text{ kJ}$$

b) Biến thiên Enthalpy của phản ứng tính theo E_b :



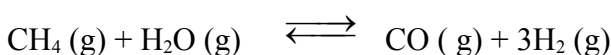
$$\Delta H_{298}^0 = 4.3.E_{b(\text{N-H})} + 3.E_{b(\text{O=O})} - 2.E_{b(\text{N=N})} - 6.2.E_{b(\text{H-O})}$$

$$\Delta H_{298}^0 = 12.391 + 3.498 - 2.945 - 12.467$$

$$\Rightarrow \Delta H_{298}^0 = -1308 \text{ kJ}$$

KL: Biến thiên Enthalpy của phản ứng tính theo năng lượng liên kết sai số đến 224 kJ do trong phân tử có nhiều liên kết và việc bẻ gãy các liên kết để sắp xếp lại là tính dựa trên giá trị năng lượng trung bình của các liên kết

Câu 26. Cho giá trị của biến thiên enthalpy và biến thiên entropy chuẩn ở 300K và 1200K của phản ứng:



Biết:

	$\Delta_r H^0$ (KJ/mol)	$\Delta_r S^0$ J/K.mol
300 ⁰ K	-41,16	-42,4
1200 ⁰ K	-32,93	-29,6

a. Hỏi phản ứng tự diễn biến sẽ theo chiều nào ở 300K và 1200K?

b. Tính hằng số cân bằng của phản ứng ở 300K? (cho hằng số $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$)

Hướng dẫn giải

a. Dựa vào biểu thức: $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$

$$\text{Ở } 300^\circ \text{K}; \Delta G_{300}^0 = (-41160) - [300.(-42,4)] = -28440 \text{ J} = -28,44 \text{ kJ}$$

$$\text{Ở } 1200^{\circ}\text{K} ; \Delta G^{\circ}_{1200} = (-32930) - [1200 \cdot (-29,6)] = 2590 = 2,59 \text{ kJ}$$

$\Delta G^{\circ}_{300} < 0$, phản ứng đã cho tự xảy ra ở 300K theo chiều từ trái sang phải.

$\Delta G^{\circ}_{1200} > 0$, phản ứng tự diễn biến theo chiều ngược lại ở 1200K

b. Tính hằng số cân bằng của phản ứng ở 300K

$$\Delta G^{\circ} = -2,303RT \log K$$

$$(-28440) = (-2,303) \cdot 8,314 \cdot 300 \cdot \log K$$

$$\log K = 28440 / (2,303 \cdot 8,314 \cdot 300) = 4,95$$

$$\Rightarrow K = 10^{4,95}$$

Câu 27. Công đoạn đầu tiên của quá trình sản xuất silicon có độ tinh khiết cao phục vụ cho công nghệ bán dẫn được thực hiện bằng phản ứng: $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Si}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$ (1).

1. Không cần tính toán, chỉ dựa vào sự hiểu biết về hàm entropy, hãy dự đoán sự thay đổi (tăng hay giảm) entropy của hệ khi xảy ra phản ứng (1).

2. Tính $\Delta_f H^{\circ}_{298}$, $\Delta_f S^{\circ}_{298}$, $\Delta_f G^{\circ}_{298}$ của quá trình điều chế silicon theo phản ứng (1).

3. Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận bắt đầu từ nhiệt độ nào? (Coi sự phụ thuộc của ΔS và ΔH vào nhiệt độ là không đáng kể).

Biết ở điều kiện chuẩn, tại 298 K, entropy và enthalpy của các chất:

Chất	$\text{SiO}_2(\text{s})$	$\text{C}(\text{s})$	$\text{Si}(\text{s})$	$\text{CO}(\text{g})$
$S^{\circ}_{298} (\text{J/mol.K})$	41,8	5,7	18,8	197,6
$\Delta_f H^{\circ}_{298} (\text{KJ/mol})$	- 910,9	0,0	0,0	- 110,5

Hướng dẫn giải

Theo chiều thuận, phản ứng (1) tăng 2 mol khí. Trạng thái khí có mức độ hỗn loạn cao hơn trạng thái rắn, tức là có entropy lớn hơn. Vậy khi phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì entropi của hệ tăng.

$$\Delta S^{\circ} = 2 \cdot 197,6 + 18,8 - 2 \cdot 5,7 - 41,8 = 360,8 \text{ JK}^{-1}$$

$$\Delta H^{\circ} = 2 \cdot (-110,5) + 910,9 = 689,9 \text{ (kJ)}$$

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ} = 689,9 - 298 \cdot 360,8 \cdot 10^{-3} = 582,4 \text{ (kJ)}.$$

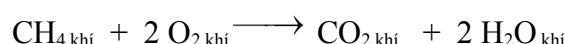
Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận khi ΔG bắt đầu có giá trị âm:

$$\Delta G = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ} = 689,9 - T \cdot 360,8 \cdot 10^{-3} = 0 \rightarrow T = 1912^{\circ}\text{K}.$$

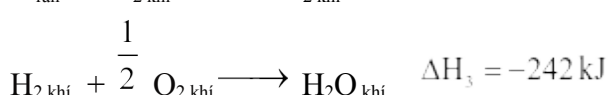
Vậy từ nhiệt độ lớn hơn 1912 °K, cân bằng (1) sẽ diễn ra ưu tiên theo chiều thuận.

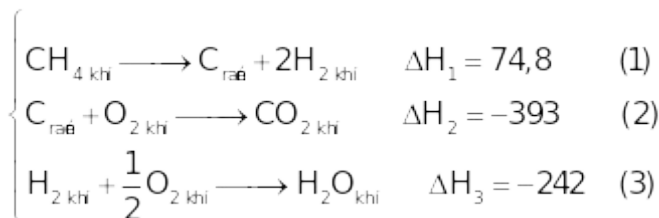
DẠNG 3 : TÍNH HIỆU ỨNG NHIỆT THEO ĐỊNH LUẬT HESS

Câu 28. Methane (CH_4) là một trong những nhiên liệu vô cùng quan trọng, nếu so với việc đốt cháy than đá thì đốt cháy methane sẽ sinh ra ít CO_2 hơn. Trong tự nhiên, khí methane sinh ra trong những cơn cháy rừng hay từ những phản ứng đốt nhiên liệu hóa thạch. Methane dưới dạng khí tự nhiên nén được sử dụng làm nhiên liệu cho xe cộ và được đánh giá là thân thiện với môi trường. Methane thường được sử dụng làm nhiên liệu cho các lò nung, nhà cửa, máy nước nóng, lò nung, xe ô tô... Nó cháy trong oxygen để tạo ra nhiệt theo phương trình như sau:



Hãy tính nhiệt phản ứng của phản ứng đốt cháy methane cho biết nhiệt tạo thành của các hợp chất như sau:



Hướng dẫn giải

Ta có như sau:

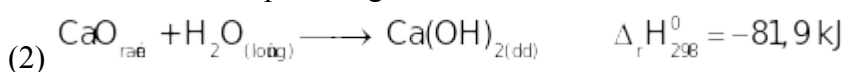
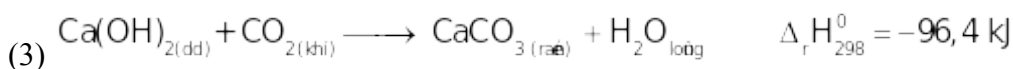


Theo ĐL Hess ta có: $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + 2\Delta H_3 = 74,8 + (-393) + 2.(-242) = -802,2 \text{ kJ}$

Câu 29. Thành phần chính của các loại đá vôi là calcium carbonate. Khi cho vôi sống tác dụng với carbon dioxide thì thu được calcium carbonate:

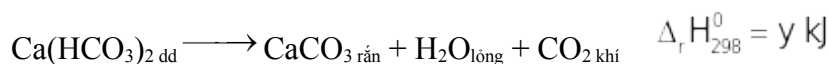


Cho $\Delta_r H_{298}^0$ của các phản ứng sau:



a. Tính giá trị của x và cho biết phản ứng (1) thu nhiệt hay tỏa nhiệt?

b. Động Phong Nha là một hang động thuộc vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bàng và là danh thắng tiêu biểu nhất trong quần thể hang động tại đây. Các thạch nhũ trong động trải qua hàng triệu năm kiến tạo từ đá vôi dạng karst, bị nước mưa thấm thấu, hòa tan và chảy xuống tạo thành những nhũ đá vô cùng lạ mắt như hình sư tử, hình ngai vàng, hình Đức Phật... Thạch nhũ được hình thành dựa trên phản ứng sau đây:



- Tính giá trị của y (cho phương trình (4): $\text{Ca(OH)}_{2\text{ dd}} + 2\text{CO}_2 \text{ khí} \longrightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \quad \Delta_r H_{298}^0 = -132,72 \text{ kJ}$)
- Tính lượng nhiệt phản ứng tỏa ra hay thu vào để hình thành 1 kg thạch nhũ (chứa 95% CaCO_3).

Hướng dẫn giải

a.

Ta thấy cộng phương trình (2), (3) sẽ thu được:

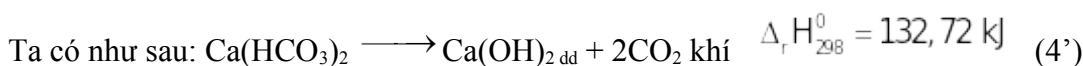


Theo ĐL Hess ta có: $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = (-81,9) + (-96,4) = -178,3 \text{ kJ}$

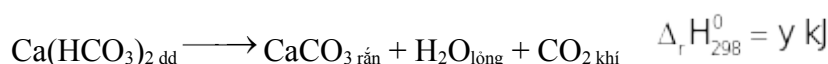
Vì giá trị $\Delta_r H_{298}^0$ của phương trình âm nên phản ứng chính là phản ứng tỏa nhiệt.

b.

Theo dữ kiện đề thì $\text{Ca(HCO}_3)_2$ là chất tham gia nhưng trong các phương trình trung gian không có phương trình nào $\text{Ca(HCO}_3)_2$ là chất tham gia $\Rightarrow$ biến đổi lại phương trình trung gian



Theo phương trình gốc thì phương trình (3) + (4) sẽ tạo ra



Theo ĐL Hess ta có: $\Delta H = \Delta H_3 + \Delta H_{4'} = (-96,4) + (132,72) = 36,32 \text{ kJ}$

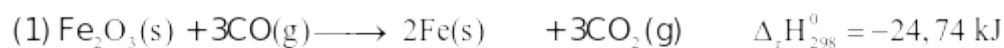
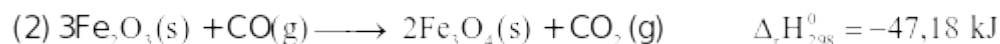
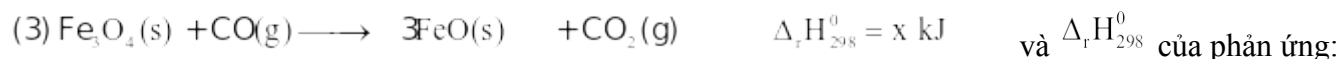
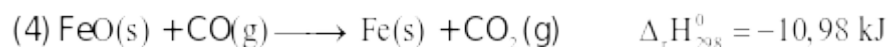
$$m_{\text{CaCO}_3} = 95\% \cdot 1 = 0,95 \text{ kg} \Rightarrow n_{\text{CaCO}_3} = \frac{0,95 \cdot 1000}{100} = 9,5 \text{ mol}$$

-Trong 1 kg thạch nhũ thì

Theo phương trình thì để tạo ra 1 mol CaCO_3 thì cần thu vào 36,32 kJ

⇒ lượng nhiệt cần thu vào để tạo ra 1 kg thạch nhũ là $9,5.36,32 = 345,04 \text{ kJ}$

Câu 30. Cho các phản ứng sau:

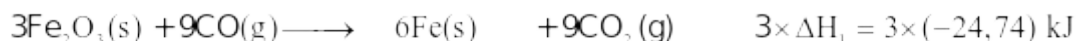
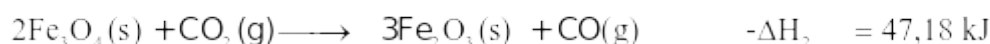
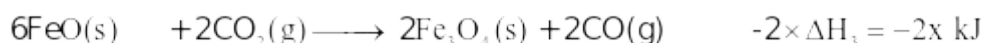


Tính giá trị của x và cho biết phản ứng (3) thu nhiệt hay tỏa nhiệt?

Hướng dẫn giải

Áp dụng hệ quả Hess, nhân hệ số thích hợp và cộng 2 về của các phương trình sau, ta được phương trình (*)

và $\Delta_r H_{298}^0$ tương ứng



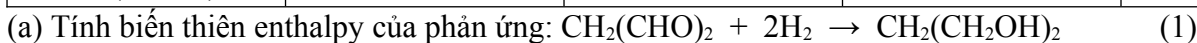
$$\text{Ta có: } 6 \times (-10,98) = 3 \times (-24,74) + 47,18 + (-2x)$$

$$\Leftrightarrow x = 19,42 \text{ kJ}$$

Vậy giá trị của x = 19,42 kJ < 0 nên phản ứng (3) thu nhiệt.

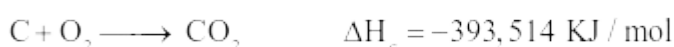
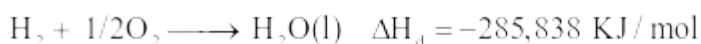
Câu 31. Thực nghiệm cho biết năng lượng liên kết, kí hiệu là E (theo kJ.mol⁻¹) của một số liên kết như sau:

Liên kết	O – H (alcohol)	C = O (RCHO)	C – H (alkane)	C – C (alkane)
E _b (kJ/mol)	437,6	705,2	412,6	331,5
Liên kết	C – O (alcohol)	C – C (RCHO)	C – H (RCHO)	H – H
E _b (kJ/mol)	332,8	350,3	415,5	430,5



(b) Biến thiên enthalpy tính được ở trên liên hệ như thế nào với độ bền của liên kết hoá học trong chất tham gia và sản phẩm của phản ứng (1)?

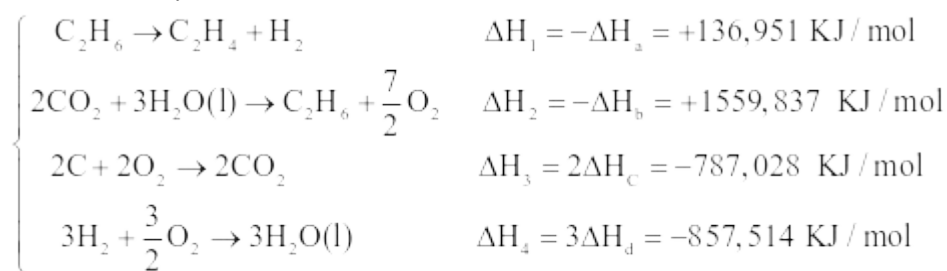
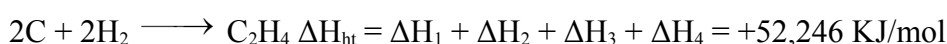
2. Cho các dữ kiện dưới đây:

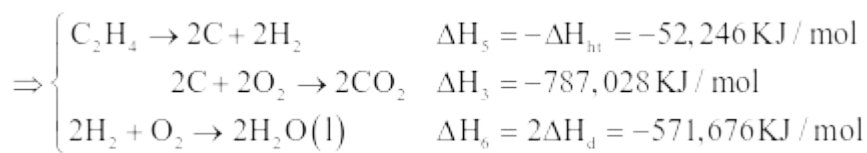
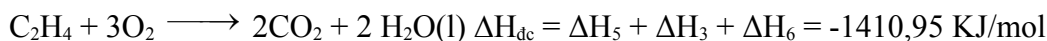


Hãy xác định: Nhiệt hình thành và nhiệt đốt cháy của etylen C₂H₄

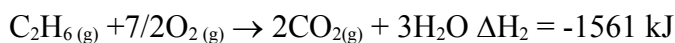
Hướng dẫn giải

Từ các dữ kiện đề Câu ta có:

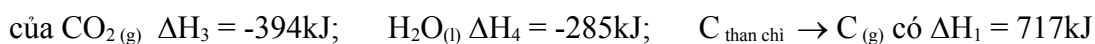




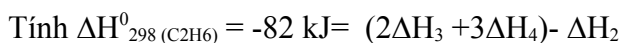
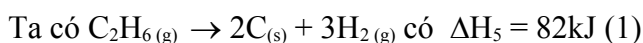
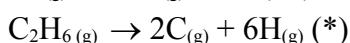
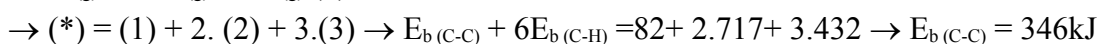
Câu 32. Xác định năng lượng liên kết C-C trên cơ sở các dữ liệu sau



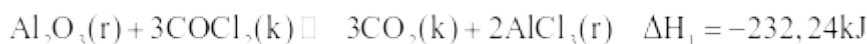
Sinh nhiệt tiêu chuẩn



Năng lượng liên kết: $E_{\text{H-H}} = 432\text{kJ}$; $E_{\text{C-H}} = 411 \text{ kJ}$



Câu 33. Tính nhiệt hình thành 1 mol AlCl_3 biết:

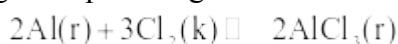


Nhiệt hình thành của CO là $-110,40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

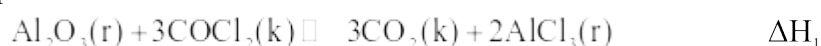
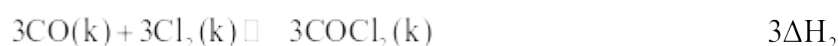
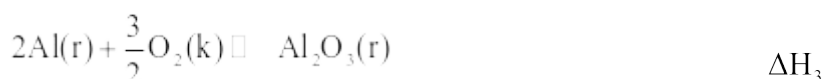
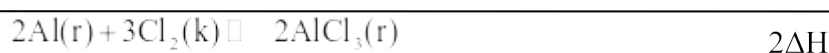
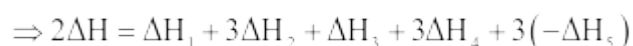
Nhiệt hình thành của CO_2 là $-393,13 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:



Ta có các quá trình sau:

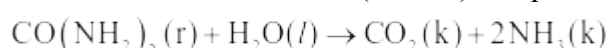


$$= -232,24 + 3(-112,40) + (-1668,20) + 3(-110,40) + 3(393,13)$$

$$= -1389,45\text{kJ}$$

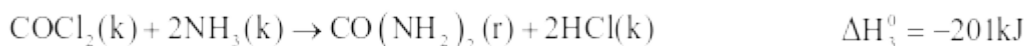
Vậy, nhiệt hình thành 1 mol AlCl_3 là $-694,725\text{kJ}$

Câu 34. Tính nhiệt tạo thành chuẩn (ở 25°C) của phản ứng sau:



Biết ở cùng điều kiện đó:

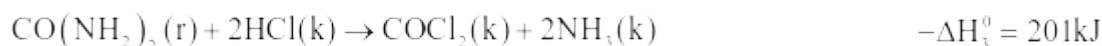
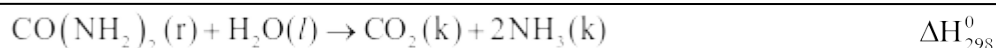




Nhiệt tạo thành $\text{HCl}(\text{k})$ là $\Delta H_4^0 = -92,3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

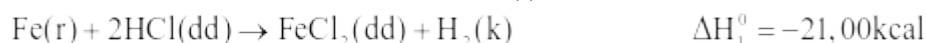
Nhiệt hóa hơi $\text{H}_2\text{O}(298\text{K})$ là $\Delta H_5^0 = -44,01\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Hướng dẫn giải



$$\Rightarrow \Delta H_{298}^0 = \Delta H_1^0 - (\Delta H_2^0 + \Delta H_3^0) + 2\Delta H_4^0 + \Delta H_5^0 = 43,76\text{kJ}$$

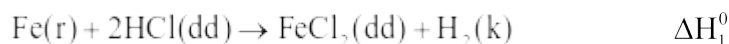
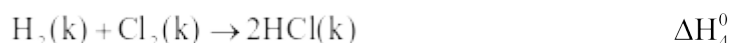
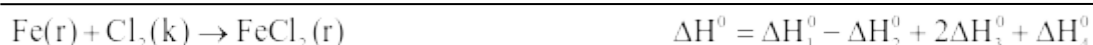
Câu 35. Tính nhiệt tạo thành tiêu chuẩn của $\text{FeCl}_2(\text{r})$ biết:



Kí hiệu aq để chỉ một lượng nước đủ lớn.

Hướng dẫn giải

Ta có các quá trình:



$$\Rightarrow \Delta H^0 = -21,00 + 19,50 + 2 \cdot (-17,50) - 44,48 = -80,98\text{kcal}$$

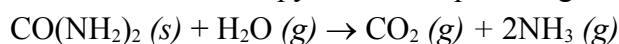
Vậy nhiệt tạo thành tiêu chuẩn của $\text{FeCl}_2(\text{r})$ là - 80,98 kcal.

Câu 36. Cho các số liệu nhiệt động của các quá trình chuyển hóa sau (ở 298K)

STT	Phản ứng	$\Delta_r H_{298}^0$ (kJ)
1	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$	-184,6
2	$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	41,13
3	$\text{COCl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$	12,5
4	$2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{COCl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g})$	-201
5	$\text{C}(\text{s}) + 0,5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$	-110,5
6	$\text{H}_2(\text{g}) + 0,5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,87

a. Tính enthalpy tạo thành chuẩn ($\Delta_f H_{298}^0$) của HCl , CO_2 và COCl_2 .

b. Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng sau:



Hướng dẫn giải

a. $\Delta_f H_{298}^0$ của $\text{HCl} = -92,3\text{kJ/mol}$

Áp dụng định luật Hess $\Rightarrow -(2) + (5) + (6) \Rightarrow \text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ (7)

$$\Rightarrow \Delta H(7) = -\Delta H(2) + \Delta H(5) + \Delta H(6) = -393,5\text{kJ}$$

Đơn chất có $\Delta_f H_{298}^0 = 0 \Rightarrow \Delta_f H_{298}^0 (\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$

Áp dụng định luật Hess $\Rightarrow - (3) + (5) \Rightarrow \text{C} + 0,5\text{O}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2 \text{ (8)}$

$\Rightarrow \Delta H(8) = -\Delta H(3) + \Delta H(5) = -223 \text{ kJ}$

Đơn chất có $\Delta_f H_{298}^0 = 0 \Rightarrow \Delta_f H_{298}^0 (\text{COCl}_2) = -123 \text{ kJ/mol}$

b.

Phản ứng (8): $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 (s) + \text{H}_2\text{O} (g) \rightarrow \text{CO}_2 (g) + 2\text{NH}_3 (g)$

Ta thấy: (8) = (1) – (2) + (3) – (4)

Áp dụng định luật Hess: $\Delta H(8) = \Delta H(1) - \Delta H(2) + \Delta H(3) - \Delta H(4)$

$\Rightarrow \Delta H(8) = -12,23 \text{ kJ}$

Phần III: HỆ THỐNG BÀI TẬP TỪ CÁC ĐỀ THI HSG CHÍNH THỨC CỦA TỈNH, OLYMIPIC,...

Câu 1 (2 điểm): TRƯỜNG THPT A KIM BẢNG – Hà Nam 2023-2024

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)
$\Delta_f H_{298}^0 \text{ (kJ/mol)}$	+227,0	+52,47	-84,67	-393,5	-241,82

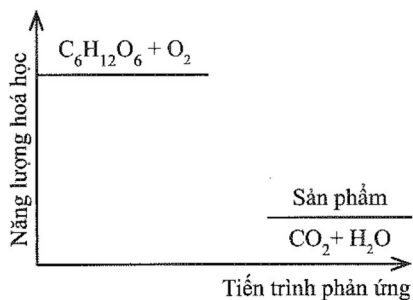
d. Từ kết quả tính toán đưa ra kết luận về ứng dụng của phản ứng đốt cháy X, Y, Z trong thực tiễn.

Hướng dẫn giải

Câu 1	NỘI DUNG	Điểm
a	X: C ₂ H ₂ (CH≡CH); Y: C ₂ H ₄ (CH ₂ =CH ₂); Z: C ₂ H ₆ (CH ₃ – CH ₃)	0,5
b	$2\text{C}_2\text{H}_2(g) + 5\text{O}_2(g) \xrightarrow{t^0} 4\text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta_f H_{298}^0 (1)$ $\text{C}_2\text{H}_4(g) + 3\text{O}_2(g) \xrightarrow{t^0} 2\text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta_f H_{298}^0 (2)$ $2\text{C}_2\text{H}_6(g) + 7\text{O}_2(g) \xrightarrow{t^0} 4\text{CO}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta_f H_{298}^0 (3)$	0,5
c	$\Delta_f H_{298}^0 (1) = 4.\Delta_f H_{298}^0 (\text{CO}_2) + 2.\Delta_f H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}) - 2.\Delta_f H_{298}^0 (\text{C}_2\text{H}_2) = -2511,64 \text{ kJ}$ $\Delta_f H_{298}^0 (2) = 2.\Delta_f H_{298}^0 (\text{CO}_2) + 2.\Delta_f H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H_{298}^0 (\text{C}_2\text{H}_4) = -1323,11 \text{ kJ}$ $\Delta_f H_{298}^0 (3) = 4.\Delta_f H_{298}^0 (\text{CO}_2) + 6.\Delta_f H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}) - 2.\Delta_f H_{298}^0 (\text{C}_2\text{H}_6) = -2855,58 \text{ kJ}$	0,25 0,25 0,25
d	Kết quả tính toán $\Delta_f H_{298}^0$ của phản ứng đốt cháy C ₂ H ₂ ; C ₂ H ₄ và C ₂ H ₆ giá trị lớn và < 0 (giải phóng năng lượng lớn) nên trong thực tiễn được sử dụng làm nhiên liệu. Riêng C ₂ H ₂ trong thực tiễn làm đèn xì acetylene vì đèn xì acetylene có nhiệt độ cao nhất.	0,25

Câu 2 (2,5 điểm): TRƯỜNG THPT A KIM BẢNG – Hà Nam 2023-2024

1. Đường sucrose (C₁₂H₂₂O₁₁) 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 CO₂ và H₂O. 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?

2. ^{14}C là một đồng vị phóng xạ β của cacbon có chu kỳ bán rã $t_{1/2} = 5700$ năm. Hàm lượng ^{14}C trong khí quyển và trong cơ thể sinh vật sống luôn ổn định. Khi các sinh vật chết, tỉ lệ $\frac{^{14}\text{C}}{^{12}\text{C}}$ giảm dần. Mỗi gam cacbon tổng cộng trong cơ thể sống có độ phóng xạ của ^{14}C bằng 0,277 Bq (phân rã/giây).

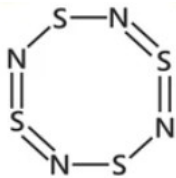
- a. Nguyên tử ^{14}C biến đổi ra sao sau khi phân rã?
- b. Một mẫu vật có nguồn gốc sinh học có tỉ lệ $\frac{^{14}\text{C}}{^{12}\text{C}}$ bằng 0,25 lần tỉ lệ $\frac{^{14}\text{C}}{^{12}\text{C}}$ trong cơ thể sống. Tính tuổi mẫu vật.

Hướng dẫn giải

Câu 2	NỘI DUNG	Điểm
1	a. Phản ứng tỏa nhiệt, do nhiệt tạo thành chất phản ứng lớn hơn nhiệt tạo thành sản phẩm.	0,5
	b. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{fructose}) + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{glucose});$ đây không phải là phản ứng oxi hóa – khử do không có sự thay đổi số oxi hóa.	0,25 0,25
	c. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)} + 12\text{O}_2(g) \longrightarrow 12\text{CO}_2(g) + 11\text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -5645 \text{ kJ}$	0,25
	$n_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = 5/342 \text{ mol} \longrightarrow \Delta_r H_{298}^0 = (5/342).(-5645) = -82,5 \text{ kJ}$	0,25
2	a. $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + \beta^- \Rightarrow ^{14}\text{C}$ trở thành nguyên tử ^{14}N b. Gọi N_0 là tỉ lệ $\frac{^{14}\text{C}}{^{12}\text{C}}$ trong hệ đang sống và N là tỉ lệ tương tự của mẫu đã lấy từ hệ đã chết t năm trước đây. Ta có: $N = N_0 \cdot e^{-kt}$ trong đó $k = \ln 2/t_{1/2}$ $\Rightarrow t = \frac{-\ln \frac{N}{N_0}}{k} = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{N}{N_0} = -5700 \cdot \frac{\ln 0,25}{\ln 2} = 11400 \text{ (năm)}$	0,5 0,5

Câu 3: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Hồng Đức ĐắkLak Năm 2022 – 2023)

Sục khí NH_3 vào dung dịch SCl_2 sinh ra chất rắn màu đỏ dễ nổ S_4N_4 . Cấu trúc của chất này có thể biểu diễn bằng nhiều cách, một trong những cách là như hình cho dưới đây:



a. Viết chu trình Born-Haber cho sự tạo thành S_4N_4 và xác định entalpy tạo thành S_4N_4 .

b. Xác định biến thiên entalpy của phản ứng giữa NH_3 với SCl_2 .

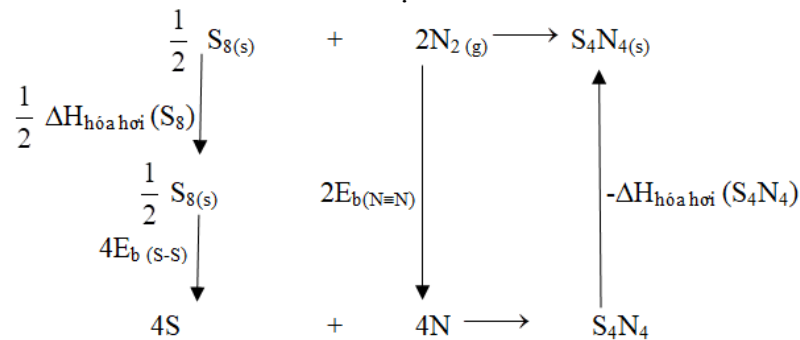
Cho: $E_{b(S-S)} = 226 \text{ kJ/mol}$; $E_{b(N\equiv N)} = 946 \text{ kJ/mol}$; $E_{b(S-N)} = 273 \text{ kJ/mol}$; $E_{b(S=N)} = 328 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_{\text{hóa hơi}}(S_8) = 77 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_{\text{hóa hơi}}(S_4N_4) = 88 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta_f H(SCl_2) = -50 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H(NH_3) = -459 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H(HCl) = -92,3 \text{ kJ/mol}$.

Hướng dẫn giải

a. Chu trình Born-Haber cho sự hình thành S_4N_4 :



Xác định entalpy tạo thành S_4N_4 :

$$\begin{aligned}
 \Delta_f H(S_4N_4) &= \frac{1}{2} \Delta H_{\text{hóa hơi}}(S_8) + 4E_{b(S-S)} + 2E_{b(N\equiv N)} - 4E_{b(S-N)} - 4E_{b(S=N)} - \Delta H_{\text{hóa hơi}}(S_4N_4) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 77 + 4 \cdot 226 + 2 \cdot 946 - 4 \cdot 273 - 4 \cdot 328 - 88 = 342,5 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

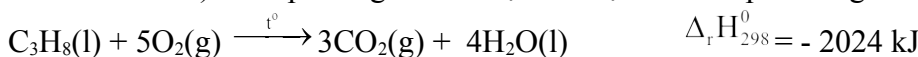
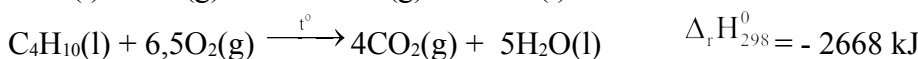
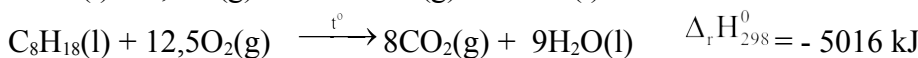
b. $4NH_3 + 6SCl_2 \rightarrow S_4N_4 + \frac{1}{2} S_8 + 12HCl$ ΔH^0

$$\Delta H^0 = 12\Delta_f H(HCl) + \Delta_f H(S_4N_4) - 6\Delta_f H(SCl_2) - 4\Delta_f H(NH_3)$$

$$12 \cdot (-92,3) + 342,5 - 6 \cdot (-50) - 4 \cdot (-45,9) = -281,5 \text{ kJ/mol}$$

Câu 4: (HSG 10 Hải Dương Năm 2022 – 2023)

Các nhiên liệu được sử dụng phổ biến trong thực tế là xăng (C_8H_{18}); khí gas hóa lỏng (C_3H_8 và C_4H_{10} có tỉ lệ thể tích 40 : 60). Cho phương trình nhiệt hóa học của các phản ứng đốt cháy xăng, khí gas hóa lỏng như sau:



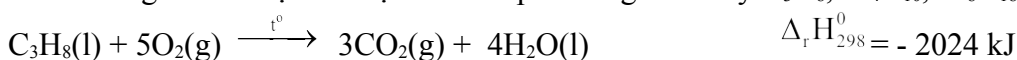
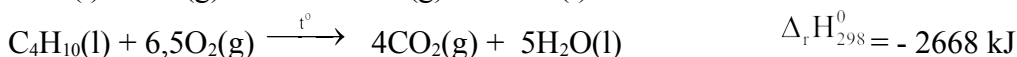
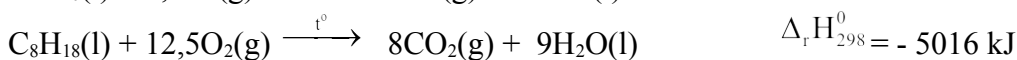
a. So sánh nhiệt lượng khi đốt cháy 5 lít xăng (biết D của C_8H_{18} là 0,70 kg/L) và 5 lít khí gas hóa lỏng (biết D của C_3H_8 , C_4H_{10} lần lượt là 0,50 kg/L, 0,57 kg/L).

b. Để tránh ô nhiễm môi trường người ta nghiên cứu thay ô tô chạy bằng động cơ nhiên liệu khí hydrogen (H_2) cho ô tô chạy bằng động cơ xăng. Để chạy 100 km, ô tô chạy bằng động cơ xăng hết 8,5 lít xăng, hỏi ô tô chạy bằng động cơ nhiên liệu khí hydrogen cần bao nhiêu lít khí (đkc).

Biết $\Delta_f H_{298}^0(H_2O) = -241,8 \text{ kJ/mol}$, coi hiệu suất động cơ của hai loại ô tô là như nhau.

Hướng dẫn giải

a. - Phương trình nhiệt hóa học của các phản ứng đốt cháy C_3H_8 , C_4H_{10} , C_8H_{18} :



Trong 5 lít xăng có $m_{\text{xăng}} = 5 \times 0,7 = 3,5 \text{ kg} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ g}$

$$\Rightarrow \text{số mol } C_8H_{18} = 3,5 \cdot 10^3 / 114 = \frac{3500}{114} \text{ mol}$$

Lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 5 lít xăng: $3,5 \cdot 10^3 / 114 \times 5016 = 154 \cdot 10^3 \text{ kJ}$

- Vì tỉ lệ thể tích (C_3H_8) và (C_4H_{10}) 40 : 60 nên trong 5 lít khí gas có:

+ $m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0,4 \times 5 \times 0,5 = 1 \text{ kg}$

+ $m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 0,6 \times 5 \times 0,57 = 1,71 \text{ kg}$

- Nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy 5 lít khí gas:

$1 \cdot 10^3 / 44 \times 2024 + 1,71 \cdot 10^3 / 58 \times 2668 = 124660 \text{ kJ} < 154 \cdot 10^3 \text{ kJ}$

Nên lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 5 lít xăng nhiều hơn khi đốt cháy 5 lít khí gas.

b. Khi xe ô tô chạy 100 km hết 8,5 lít xăng thì nhiệt lượng tỏa ra: $154 \cdot 10^3 / 5 \times 8,5 = 261800 \text{ kJ}$

Khi thay thế xăng bằng khí hydrogen:



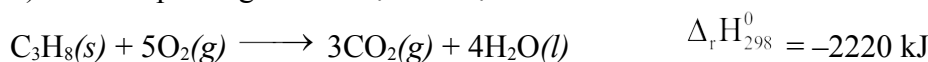
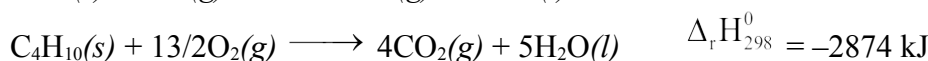
Vì hiệu suất động cơ của ô tô là như nhau đối với cả xăng và khí hydrogen nên thể tích khí hydrogen cần dùng ở đkc là: $261800 / 241,8 \times 24,79 = 26840,455 \text{ L}$

Câu 5: (HSG 10 THPT Bạch Đằng Hải Phong Năm 2022 – 2023)

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 40: 60 (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%).

Hướng dẫn 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.

$$n_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{40\% \cdot 12 \cdot 10^3}{44} = 1200 / 11 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = \frac{60\% \cdot 12 \cdot 10^3}{58} = 3600 / 29 \text{ mol}$$

$$2220 \cdot \frac{1200}{11} + 2874 \cdot \frac{3600}{29} = 598954,232 \text{ kJ}$$

Nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn bình gas là:

c) Thời gian hộ gia đình sử dụng hết bình gas là: $598954,232 \times 60\% : 6000 \approx 60 \text{ ngày}$

Câu 6: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Cư Mgar ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Cho phản ứng: $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + 6,5 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad (1)$

Dựa vào bảng số liệu sau:

Liên kết	C-H	C-C	O=O	C=O	H-O
$E_b (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	418	346	494	732	459

Một bình gas chứa 12 kg khí trong đó Butan (C_4H_{10}) chiếm 96,67% về khối lượng còn lại là tạp chất không cháy. Một hộ gia đình cần đốt gas để cung cấp 10 000 kJ nhiệt trong mỗi ngày. Biết hiệu suất hấp thụ nhiệt là 80%.

Cho biết phản ứng trên thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Sau bao nhiêu ngày thì hộ gia đình trên dùng hết bình gas 12 kg?

Hướng dẫn giải

$$\begin{aligned} \Delta_r H_{298}^0 &= 10E_b(\text{C-H}) + 3E_b(\text{C-C}) + 6,5E_b(\text{O=O}) - 8E_b(\text{C=O}) - 10E_b(\text{H-O}) \\ &= 10 \cdot 418 + 3 \cdot 346 + 6,5 \cdot 494 - 8 \cdot 732 - 10 \cdot 459 = -2017 \text{ (kJ)} \end{aligned}$$

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

$$n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 12 \cdot 1000 \cdot 96,67 / (100 \cdot 58) = 200,007 \text{ mol}$$

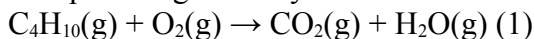
Cứ đốt cháy 1mol C_4H_{10} thì nhiệt tỏa ra 2017kJ

Nhiệt tỏa ra khi đốt cháy 12 kg gas = 200,007. 2017 = 403414 KJ

Số ngày để dùng hết bình gas 12 kg = 403414.80 / (10 000.100) = 32,273 ngày.

Câu 7 (HSG 10 Cấp Trường Quảng Nam Năm 2022 – 2023)

Cho phản ứng đốt cháy butane sau:



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

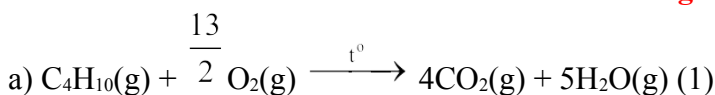
Liên kết	Phân tử	E _b (kJ/mol)	Liên kết	Phân tử	E _b (kJ/mol)
C – C	C ₄ H ₁₀	346	C = O	CO ₂	799
C – H	C ₄ H ₁₀	418	O – H	H ₂ O	467
O = O	O ₂	495			

a. Cân bằng phương trình phản ứng (1).

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

c. Một bình gas chứa 12 kg butane có thể đun sôi bao nhiêu ấm nước? (Giả thiết mỗi ấm nước chứa 2 L nước ở 25 °C, nhiệt dung của nước là 4,2 J/g.K, có 40% nhiệt đốt cháy butane bị thất thoát ra ngoài môi trường).

Hướng dẫn giải



b) $\Delta_r H_{298}^0 = 3. E_{\text{C}-\text{C}} + 10. E_{\text{C}-\text{H}} + 6,5. E_{\text{C}=\text{O}} - 4.2. E_{\text{C}=\text{O}} - 5.2. E_{\text{O}-\text{H}}$
 $= 3.346 + 10.418 + 6,5.495 - 8.799 - 10.467 = -2626,5 \text{ (kJ)}.$

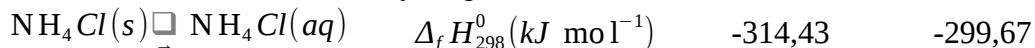
c) $Q = 12.103.2626,558 = 964163,4 \text{ (kJ)}$

Nhiệt cần đun 1 ấm nước: $2.103.4,2.(100-25)=630000 \text{ (J)} = 630 \text{ (kJ)}$

Số ấm nước: $964163,4.60630 = 918 \text{ (ấm nước)}$

Câu 8. (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Thủy Sơn Hải Phòng Năm 2022 – 2023)

Muối ammonium chloride rắn khi hoà tan vào nước sẽ xảy ra quá trình:



1. Người ta lợi dụng nhiệt phản ứng trên để sản xuất túi chườm. Em hãy cho biết quá trình trên được ứng dụng làm túi chườm nóng hay túi chườm lạnh?

2. Một học sinh dùng 64,2 gam ammonium chloride cho vào cốc chứa 150 mL nước ở điều kiện chuẩn. Tính nước trong cốc sau phản ứng có bị đóng băng không, biết nhiệt dung riêng của nước là $C = 4184 \text{ J/kg.K}$; nhiệt độ nóng chảy của nước là 0°C và sự mất nhiệt ra môi trường là không đáng kể (Áp dụng công thức tính nhiệt thu $Q_{\text{thu}} = n_{\text{NH}_4\text{Cl}} \times \Delta_r H_{298}^0$; nhiệt tỏa $Q_{\text{toả}} = m_{\text{nước}} \times C_{\text{nước}} \times (T_2 - 25) = -Q_{\text{thu}}$)

Hướng dẫn giải

a. $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0 \text{ NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) - \Delta_f H_{298}^0 \text{ NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \Leftrightarrow \Delta_r H_{298}^0 = -299,67 - (-314,43) = 14,76 \text{ kJ}$

Phản ứng thu nhiệt, muối hấp thụ nhiệt từ nước, làm nước giảm nhiệt độ nên ứng dụng làm túi chườm lạnh.

b. $n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{64,2}{53,5} = 1,2 \text{ mol}$

$Q_{\text{thu}} = n_{\text{NH}_4\text{Cl}} \times \Delta_r H_{298}^0 = 1,2 \times 14,76 = 17,712 \text{ kJ} = 17712 \text{ J}$

$Q_{\text{toả}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \times C_{\text{H}_2\text{O}} \times (T_2 - 25) = 0,15 \times 4184 \times (T_2 - 25)$

Ta có: $Q_{\text{thu}} = -Q_{\text{toả}} \Leftrightarrow 17712 = -0,15 \times 4184 \times (T_2 - 25) \Leftrightarrow T_2 = -3,22^\circ\text{C}$

Nhận thấy $T_2 < 0^\circ\text{C}$ nên nước trong cốc bị đóng băng.

Câu 9 (HSG Lớp 10 Tỉnh Điện Biên Năm 2022 – 2023)

1. Nescafe đã sản xuất thành công lon café tự làm nóng. Để làm nóng café, chỉ cần ấn nút (trên lon) để trộn nguyên liệu gồm 1 dung dịch KOH hoặc NaOH rất loãng và CaO; 210 mL café trong lon sẽ được hâm nóng đến khoảng 40°C.

a) Viết phương trình phản ứng xảy ra giữa các nguyên liệu dùng để đun nóng café (khi ấn nút). Hãy tính hiệu ứng nhiệt của phản ứng này. Cho biết:

	Ca(OH) ₂	CaO	H ₂ O
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	-1003	-635	-286

b) Giả sử nhiệt dung riêng của café là 4,18 J/K.g (Nhiệt dung riêng là nhiệt lượng cần cung cấp để 1 gam chất tăng lên 1 độ). Hãy tính lượng nhiệt cần cung cấp để làm nóng 210mL café từ 0°C đến 40°C (d = 1,0 g/ml). Hãy tính lượng CaO cần để thực hiện nhiệm vụ này. Giả sử hiệu ứng nhiệt của phản ứng trên không đổi trong khoảng nhiệt độ đang xét.

2. Khi cho 32,69g Zn tác dụng với dung dịch H₂SO₄ loãng dư trong bom nhiệt lượng kế (V = const) ở 25°C, người ta thấy có thoát ra một nhiệt lượng là 71,48 kJ. Tính hiệu ứng nhiệt (kJ) của phản ứng ở nhiệt độ đó. Cho Zn = 65,38.

Hướng dẫn giải

1.

a. Phản ứng: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$

$$\Delta_r H = -1003 + 635 + 286 = -82 \text{ kJ mol}^{-1}$$

b. Đun nóng 210g lên 40°C cần $4,18 \times 210 \times 40 \text{ J} = 35,1 \text{ kJ}$

1 mol CaO cung cấp 82 kJ số mol CaO cần = $35,1/82 \text{ mol} = 0,428 \text{ mol}$,

$$m_{\text{CaO}} = 56. 0,428 = 24,0 \text{ g}$$

2. $\text{Zn}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{ZnSO}_{4(aq)}$

$$\begin{aligned} & \text{Trong bom nhiệt lượng kế có } V = \text{const.} \Rightarrow \Delta U = -71,48. \frac{32,69/65,38}{1} = -142,96 \text{ (kJ/mol)} \\ & \Rightarrow \Delta H = \Delta U + \Delta n.RT = -142,96 + 1. 8,314 .298,15 .10^{-3} = -140,5 \text{ (kJ/mol)} \end{aligned}$$

Câu 10 (HSG Lớp 10 Cụm THPT Hà Đông – Hoài Đức Hà Nội Năm 2022 – 2023)

Biến thiên enthalpy chuẩn của quá trình “ $\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ ” 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? Cốc nước lỏng bị lạnh dần trong quá trình viên nước đá tan chảy?

c) Biết rằng để làm cho nhiệt độ của 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, tính số viên nước đá tối thiểu cần tan chảy để có thể làm lạnh 576 gam nước lỏng ở 20°C xuống 0°C ?

d) Để làm lạnh 180 gam nước lỏng ở 45°C xuống 0°C, một bạn học sinh đã dùng 150 gam nước đá. Lượng nước đá này là vừa đủ, thiếu hay dư?

(Trong phần c, d, giả thiết chỉ có sự trao đổi nhiệt giữa nước và nước đá).

Hướng dẫn giải

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

b) Viên đá tan chảy vì nó lấy nhiệt từ nước lỏng (là môi trường xung quanh). Nước lỏng nhường nhiệt cho viên đá, sự mất nhiệt làm cho nước lỏng lạnh đi.

c) Số mol nước = 32 mol

Nhiệt lượng mà 576 gam nước lỏng từ 20°C giảm xuống 0°C tỏa ra là: $2 \times 75,4 \times |0-20| = 48256 \text{ J}$.

Phần lượng nhiệt tỏa ra này được viên đá hấp thụ để tan chảy.

Số viên đá tối thiểu cần dùng là 8 viên ($48256:6020 = 8,015$)

d) Số mol nước = 10 mol

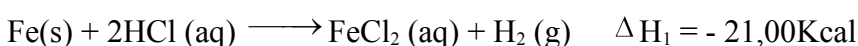
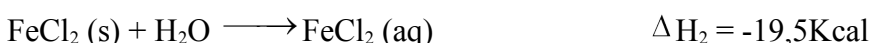
Nhiệt lượng mà 180 gam nước lỏng từ 45°C giảm xuống 0°C tỏa ra là: $10 \times 75,4 \times |0-45| = 33930 \text{ J}$.

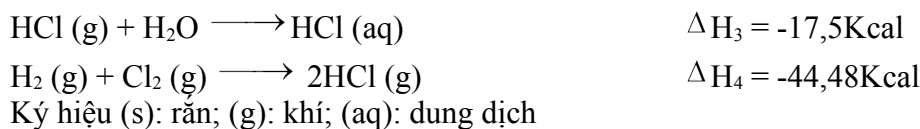
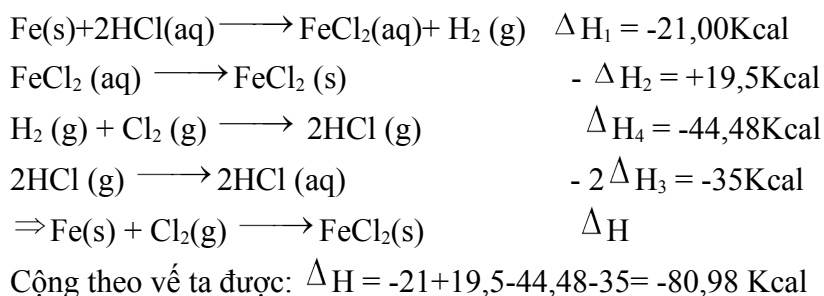
Lượng nước đá cần dùng là $(33930:6020) \times 18 = 101,45 \text{ gam}$.

Vậy dùng 150 gam nước đá là dư.

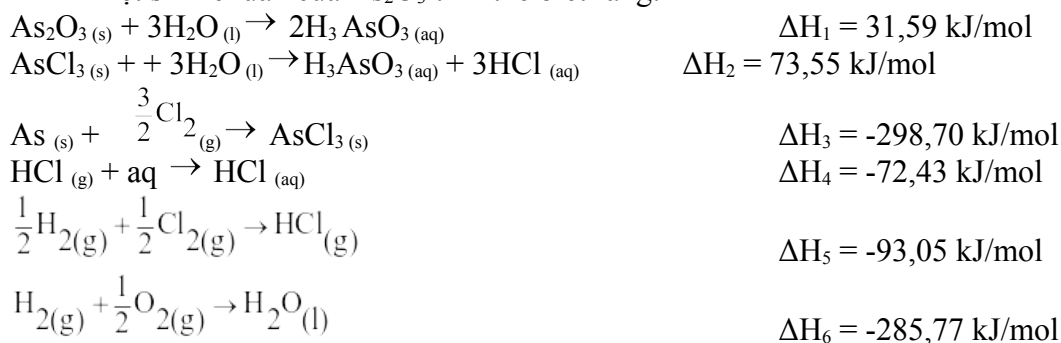
Câu 11: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Chu Văn An ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Tính nhiệt tạo thành FeCl₂ (s) biết:



**Hướng dẫn giải****Câu 12: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Nguyễn Công Trứ ĐắkLak Năm 2022 – 2023)**

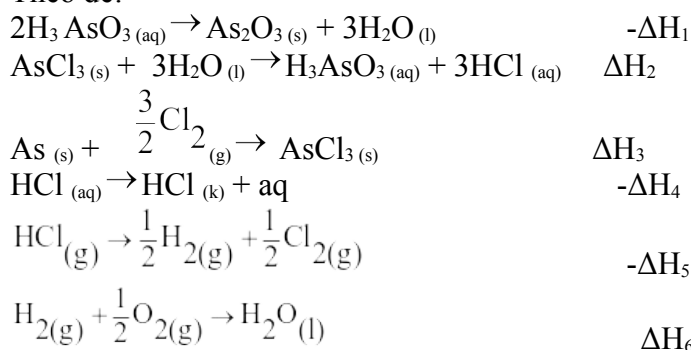
Tính nhiệt sinh chuẩn của As_2O_3 tinh thể biết rằng:

**Hướng dẫn giải**

Yêu cầu của đề bài chính là tìm nhiệt tạo thành của phản ứng sau:



Theo đề:



Tổ hợp các phản ứng từ đề bài ta có:

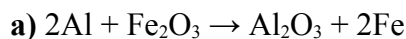
$$\Delta H_7 = -\Delta H_1 + 2\Delta H_2 + 2\Delta H_3 - 6\Delta H_4 - 6\Delta H_5 + 3\Delta H_6$$

$$= -31,59 + 2.73,55 - 2.298,70 + 6.72,43 + 6.93,05 - 3.285,77 = -346,32 \text{ (kJ/mol)}.$$

Câu 13: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Nguyễn Tất Thành ĐắkLak Năm 2022 – 2023)

Cho biết $\Delta_f H_{298}^\circ (\text{Al}_2\text{O}_3) = -1675,7 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H_{298}^\circ (\text{Fe}_2\text{O}_3) = -824,2 \text{ kJ/mol}$. Hãy tính $\Delta_r H_{298}^\circ$ phản ứng nhiệt nhôm và từ đó lí giải vì sao

- trong thực tế phản ứng này tự duy trì sau khi được khơi mào (đốt nóng ban đầu).
- Phản ứng này có thể dùng để hàn sắt, thép (tìm hiểu tài liệu khi cần).

Hướng dẫn giải

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

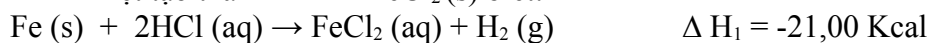
$$\Delta_r H_{298}^\circ = 1.(-1675,7) + 2.0 - 2.(0) - 1.(-824,2) = -851,5 \text{ kJ}$$

Để phản ứng xảy ra, cần nhiệt ban đầu để khơi mào một lượng bột Al và Fe_2O_3 , sau khi phản ứng xảy ra sẽ tỏa nhiệt, nhiệt tỏa sẽ sử dụng để khơi mào lượng Al, Fe_2O_3 tiếp theo... và phản ứng cứ như vậy tiếp diễn.

b) Phản ứng nhiệt nhôm tỏa rất nhiều nhiệt nên có thể làm nóng chảy sắt, thép. Phản ứng lại sinh ra sắt dạng nóng chảy nên lượng sắt này dùng để hàn gắn sắt thép. Thêm vào đó, Al_2O_3 sinh ra lại nổi lên trên bảo vệ bề mặt trong lúc hàn, hạn chế sự oxy hóa sắt thép.

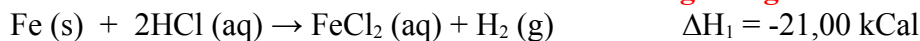
Câu 14: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Nguyễn Huệ ĐắkLak Năm 2022 – 2023)

Tính nhiệt tạo thành $\Delta H_{298}^0 \text{FeCl}_2(\text{s})$ biết:



Ký hiệu (s): rắn; (g): Khí; (aq): dung dịch

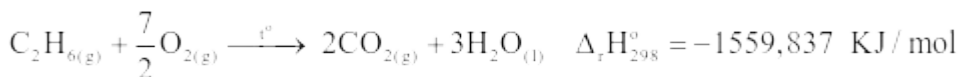
Hướng dẫn giải



Cộng theo vế ta được: $\Delta_f H_{298}^0 \text{FeCl}_2(\text{s}) = -21 + 19,5 - 44,48 - 35 = -80,98 \text{ kCal}$

Câu 15: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Trần Quốc Toản ĐắkLak Năm 2022 – 2023)

Cho các dữ kiện dưới đây:

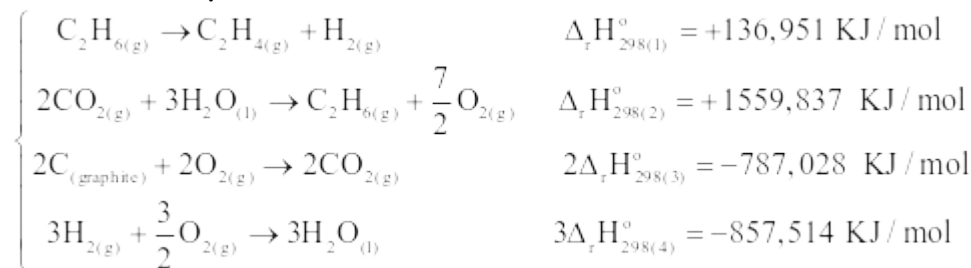
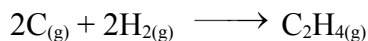


a. Tính enthalpy tạo thành chuẩn ethylene.

b. Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy ethylene.

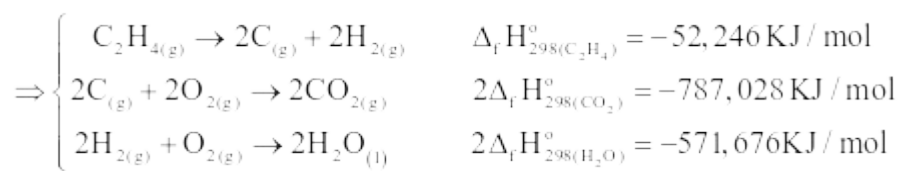
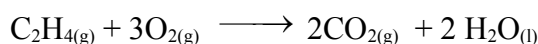
Hướng dẫn giải

a. Từ các dữ kiện đề bài ta có:



$$\Delta_f H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_4) = \Delta_r H_{298(1)}^0 + \Delta_r H_{298(2)}^0 + 2 \Delta_r H_{298(3)}^0 + 3 \Delta_r H_{298(4)}^0 = +52,246 \text{ KJ/mol}$$

b.



$$\Delta_r H_{298}^0 = -\Delta_f H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_4) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) = -1410,95 \text{ KJ/mol}$$

Câu 16 (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Hiệp Đức Năm 2016 – 2017)

a) Tính hiệu ứng nhiệt ở 25°C của phản ứng $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$, biết

$$\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{Al}_2\text{O}_3} = -1667,82 \text{ kJ/mol}; \quad \left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = -819,28 \text{ kJ/mol}.$$

b) Nhiệt đốt cháy của benzen lỏng ở 25°C; 1atm là - 3268 kJ/mol. Xác định nhiệt hình thành của benzene lỏng ở điều kiện đã cho về nhiệt độ và áp suất, biết rằng nhiệt hình thành chuẩn ở 25°C của $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ lần lượt bằng - 393,5 và -285,8 kJ/mol.

c) Tính $\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{r})}$ biết: $\left(\Delta H_{đc,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{r})} = -2805 \text{ kJ/mol}$; $\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{CO}_2(\text{k})} = -393,5 \text{ kJ/mol}$;
 $\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} = -285,8 \text{ kJ/mol}.$

Hướng dẫn giải

a. PTHH: $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$

$$\Rightarrow \Delta H_{298}^0 = \left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{Al}_2\text{O}_3} - \left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = -1667,82 - (-819,28) = -848,54 \text{ kJ}$$

b. PTHH: $\text{C}_6\text{H}_{6(\text{l})} + \frac{15}{2} \text{O}_{2(\text{g})} \xrightarrow{t^\circ} 6\text{CO}_{2(\text{g})} + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$\Delta H_{pu}^0 = \left(\Delta H_{đc,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})} = 3\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} + 6\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{CO}_2(\text{k})} - \left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})}$$

$$\Rightarrow \left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})} = 3\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} + 6\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{CO}_2(\text{k})} - \left(\Delta H_{đc,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})}$$

$$= 3 \cdot (-285,8) + 6 \cdot (-393,5) - (-3268) = 49,6 \text{ kJ/mol}$$

c. PTHH: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_{2(\text{g})} \xrightarrow{t^\circ} 6\text{CO}_{2(\text{g})} + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$\Delta H_{pu}^0 = \left(\Delta H_{đc,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{r})} = 6\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} + 6\left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{CO}_2(\text{k})} - \left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{r})}$$

$$\Rightarrow \left(\Delta H_{ht,298}^0\right)_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{r})} = -1270,8 \text{ kJ/mol}$$

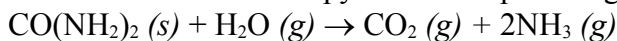
Câu 17. (HSG Lớp 10 Bà Rịa Vũng Tàu Năm 2022 – 2023)

Cho các số liệu nhiệt động của các quá trình chuyển hóa sau (ở 298K)

STT	Phản ứng	$\Delta_r H_{298}^0 \text{ (kJ)}$
1	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$	-184,6
2	$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	41,13
3	$\text{COCl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$	12,5
4	$2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{COCl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g})$	-201
5	$\text{C}(\text{s}) + 0,5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$	-110,5
6	$\text{H}_2(\text{g}) + 0,5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,87

a. Tính enthalpy tạo thành chuẩn ($\Delta_f H_{298}^0$) của HCl, CO_2 và COCl_2 .

b. Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng sau:



Hướng dẫn giải

a. $\Delta_f H_{298}^0$ của HCl = - 92,3 kJ/mol

Áp dụng định luật Hess $\Rightarrow$ - (2) + (5) + (6) $\Rightarrow$ $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ (7)

$$\Rightarrow \Delta H(7) = -\Delta H(2) + \Delta H(5) + \Delta H(6) = -393,5 \text{ kJ}$$

Đơn chất có $\Delta_f H_{298}^0 = 0 \Rightarrow \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$

Áp dụng định luật Hess $\Rightarrow$ - (3) + (5) $\Rightarrow$ $\text{C} + 0,5\text{O}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$ (8)

$$\Rightarrow \Delta H(8) = -\Delta H(3) + \Delta H(5) = -223 \text{ kJ}$$

Đơn chất có $\Delta_f H_{298}^0 = 0 \Rightarrow \Delta_f H_{298}^0(\text{COCl}_2) = -123 \text{ kJ/mol}$

b.

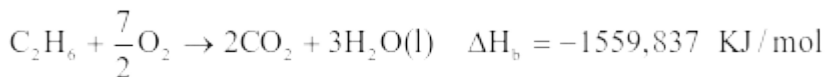
Phản ứng (8): $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{NH}_3(\text{g})$

Ta thấy: (8) = (1) - (2) + (3) - (4)

Áp dụng định luật Hess: $\Delta H(8) = \Delta H(1) - \Delta H(2) + \Delta H(3) - \Delta H(4) \Rightarrow \Delta H(8) = -12,23 \text{ kJ}$

Câu 18. (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Ngô Gia Tự ĐakLak Năm 2022 – 2023)

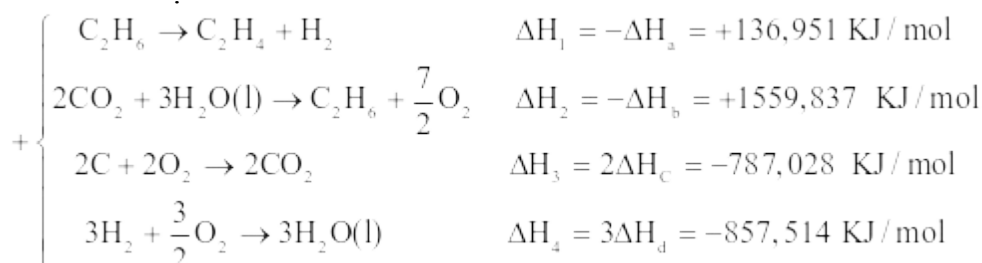
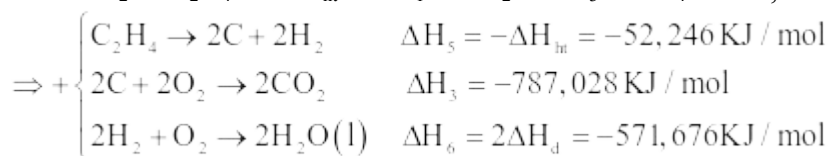
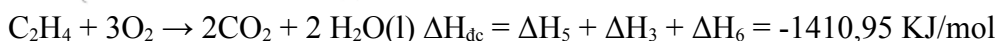
Cho các dữ kiện dưới đây:



Hãy xác định: Nhiệt hình thành và nhiệt đốt cháy của etylen C_2H_4

Hướng dẫn giải

Từ các dữ kiện đề bài ta có:



Câu 19: (HSG 10 THPT An Dương Hải Phòng Năm 2022 – 2023)

13

Cho phản ứng cháy butane (C_4H_{10}) là: $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \frac{13}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 5\text{H}_2\text{O(l)}$.

Biết rằng ở điều kiện chuẩn, 29,00 gam butane cháy toả ra nhiệt lượng là 1307 kJ. Tính năng lượng của liên kết C = O (trong CO_2) ở điều kiện chuẩn. Biết:

- Liên kết trong phân tử C_4H_{10} chỉ gồm các liên kết đơn.
- Năng lượng liên kết của một số loại liên kết ở điều kiện chuẩn:

Liên kết	C - C	C - H	O = O	O - H
E_b (kJ/mol)	347	414	489	464

Hướng dẫn giải

Khi cháy 0,5 mol C_4H_{10} thì lượng nhiệt giải phóng ra là 1307 kJ $\Rightarrow$ khi cháy 1 mol C_4H_{10} lượng nhiệt giải phóng là 2614 kJ

$\Rightarrow$ Biến thiên enthalpy của pứ là $\Delta_r H_{298}^\circ = -2614 \text{ kJ}$

Áp dụng công thức: $\Delta_r H_{298}^\circ = (3E_{\text{C-C}} + 10E_{\text{C-H}}) + 6,5E_{\text{O=O}} - 8E_{\text{C=O}} - 10E_{\text{O-H}}$
 $\Rightarrow -2614 = 3 \cdot 347 + 10 \cdot 414 + 6,5 \cdot 489 - 8E_{\text{C=O}} - 10 \cdot 464 \Rightarrow E_{\text{C=O}} = 799 \text{ kJ/mol}$

Câu 20: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Buôn Hồ ĐakLak Năm 2022 – 2023)

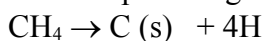
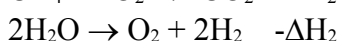
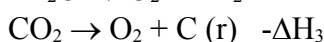
Tính năng lượng liên kết trung bình C-H từ các kết quả thực nghiệm sau

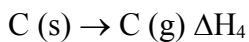
- Nhiệt đốt cháy $\text{CH}_4 = -801,7 \text{ kJ/mol}$
- Nhiệt đốt cháy hydrogen = $-241,5 \text{ kJ/mol}$
- Nhiệt đốt cháy carbon than chì = $-393,4 \text{ kJ/mol}$
- Nhiệt hóa hơi carbon than chì = 715 kJ/mol
- Năng lượng liên kết H-H = $431,5 \text{ kJ/mol}$.

Các kết quả đều đo được ở 298°K và 1 atm.

Hướng dẫn giải

Viết các phản ứng :





Tổ hợp các phương trình này ta được: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C (r)} + 4\text{H}$

$$4\Delta H^\circ_{\text{C-H}} = \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 + \Delta H_4 + 2\Delta H_5 = 1652,7 \text{ kJ/mol}$$

Năng lượng liên kết C-H = **413,175 kJ/mol**

Cho cân bằng: $(\text{CH}_3)_3\text{DB}(\text{CH}_3)_3 (\text{g}) \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_3\text{D} (\text{g}) + \text{B}(\text{CH}_3)_3 (\text{g})$, trong đó B là nguyên tố Boron. Ở 100 °C, thực nghiệm thu được kết quả như sau:

Với hợp chất Me_3DBMe_3 (D là nitrogen): $K_1 = 0,472$; $\Delta S_1^\circ = 191,3 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$.

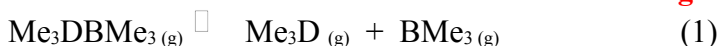
Me_3DBMe_3 (D là phosphoros): $K_2 = 0,128$; $\Delta S_2^\circ = 167,6 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$.

Năng lượng tự do Gibbs được liên hệ theo với hằng số cân bằng K theo biểu thức: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ (J/mol). ($R=8,3145$; $T=^\circ\text{C} + 273,15$)

a. Cho biết hợp chất nào khó phân li hơn? Vì sao?

b. Dựa vào số liệu xác định trong hai liên kết N-B và P-B, liên kết nào bền hơn? Hãy giải thích so sánh đó dựa vào cấu tạo nguyên tử?

Hướng dẫn giải



a. Ta có: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$

Đối với hợp chất Me_3NBMe_3 : $\Delta G_1^\circ = -8,3145 \cdot 373,15 \cdot \ln 0,472 = 2329,33 \text{ (J/mol)}$.

Tương tự đối với hợp chất Me_3PBMe_3 : $\Delta G_2^\circ = -8,3145 \cdot 373,15 \cdot \ln 0,128 = 6376,29 \text{ (J/mol)}$.

$\Delta G_1^\circ < \Delta G_2^\circ \rightarrow$ hợp chất Me_3PBMe_3 khó phân li hơn

b. $\Delta H^\circ = \Delta G^\circ + T \Delta S^\circ \rightarrow \Delta H_1^\circ = 2329,33 + 373,15 \cdot 191,3 = 73712,93 \text{ (J/mol)}$

$$\Delta H_2^\circ = 6376,29 + 373,15 \cdot 167,6 = 68916,23 \text{ (J/mol)}$$

$\rightarrow \Delta H_1^\circ > \Delta H_2^\circ \rightarrow$ liên kết N-B bền hơn.

Trong phân tử $(\text{CH}_3)_3\text{NB}(\text{CH}_3)_3$ và $(\text{CH}_3)_3\text{PB}(\text{CH}_3)_3$ thì N có bán kính nhỏ hơn P và mật độ e cao hơn tạo thuận lợi tạo liên kết cho nhận hơn P.

Câu 21: (HSG 10 Cấp Trường Năm 2022 – 2023)

Amoni hidrosulfua kém bền, dễ phân hủy thành NH_3 (g) và H_2S (g). Cho biết:

$$T = (t^\circ\text{C} + 273) \text{ K}; R = 8,314 \text{ J/(K.mol)}.$$

Hợp chất	H° (kJ/mol)	S° (J/(K.mol))
NH_4HS (s)	-156,9	113,4
NH_3 (g)	-45,9	192,6
H_2S (g)	-20,4	205,6

Tính ΔH°_{298} , ΔS°_{298} và ΔG°_{298} của phản ứng trên.

Hướng dẫn giải

$$\Delta H^\circ = -45,9 - 20,4 - (-156,9) = 90,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S^\circ = 192,6 + 205,6 - 113,4 = 284,8 \text{ J/K.mol}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = 90600 - 298 \cdot 284,8 = 5729,6 \text{ J/mol hay } 5,7296 \text{ kJ/mol}.$$

Câu 22: (HSG 10 Cấp Trường Quảng Nam Năm 2022 – 2023)

Cho các phản ứng sau với các dữ kiện nhiệt động của các chất ở 25°C.

	CO_2	+ H_2	$\rightleftharpoons$	CO	+ H_2O
ΔH°_{298} (KJ/mol)	-393,5	0		-110,5	-241,8
S° (J/mol)	213,6	131		197,9	188,7

a. Hãy tính ΔH°_{298} ; ΔG°_{298} của phản ứng và nhận xét phản ứng có tự xảy ra theo chiều thuận ở 25°C không?

b. Hãy xác định nhiệt độ (°C) để phản ứng thuận bắt đầu xảy ra (giả sử bỏ qua sự biến đổi của ΔH° ; ΔS° theo nhiệt độ)

Hướng dẫn giải

a. Có phản ứng: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

$$\Delta H^\circ_{298} = 41,2 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta S^\circ_{298} = 42 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} = \Delta H^\circ_{298} - \Delta S^\circ_{298} = 28684 \text{ J/mol}$$

Vì $\Delta G_{298}^0 > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra ở chiều thuận ở 25°C .

$$\Rightarrow T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{41200}{42} = 980,95 \text{ K}$$

b. Để phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì: $\Delta G_T^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$

Câu 23: (HSG 10 THPT Bạch Đằng Hải Phong Năm 2022 – 2023)

Cho phản ứng: $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$ $\Delta_r H_{298}^0 = +689,9 \text{ kJ}$

a) Tính nhiệt tạo thành chuẩn SiO_2 . Biết nhiệt tạo thành chuẩn của CO là $-110,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

b) Tính entropy của phản ứng trên ($\Delta_r S^0$), biết:

Chất	C	CO	Si	SiO_2
$S_{298}^0 (\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1})$	5,7	197,6	18,8	41,8

c) Tính biến thiên năng lượng tự do Gibbs ($\Delta_r G^0$) của phản ứng trên ở 25°C .

d) Hãy xác định nhiệt độ tối thiểu để phản ứng trên xảy ra. Biết ΔH^0 , ΔS^0 của phản ứng trên không phụ thuộc vào nhiệt độ.

Hướng dẫn giải

a) Ta có:

$$\Delta_r H_{298}^0 = 2\Delta_f H_{298, \text{CO}(\text{g})}^0 - \Delta_f H_{298, \text{SiO}_2(\text{s})}^0 \Rightarrow 689,9 = 2.(-110,5) - \Delta_f H_{298, \text{SiO}_2(\text{s})}^0$$

$$\Rightarrow \Delta_f H_{298, \text{SiO}_2(\text{s})}^0 = -910,9 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

b) Ta có:

$$\Delta S^0 = 2S_{\text{CO}}^0 + S_{\text{Si}}^0 - (S_{\text{SiO}_2}^0 + 2S_{\text{C}}^0) = 2.197,6 + 18,8 - (41,8 + 2.5,7) = 360,8 \text{ J.K}^{-1}$$

c) Áp dụng công thức:

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0 \Rightarrow \Delta G_{298}^0 = 689,9.10^3 - 298.360,8 = 582,4.10^3 \text{ J} = 582,4 \text{ kJ}$$

d) Phản ứng trên xảy ra khi $\Delta G^0 < 0 \Rightarrow \Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$

$$\Rightarrow T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{689,9.10^3}{360,8} = 1912 \text{ K}$$

Vậy ở nhiệt độ từ 1912K (hay 1639°C) trở lên thì phản ứng xảy ra.

Câu 24: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Buôn Hồ ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Biết giá trị nhiệt động của các chất sau ở điều kiện tiêu chuẩn (298 K) là:

Chất	Fe	O_2	FeO	Fe_2O_3	Fe_3O_4
$\Delta H_s^0 (\text{kcal.mol}^{-1})$	0	0	-63,7	-169,5	-266,9
$S^0 (\text{cal.mol}^{-1}.\text{K}^{-1})$	6,5	49,0	14,0	20,9	36,2

Tính biến thiên năng lượng do Gibbs (ΔG^0) của sự tạo thành các iron oxide, từ các đơn chất ở điều kiện chuẩn. Từ đó hãy cho biết ở điều kiện chuẩn iron oxide nào bền nhất?

Hướng dẫn giải



$$\Delta H_1^0 = -63700 \text{ cal.mol}^{-1}$$

$$\Delta S_1^0 = S_{\text{FeO}}^0 - (S_{\text{Fe}}^0 + \frac{1}{2}S_{\text{O}_2}^0) = -17 \text{ cal.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\Delta G_1^0 = \Delta H_1^0 - T\Delta S_1^0 = -58634 \text{ cal.mol}^{-1}$$



$$\Delta H_2^0 = -169500 \text{ cal.mol}^{-1}$$

$$\Delta S_2^0 = S_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^0 - (2.S_{\text{Fe}}^0 + \frac{3}{2}S_{\text{O}_2}^0) = -65,5 \text{ cal.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\Delta G_2^0 = \Delta H_2^0 - T\Delta S_2^0 = -149951,2 \text{ cal.mol}^{-1}$$



$$\Delta H_3^0 = -266900 \text{ cal.mol}^{-1}$$

$$\Delta S_3^0 = S_{\text{Fe}_3\text{O}_4}^0 - (3.S_{\text{Fe}}^0 + 2.S_{\text{O}_2}^0) = -81,3 \text{ cal.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta G_3^0 = \Delta H_3^0 - T\Delta S_3^0 = -242672,6 \text{ cal.mol}^{-1}$$

$$\Delta G_3 < \Delta G_2 < \Delta G_1$$

Ta có:

Vậy ở điều kiện thường oxide Fe₃O₄ bền nhất

Câu 25: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Buôn Ma Thuột ĐắkLak Năm 2022 – 2023)

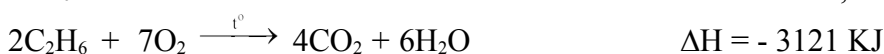
Đốt cháy ethane (C₂H₆) thu sản phẩm là khí CO₂ và H₂O (lỏng) ở 25°C.

a. Viết phương trình nhiệt hoá học của phản ứng xảy ra. Hãy xác định nhiệt hình thành ethan và năng lượng liên kết C=O. Biết khi đốt cháy 1 mol ethan toả ra lượng nhiệt là 1560,5KJ. Và:

	ΔH_{ht} (KJ.mol ⁻¹)	Liên kết	Năng lượng liên kết (KJ.mol ⁻¹)
CO ₂	-393,5	C–C	347
H ₂ O (l)	-285,8	H–C	413
O ₂	0	H–O	464
		O=O	495

b. Phản ứng có $\Delta G^0 = -1467,5$ (KJ.mol⁻¹). Hãy tính độ biến thiên entropy (ΔS^0) của phản ứng đã cho theo đơn vị J.mol⁻¹.K⁻¹.

Hướng dẫn giải



$$\Delta H_{\text{pr}} = 4\Delta H_{\text{htCO}_2} + 6\Delta H_{\text{htH}_2\text{O}} - 7\Delta H_{\text{htO}_2} - 2\Delta H_{\text{htC}_2\text{H}_6}$$

$$[4(-393,5) + 6(-285,8) - (-3121)]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{htC}_2\text{H}_6} = \frac{2}{2} = -83,9 \text{ (KJ.mol}^{-1}\text{)}$$

$$\Delta H_{\text{pr}} = 2E_{\text{C}-\text{C}} + 12E_{\text{C}-\text{H}} + 7E_{\text{O}=\text{O}} - 8E_{\text{C}=\text{O}} - 12E_{\text{H}-\text{O}}$$

$$[2 \times 347 + 12 \times 413 + 7 \times 495 - 12 \times 464 - (-3121)]$$

$$\Rightarrow E_{\text{C}=\text{O}} = \frac{8}{8} = 833 \text{ (KJ.mol}^{-1}\text{)}$$

$$[-1560,5 - (-1467,5)]$$

$$\text{b) } \Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 \Rightarrow \Delta S^0 = \frac{(25+273)}{(25+273)} = -0,312 \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{K}^{-1}\text{)} = -312 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Câu 26: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Lê Quý Đôn ĐắkLak Năm 2022 – 2023)

Cho các dữ kiện:	N ₂ O ₄ (g)	□	2NO ₂
ΔH_{tt}^0 (KJ/mol)	9,665		33,849
ΔS_{298}^0 (Jmol ⁻¹ K ⁻¹)	304,3		240,4

Nếu giả thiết đơn giản: Biến thiên enthalpy và entropy phản ứng ít biến đổi theo nhiệt độ thì phản ứng sẽ tự phát ra theo chiều nào tại nhiệt độ: 0°C và 100°C.

Hướng dẫn giải

$$\Delta H^0 = 2 \times 33,849 - 9,665 = +58,033 \text{ (KJ)}$$

$$\Delta S^0 = 2 \times 240,4 - 304,3 = +176,5 \text{ (J)}$$

$$\Delta G_T^0 = 58,033 - T \times 176,5 \times 10^{-3} \text{ (KJ)}$$

$$\text{Ở } 0^\circ\text{C: } \Delta G_{273}^0 = 58,033 - 273 \times 176,5 \times 10^{-3} = +9,849 \text{ (KJ)}$$

Vậy ở 0°C phản ứng xảy ra theo chiều nghịch (chiều tạo N₂O₄)

$$\text{Ở } 100^\circ\text{C: } \Delta G_{373}^0 = 58,033 - 373 \times 176,5 \times 10^{-3} = -7,802 \text{ (KJ)}$$

Vậy ở 100°C phản ứng xảy ra theo chiều thuận (chiều tạo NO₂)

Câu 27: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Ngô Gia Tự ĐắkLak Năm 2022 – 2023)

Cho các dữ kiện sau của các chất:

	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	$\text{CaO}(\text{s})$	+	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta H_{298\text{K}}^0$ (kJ/mol)	- 1270	- 635,5		- 393,2
ΔS^0 (298°K) (J/mol.K)	92,7	39,7		213,6

- a. Tính ΔH_{298}^0 , ΔS_{298}^0 của phản ứng trên.
b. Xác định chiều phản ứng ở 298K.

Hướng dẫn giải

a. Tính ΔH_{298}^0 , ΔS_{298}^0

$$\Delta H_{298\text{pu}}^0 = \sum \Delta H_{\text{sp}}^0 - \sum \Delta H_{\text{tg}}^0 = -393,2 - 635,5 + 1270 = 241,3 \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta S_{298\text{pu}}^0 = \sum \Delta S_{\text{sp}}^0 - \sum \Delta S_{\text{tg}}^0 = 213,6 + 39,7 - 92,7 = 160,6 \text{ (J/mol)}$$

b. Xác định chiều của phản ứng

$$\text{Ta có } \Delta G^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0$$

Mà $T = 298\text{K}$

$$\Rightarrow \Delta G^0 = 241,3 \cdot 1000 - 298 \cdot 160,6 = 19,344 \text{ (kJ/mol)}$$

$\Rightarrow \Delta G^0 > 0 \Rightarrow$ phản ứng xảy ra theo chiều nghịch tức là chiều từ CaO kết hợp với CO_2 tạo ra CaCO_3 .

Câu 28: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Nguyễn Bình Khiêm ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Cho các dữ kiện sau của các chất:

	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	+	$\text{CO}(\text{g})$
$\Delta_f H_{298}^0$ (kJ/mol)	0		- 393,5	- 241,8		- 110,5
$\Delta_f S_{298}^0$ (J / mol.K)	130,6		213,7	188,7		197,5

a) Hãy tính $\Delta_f H_{298}^0$; $\Delta_f S_{298}^0$; $\Delta_r G_{298}^0$ của phản ứng? Từ đó nhận xét xem phản ứng có tự xảy ra theo chiều thuận ở 25°C được hay không?

b) Hãy xác định nhiệt độ t°C để phản ứng thuận bắt đầu xảy ra? (giả sử bỏ qua sự biến đổi $\Delta_f H^0$; $\Delta_f S^0$ theo nhiệt độ)

Hướng dẫn giải

$$\text{a. Từ dữ kiện ta có: } \Delta_r H_{298}^0 = \sum \Delta_f H_{298(\text{sp})}^0 - \sum \Delta_f H_{298(\text{cd})}^0 = -241,8 - 110,5 + 393,5 = 41,2 \text{ (kJ)}$$

$$\Delta S_{\text{pu}}^0 = \sum \Delta S_{\text{sp}}^0 - \sum \Delta S_{\text{tg}}^0 = 188,7 + 197,7 - 213,7 - 130,6 = 42,1 \text{ (J/K)} = 0,0421 \text{ kJ/K}$$

$$\Delta G_{\text{pu}}^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0 \text{ với } T = 298\text{K} = 41,2 - 298 \cdot 0,0421 = 29,5542 \text{ (kJ)}$$

Nhận thấy $\Delta G^0 > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra theo chiều thuận ở 25°C.

b. Để phản ứng tự xảy ra theo chiều thuận thì

$$\Delta G_T^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0 < 0 \Rightarrow T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} \text{ hay } T > \frac{41,2}{0,0421} \Rightarrow T > 978,62\text{K} \text{ hay } t^\circ\text{C} > 705,62^\circ\text{C}.$$

Câu 29: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Nguyễn Công Trứ ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Xét phản ứng: $\text{NH}_4\text{COONH}_2(\text{tinh thể}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{NH}_3$ với các giá trị nhiệt động như sau

	$\text{NH}_4\text{COONH}_2(\text{tt})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	NH_3
$\Delta H_{300,\text{tt}}^0$ (kJ.mol ⁻¹)	-645,2	-393,5	-46,2
ΔG_{300}^0 (kJ.mol ⁻¹)	-458,0	-394,4	-16,6

- Hỏi ở điều kiện 27°C thì phản ứng đi theo chiều nào?
- Tính biến thiên entropy của phản ứng ở điều kiện trên.
- Nếu coi ΔH^0 và ΔS^0 của phản ứng không biến đổi theo nhiệt độ thì ở nhiệt độ nào phản ứng đổi chiều?

Hướng dẫn giải

1. Áp dụng công thức:

$$\Delta G_{300}^0 (\text{phản ứng}) = \sum \Delta G_{300(\text{sp})}^0 - \sum \Delta G_{300(\text{pđ})}^0 = -394,4 + 2.(-16,6) - (-458,0) = 30,4 \text{ kJ} \Rightarrow \text{chiều nghịch.}$$

$$2. \Delta H_{300}^0 (\text{phản ứng}) = \sum \Delta H_{300(\text{sp})}^0 - \sum \Delta H_{300(\text{pđ})}^0 = -393,5 + 2.(-46,2) - (-645,2) = 159,3 \text{ kJ}$$

$$\text{Từ công thức } \Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 \Rightarrow \Delta S^0 = \frac{\Delta H^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{159,3 - 30,4}{300} = 0,430 (\text{kJ.K}^{-1}).$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0 \Rightarrow T\Delta S^0 > \Delta H^0 \Rightarrow T > \frac{159,3}{0,430} = 370 \text{ K.}$$

3. Để phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì

Câu 30: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Trần Nhân Tông ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Cho các phản ứng sau với các dữ kiện nhiệt động của các chất ở 25°C:

	CO ₂ + H ₂ ⇌ CO + H ₂ O			
	CO ₂	H ₂	CO	H ₂ O
ΔH ₂₉₈ ⁰ (KJ/mol)	-393,5	0	-110,5	-241,8
S ₂₉₈ ⁰ (J/mol)	213,6	131,0	197,9	188,7

a) Hãy tính ΔH₂₉₈⁰, ΔS₂₉₈⁰ và ΔG₂₉₈⁰ của phản ứng và nhận xét phản ứng có tự xảy ra theo chiều thuận ở 25°C hay không?

b) Giả sử ΔH⁰ của phản ứng không thay đổi theo nhiệt độ. Hãy tính ΔG₁₂₇₃⁰ của phản ứng thuận ở 1000°C và nhận xét.

c) Hãy xác định nhiệt độ (°C) để phản ứng thuận bắt đầu xảy ra (giả sử bỏ qua sự biến đổi ΔH⁰, ΔS⁰ theo nhiệt độ).

Hướng dẫn giải

a) ΔH₂₉₈⁰, ΔS₂₉₈⁰ và ΔG₂₉₈⁰

Pt phản ứng: CO₂ + H₂ ⇌ CO + H₂O

$$\text{ta có : } \Delta H_{298(\text{pt})}^0 = [\Delta H_{298(\text{CO})}^0 + \Delta H_{298(\text{H}_2\text{O})}^0] - [\Delta H_{298(\text{CO}_2)}^0 + \Delta H_{298(\text{H}_2)}^0]$$

$$= (-110,5 - 241,8) - (-393,5) = 41,2 \text{ KJ/mol} = 41200 \text{ J/mol}$$

$$\Delta S_{298(\text{pt})}^0 = [S_{298(\text{CO})}^0 + S_{298(\text{H}_2\text{O})}^0] - [S_{298(\text{CO}_2)}^0 + S_{298(\text{H}_2)}^0] = 42 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G_{298(\text{pt})}^0 = \Delta H_{298(\text{pt})}^0 - T\Delta S_{298(\text{pt})}^0 = 41200 - 298 \times 42 = 28684 \text{ J/mol}$$

Vì ΔG_{298(pt)}⁰ > 0 nên phản ứng không tự diễn ra theo chiều thuận ở 25°C

$$\frac{\Delta G_{T_2}}{T_2} = \frac{\Delta G_{T_1}}{T_1} + \Delta H^0 \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

b) áp dụng công thức :

$$\text{Thay số tìm ra } \Delta G_{1273}^0 = 1273 \left[\frac{28684}{298} + 41200 \left(\frac{1}{1273} - \frac{1}{298} \right) \right] = -12266 \text{ J/mol}$$

Vì ΔG₁₂₇₃⁰ < 0 nên phản ứng tự diễn ra theo chiều thuận ở 1000°C

c) Để phản ứng tự diễn ra theo chiều thuận thì : ΔG_T = ΔH⁰ - TΔS⁰ < 0

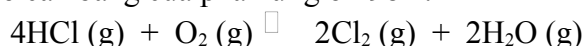
$$\Rightarrow T > \Delta H^0 / \Delta S^0 = 41200 / 42 = 980,95 \text{ K tức ở } 707,95^\circ\text{C}$$

Câu 31: (Olympic 30/04 – Lớp 11 Chuyên Nguyễn Du ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Từ các dữ kiện:

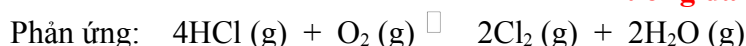
Chất	O ₂ (g)	Cl ₂ (g)	HCl (g)	H ₂ O (g)
S ₂₉₈ ⁰ (J.mol ⁻¹ K ⁻¹)	205,03	222,9	186,7	188,7
ΔH ₂₉₈ ⁰ (kJ.mol ⁻¹)	0	0	-92,31	-241,83

a. Tính hằng số cân bằng của phản ứng ở 298K:



b. Giả thiết rằng ΔH và ΔS của phản ứng không phụ thuộc vào nhiệt độ, tính hằng số cân bằng của phản ứng ở 698K. Biết: hằng số khí R = 8,3145 J.K⁻¹.mol⁻¹

Hướng dẫn giải



a. Áp dụng công thức: ΔG⁰ = ΔH⁰ - T.ΔS⁰

$$\Delta H^0 = 2\Delta H_{(\text{H}_2\text{O})}^0 - 4\Delta H_{(\text{HCl})}^0 = -114,42 \text{ kJ/mol}$$

Ta có:

$$\Delta S^0 = 2S_{(\text{Cl}_2)}^0 + 2S_{(\text{H}_2\text{O})}^0 - 4S_{(\text{HCl})}^0 - S_{(\text{O}_2)}^0 = -128,63 \text{ J/mol.K}$$

Thay các giá trị: ΔH^0 ; ΔS^0 của phản ứng và $T = 298\text{K}$ vào công thức trên ta được: $\Delta G^0 = -76088,26(\text{J})$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_p = -2,303RT \lg K_p$$

$$\lg K_p = -\frac{\Delta G^0}{2,303RT} = 13,34 \Rightarrow K_p = 10^{13,34}$$

b. Khi ΔH^0_{pr} và ΔS^0_{pr} không phụ thuộc vào nhiệt độ, ta có thể xác định K_p ở 698K bằng biểu thức:

$$\ln \frac{K_{698}}{K_{298}} = -\frac{\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{698} - \frac{1}{298} \right) \Leftrightarrow \ln \frac{K_{698}}{K_{298}} = -26,47 \rightarrow \text{hay } K_{p(698)} = 10^{1,84}$$

Câu 32: (Đề Chính Thức HSG Lớp 10 Hà Tĩnh Năm 2022 – 2023)

Công đoạn đầu tiên của quá trình sản xuất silicon có độ tinh khiết cao phục vụ cho công nghệ bán dẫn được thực hiện bằng phản ứng: $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Si}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$ (1).

1. Không cần tính toán, chỉ dựa vào sự hiểu biết về hàm entropy, hãy dự đoán sự thay đổi (tăng hay giảm) entropy của hệ khi xảy ra phản ứng (1).

2. Tính $\Delta_r H^0_{298}$, $\Delta_r S^0_{298}$, $\Delta_r G^0_{298}$ của quá trình điều chế silicon theo phản ứng (1).

3. Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận bắt đầu từ nhiệt độ nào? (Coi sự phụ thuộc của ΔS và ΔH vào nhiệt độ là không đáng kể). Biết ở điều kiện chuẩn, tại 298K , entropy và enthalpy của các chất:

Chất	$\text{SiO}_2(\text{s})$	$\text{C}(\text{s})$	$\text{Si}(\text{s})$	$\text{CO}(\text{g})$
$S^0_{298} (\text{J/mol.K})$	41,8	7,5	18,8	197,6
$\Delta_r H^0_{298} (\text{KJ/mol})$	-910,9	0,0	0,0	-110,5

Hướng dẫn giải

1. Theo chiều thuận, phản ứng (1) tăng 2 mol khí. Trạng thái khí có mức độ hỗn loạn cao hơn trạng thái rắn, tức là có entropy lớn hơn. Vậy khi phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì entropy của hệ tăng.

$$2. \Delta S^0 = 2.197,6 + 18,8 - 2.5,7 - 41,8 = 360,8 \text{ JK}^{-1}$$

$$\Delta H^0 = 2.(-110,5) + 910,9 = 689,9 (\text{kJ})$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0 = 689,9 - 298 \cdot 360,8 \cdot 10^{-3} = 582,4 (\text{kJ}).$$

3. Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận khi ΔG bắt đầu có giá trị âm:

$$\Delta G = \Delta H^0 - T \Delta S^0 = 689,9 - T \cdot 360,8 \cdot 10^{-3} = 0 \rightarrow T = 1912 \text{ }^\circ\text{K}.$$

Vậy từ nhiệt độ lớn hơn $1912 \text{ }^\circ\text{K}$, cân bằng (1) sẽ diễn ra ưu tiên theo chiều thuận.

Câu 33: (Đề Chính Thức HSG Lớp 10 Cấp Cụm Hải Dương Năm 2022 – 2023)

Cho trình phản ứng hóa học: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Chất	$\text{NaHCO}_3(\text{s})$	$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$S^0_{298} (\text{J/mol.K})$	101,7	135,0	213,8	188,7
$\Delta_r H^0_{298} (\text{kJ/mol})$	-950,8	-1130,7	-393,5	-241,8

a) Hãy tính ΔH^0_{298} ; ΔS^0_{298} , ΔG^0_{298} của phản ứng? Ở 25°C Phản ứng có tự xảy ra không?

b) Tính lượng $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ cần để cung cấp lượng nhiệt cho phản ứng điều chế $2,479$ lít khí CO_2 (đkc) ở trên. Biết:

Chất	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$\Delta_r H^0_{298} (\text{kJ/mol})$	-277,6	-393,5	0	-241,6

Hướng dẫn giải

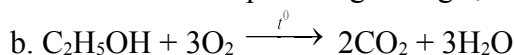
a. Từ dữ kiện ta có: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$$\Delta H^0_{298} = \sum \Delta H^0_{sp} - \sum \Delta H^0_{rg} = -1130,7 - 393,5 - 241,8 - 2(-950,8) = 135,6 (\text{kJ})$$

$$\Delta S^0_{298} = \sum \Delta S^0_{sp} - \sum \Delta S^0_{rg} = 135 + 213,8 + 188,7 - 2 \cdot 101,7 = 334,1 (\text{J/K})$$

$$\Delta G^0_{298} = \Delta H^0_{298} - T \Delta S^0_{298} = 135,6 \cdot 1000 - 298 \cdot 334,1 = 36038,2 (\text{J})$$

Vì $\Delta G_{298}^0 > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra ở 25°C



$$\Delta H_{298}^0 = \sum \Delta H_{sp}^0 - \sum \Delta H_{ng}^0 = -241,63 + 2 \cdot (-393,5) - (-277,6 + 3 \cdot 0) = -1234,2 \text{ (kJ)}$$

- Để thu được 2,479 lít khí CO_2 (đkc) thì nhiệt phân 0,2 mol NaHCO_3

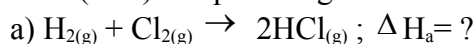
- Vậy lượng nhiệt cần để nhiệt phân là 13,56 kJ

Vậy số mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ cần để đốt cháy, cung cấp lượng nhiệt cho phản ứng trên là: $\frac{13,56}{1234,2} = 0,011$ mol

- Khối lượng $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 0,011 \cdot 46 = 0,506$ g

Câu 34: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Chu Văn An ĐakLak Năm 2022 – 2023)

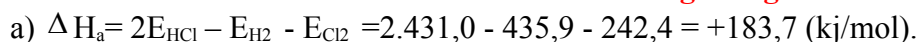
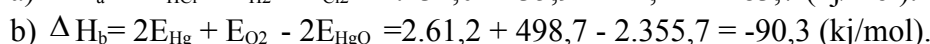
Tính (ΔH) của phản ứng:



- Biết năng lượng liên kết các chất như sau:

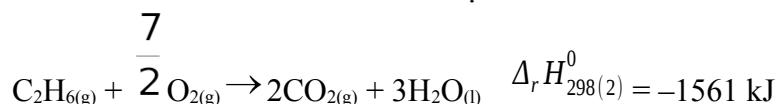
Chất	H_2	Cl_2	HCl	Hg	O_2	HgO
E (kJ.mol ⁻¹)	435,9	242,4	431,0	61,2	498,7	355,7

Hướng dẫn giải



Câu 35: (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Chuyên Nguyễn Du ĐakLak Năm 2022 – 2023)

Xác định năng lượng của liên kết C – C trên cơ sở các dữ kiện sau :



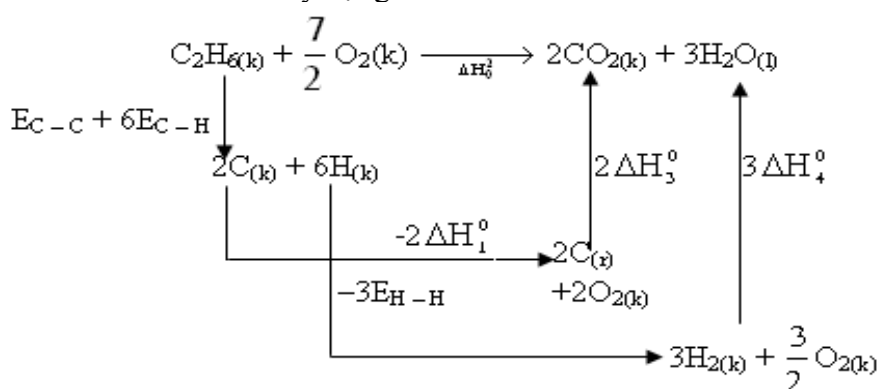
Cho enthalpy tạo thành chuẩn : $\Delta_f H_{298(3)}^0(\text{CO}_2, g) = -394 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H_{298(4)}^0(\text{H}_2\text{O}, l) = -285 \text{ kJ/mol}$.

Than chì $\rightarrow \text{C}_{(g)} \quad \Delta H_1^0 = 717 \text{ kJ/mol}$.

Năng lượng liên kết : $E_b(\text{H}-\text{H}) = 432 \text{ kJ/mol}$; $E_b(\text{C}-\text{H}) = 411 \text{ kJ/mol}$.

Hướng dẫn giải

Dựa vào các dữ kiện của bài toán có thể xây dựng chu trình như sau :



Áp dụng định luật Hess cho chu trình này, ta được :

$$\Delta H_2^0 = E_b(\text{C}-\text{C}) + 6E_b(\text{C}-\text{H}) - 2\Delta H_1^0 - 3E_b(\text{H}-\text{H}) + 2\Delta H_3^0 + 3\Delta H_4^0.$$

Thay các giá trị vào hệ thức này sẽ thu được : $E_b(\text{C}-\text{C}) = 346 \text{ kJ/mol}$.

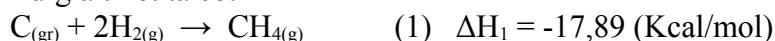
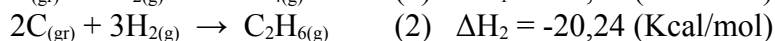
Câu 36. (Olympic 30/04 – Lớp 10 THPT Hai Bà Trưng ĐakLak Năm 2022 – 2023)

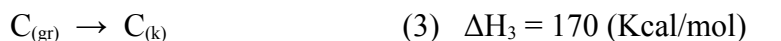
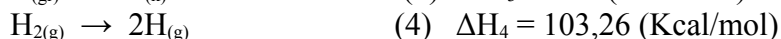
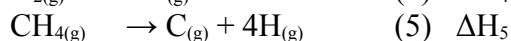
Cho biết nhiệt hình thành chuẩn của $\text{CH}_{4(g)}$, $\text{C}_2\text{H}_{6(g)}$ lần lượt bằng -17,89; -20,24, nhiệt thăng hoa của C_{grafit} là 170, năng lượng liên kết $E_{\text{H}-\text{H}}$ là 103,26.

Hãy tính nhiệt hình thành chuẩn của $\text{C}_3\text{H}_{8(g)}$. (Các giá trị đều được tính theo Kcal/mol).

Hướng dẫn giải

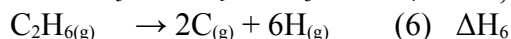
Từ giả thiết ta có:





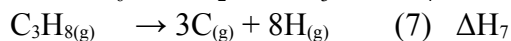
+ ta có (5) = -(1) + (3) + 2(4)

Nên $\Delta H_5 = -\Delta H_1 + \Delta H_3 + 2\Delta H_4 = 394,41 = 4 E_{C-H} \Rightarrow E_{C-H} = 98,6025 \text{ (Kcal/mol)}$.

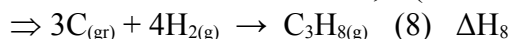


+ ta có (5) = -(2) + 2(3) + 3(4)

Nên $\Delta H_6 = -\Delta H_2 + 2\Delta H_3 + 3\Delta H_4 = 6 E_{C-H} + E_{C-C} \Rightarrow E_{C-C} = 78,405 \text{ (Kcal/mol)}$.



$\Delta H_7 = 8 E_{C-H} + 2E_{C-C} = 945,63 \text{ (Kcal/mol)}$



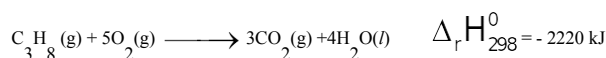
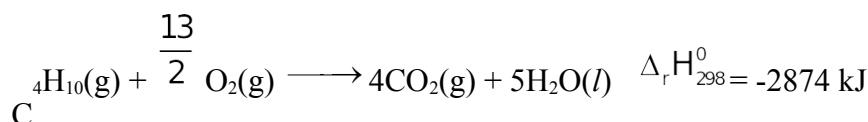
Ta có (8) = -(7) + 3(3) + 4(4)

$\Delta H_8 = -\Delta H_7 + 3\Delta H_3 + 4\Delta H_4 = -22,59 \text{ (Kcal/mol)}$

Đáp án nhiệt hình thành chuẩn của $C_3H_{8(g)}$ là $-22,59 \text{ (Kcal/mol)}$

Phần IV: BÀI TẬP CÓ THÔNG TIN ỨNG DỤNG THỰC TẾ

Câu 1. Một bình gas (khí hóa lỏng) chứa hỗn hợp propane và butane với tỉ lệ số mol 1 : 2. Xác định nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 12 kg khí gas trên ở điều kiện chuẩn. Cho biết các phản ứng:



Trung bình mỗi ngày, một hộ gia đình cần đốt gas để cung cấp 10 000 kJ nhiệt (hiệu suất hấp thụ nhiệt là 80%). Sau bao nhiêu ngày hộ gia đình trên sẽ sử dụng hết bình gas 12 kg ?



Sử dụng gas trong hộ gia đình

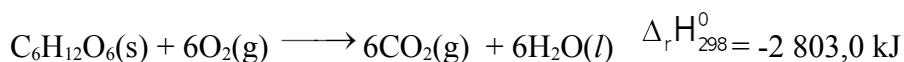
Hướng dẫn giải

C_3H_8 (x mol) ; C_4H_{10} (2x mol) $\Rightarrow 44x + 58.2x = 12.1000 \Rightarrow x = 75 \text{ mol}$

Nhiệt đốt cháy 12 kg gas là : $Q = 75.2220 + 75.2.2874 = 597600 \text{ (kJ)}$

Số ngày sử dụng hết bình gas = $\frac{597600}{10000 \cdot \frac{100}{80}} = 47,808 \approx 48 \text{ (ngày)}$

Câu 2. 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 = 1,1g/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:



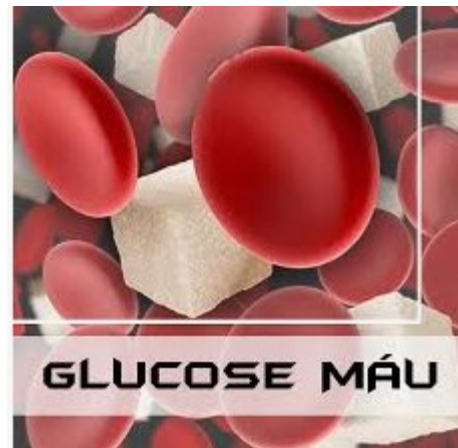
Tính năng lượng tối đa khi một người bệnh được truyền 1 chai 500ml dung dịch glucose 5%



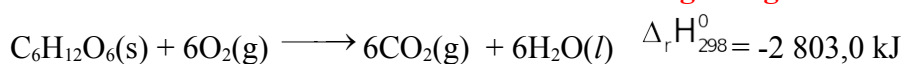
Dung dịch glucose 5%



Xét nghiệm glucose trong máu



Glucose trong máu

Hướng dẫn giải

$$m_{\text{dd}} = V(\text{mL}) \cdot D(\text{g/mL})$$

Tính số mol glucose có trong 500mL glucose 5%(D=1,1 g/mL)

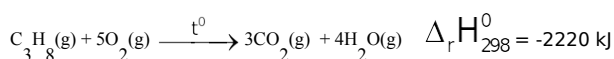
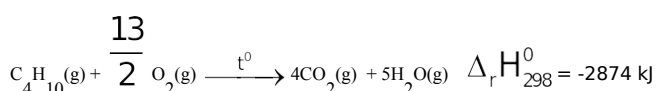
$$C\% = \frac{m_{\text{tt}}}{m_{\text{dd}}} \cdot 100\% \quad \Rightarrow \quad 5\% = \frac{180 \cdot n_{\text{glucose}}}{500 \cdot 1,1} \cdot 100\% \quad \Rightarrow \quad n_{\text{glucose}} = 11/72 \text{ mol}$$

Năng lượng tối đa khi một người bệnh được truyền 1 chai 500ml dung dịch glucose 5%(D=1,1 g/mL) là $11/72 \cdot 2803,0 = 428,23 \text{ kJ}$

Câu 3. 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 methanethiol (CH_3SH), có mùi giống tỏi, hành tây. Thành phần khí gas, tỉ lệ hòa trộn phổ biến của propane : butane theo thứ tự 30 : 70 đến 50 : 50.

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

b) Cho phương trình nhiệt hóa học sau



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

c) Giả sử một hộ gia đình cần 6 000kJ nhiệt mỗi ngày, sau bao nhiêu ngày sẽ sử dụng hết 1 bình gas (với hiệu suất hấp thụ nhiệt khoảng 60%).



Sử dụng gas trong hộ gia đình

Hướng dẫn giải

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

b)

$$m_{C_3H_8} = 12,0,3 = 3,6 \text{ kg} \Rightarrow m_{C_4H_{10}} = 12 - 3,6 = 8,4 \text{ kg}$$

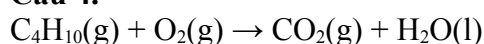
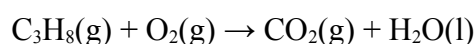
$$n_{C_3H_8} = (3,6 \cdot 10^3) : 44 = 81,8181 \text{ mol} \Rightarrow \Delta_r H_{298}^0 = -2220 \cdot 81,8181 = 181\,636,36 \text{ kJ}$$

$$n_{C_4H_{10}} = (8,4 \cdot 10^3) : 58 = 144,8275 \text{ mol} \Rightarrow \Delta_r H_{298}^0 = -2874 \cdot 144,8275 = 416\,234,48 \text{ kJ}$$

Tổng năng lượng thu được : $181\,636,36 + 416\,234,48 = 597\,870,595 \text{ kJ}$

$$\frac{597\,870,595}{6000 \cdot \frac{100}{60}}$$

$$\text{Số ngày sử dụng hết bình gas} = \frac{597\,870,595}{6000 \cdot \frac{100}{60}} = 59,79 \approx 60 \text{ (ngày)}$$

Câu 4.

$$\Delta_f H_{298}^0(C_3H_8, g) = -104,7 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_{298}^0(C_4H_{10}, g) = -125,6 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_{298}^0(H_2O, l) = -285,83 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_{298}^0(CO_2, g) = -393,51 \text{ kJmol}^{-1}$$

Một bình nước bằng nhôm có khối lượng 0,35 kg, chứa 2 kg nước.

Tính khối lượng gas (gồm 40% propane (C_3H_8) và 60% butane (C_4H_{10}) về số mol) đã đốt cháy để cung cấp năng lượng cho ấm nước đó từ 25°C đến nhiệt độ 100°C .

Biết: Để 1kg nhôm tăng 1°C cần cung cấp nhiệt lượng là 880 J và 1kg nước tăng 1°C cần cung cấp nhiệt lượng là 4200 J. Có 40% nhiệt lượng của quá trình đốt cháy thất thoát ra môi trường.

Hướng dẫn giải:

Để 1 kg Al tăng 1°C thì cần cung cấp năng lượng là 880J

Để 0,35 kg Al tăng 1°C thì cần cung cấp nhiệt năng là Q_{Al} J

$$\Rightarrow Q_{Al} = \frac{0,35 \cdot 880}{1} = 308$$

Để 0,35 kg Al tăng 1°C thì cần cung cấp nhiệt năng là 308 J

Để 0,35 kg Al tăng $(100-25)^\circ\text{C}$ thì cần cung cấp nhiệt năng là Q_1 J

$$\Rightarrow Q_1 = \frac{308 \cdot (100 - 25)}{1} = 23100$$

Để 1 kg nước tăng 1°C thì cần cung cấp nhiệt năng là 4200J

Để 2 kg nước tăng 1°C thì cần cung cấp nhiệt năng là $Q_{nước}$ J

$$\Rightarrow Q_{nước} = \frac{2 \cdot 4200}{1} = 8400$$

Để 2 kg nước tăng 1°C thì cần cung cấp nhiệt năng là 8400 J

Để 2 kg nước tăng $(100-25)^\circ\text{C}$ thì cần cung cấp nhiệt năng là Q_2 J

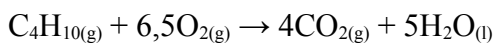
$$\Rightarrow Q_2 = \frac{8400 \cdot (100 - 25)}{1} = 630000$$

Vậy để ấm nước (gồm 0,35 kg Al và 2 kg nước) tăng từ 25°C lên 100°C là

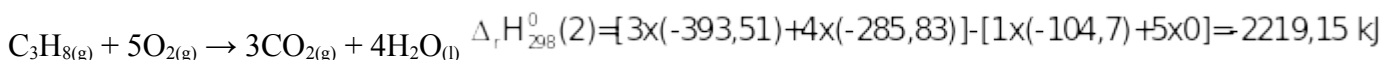
$$Q = 23\,100 + 630\,000 = 653\,100 \text{ J} = 653,1 \text{ kJ}$$

Vì có 40% nhiệt của quá trình cháy thất thoát ra môi trường nên nhiệt lượng do quá trình cháy thoát ra là

$$Q' = 653,1 \times \frac{100}{100 - 40} = 1088,5 \text{ kJ}$$



$$\Delta_f H_{298}^0(1) = [4x(-393,51) + 5x(-285,83)] - [1x(-125,6) + 6,5x0] = 2877 \text{ kJ}$$



Gọi $a = n_{\text{propane}} \Rightarrow n_{\text{butane}} = a.60:40 = 1,5a \text{ mol}$

Đốt 1 mol $\text{C}_3\text{H}_{8(g)}$ tỏa ra nhiệt lượng 2219,15 kJ

$\Rightarrow$ đốt $a \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_{8(g)}$ tỏa ra nhiệt lượng $ax2219,15 \text{ kJ}$

Đốt 1 mol $\text{C}_4\text{H}_{10(g)}$ tỏa ra nhiệt lượng 2877 kJ

$\Rightarrow$ đốt $1,5a \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_{10(g)}$ tỏa ra nhiệt lượng $1,5ax2877 \text{ kJ}$

Suy ra: $ax2219,15 + 1,5ax2877 = Q' = 1088,5 \Rightarrow a = 0,17$

$\Rightarrow m_{\text{gas}} = 0,17 \times 44 + 0,17 \times 1,5 \times 58 = 22,27 \text{ (gam)}$

Câu 5. Butane cháy theo sơ đồ: $\text{C}_4\text{H}_{10(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

$$\Delta_f H_{298}^0(\text{C}_4\text{H}_{10}, g) = -124,7 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}, l) = -285,83 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2, g) = -393,51 \text{ kJmol}^{-1}$$

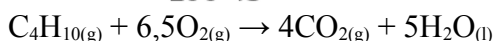
Để chuyển một bình nước từ nhiệt độ 20°C đến nhiệt độ 100°C cần nhiệt lượng là 1306,2 kJ.

Tính khối lượng butane (C_4H_{10}) đã đốt cháy để cung cấp năng lượng cho quá trình đun sôi nước nói trên. Biết 45% nhiệt lượng của quá trình cháy đã thất thoát ra môi trường.

Hướng dẫn giải:

Vì nhiệt lượng sinh ra do quá trình đốt cháy thất thoát là 45% nên nhiệt lượng sinh ra của quá trình đốt cháy butane là

$$Q = 1306,2 \times \frac{100}{100 - 45} = 2374,91 \text{ kJ}$$



$$\Delta_f H_{298}^0 = [4x(-393,51) + 5x(-285,83)] - [1x(-125,6) + 6,5x0] = -125,19 \text{ kJ}$$

Đốt 1 mol butane tỏa ra nhiệt lượng là 125,19 kJ

Đốt $a \text{ mol}$ butane tỏa ra nhiệt lượng là 2374,91 kJ

$$\Rightarrow a = \frac{1 \times 2374,91}{125,19} = 18,97$$

$$\Rightarrow m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 18,97 \times 58 = 1100,26 \text{ (g)}$$

Phần V: BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM (ÍT NHẤT 20 CÂU)

Câu 1. Lượng nhiệt thoát ra khi đốt cháy 1 mol các hợp chất hữu cơ cho dưới đây:

Hợp chất	Nhiệt tỏa ra (KJ/mol)
Methane	890
Axetilen	1300
Etan	1560
Propan	2220

Chất nào sau đây sẽ cho lượng nhiệt nhỏ nhất khi đốt cháy 1 gam chất đó

A. C_3H_8

B. CH_4

C. C_2H_2

D. C_2H_6

Hướng dẫn giải

Nhiệt tỏa ra (KJ/mol) khi đốt cháy 1 gam chất

$$Q_{\text{CH}_4} = 890 \cdot \frac{1}{16} = 56 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_2} = 1300 \cdot \frac{1}{26} = 50 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1560 \cdot \frac{1}{30} = 52 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{C}_3\text{H}_8} = 2220 \cdot \frac{1}{42} = 52,86 \text{ kJ}$$

Câu 2. Bình “ga” sử dụng trong hộ gia đình Y có chứa 11,36 kg khí hóa lỏng (LPG) gồm propan và butane với tỉ lệ mol tương ứng là 5: 6. Khi được đốt cháy hoàn toàn, 1 mol propan tỏa ra lượng nhiệt là 2220 kJ và 1 mol butane tỏa ra lượng nhiệt là 2850 kJ. Giả sử hộ gia đình Y dùng bình gas cho việc đun nước, mỗi ấm nước chứa 2 lít nước ở 25°C, nhiệt dung của nước là 4,2 J/g.K, có 37% nhiệt đốt cháy khí bị thất thoát ra ngoài môi trường. Một bình gas nói trên có thể đun sôi bao nhiêu ấm nước?

A. 330 ấm.

B. 570 ấm.

C. 555 ấm.

D. 326 ấm.

Hướng dẫn giải

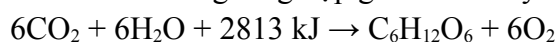
$$\left. \begin{array}{l} n_{\text{C}_3\text{H}_8} = 5x \text{ mol} \\ n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 6x \text{ mol} \end{array} \right\} \Rightarrow m_{\text{gas}} = 44,5x + 58,6x = 11360 \Rightarrow x = 20$$

Lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy hết 11,36kg khí ga trên là $100.2220 + 120.2850 = 564000 \text{ kJ}$

Nhiệt cần đun sôi 1 ấm nước (từ 25°C lên 100°C) $Q = mc\Delta t = 2000 \times 4,2 \times (100 - 25) = 630000 \text{ J} = 630 \text{ kJ}$

Số ấm nước tối đa được đun sôi là $\frac{564000}{640} \cdot 63\% = 555$ ấm (nhiệt ấm nước nhận được là 67%).

Câu 3. Phản ứng tổng hợp glucôzơ ở cây xanh cần phải dùng năng lượng từ ánh sáng mặt trời:



Cho biết: Trong một phút 1cm² lá lúa hấp thụ được 2,09 J năng lượng mặt trời, 10% năng lượng đó được dùng vào phản ứng tổng hợp glucôzơ và 10% glucôzơ được tạo ra chuyển thành tinh bột. Mỗi khóm lúa có 20 lá xanh, mỗi lá xanh có 5 cm² quang hợp được; mật độ lúa là 100 khóm /1 m². Khối lượng tinh bột tạo ra khi 1 ha (1 ha = 10000 m²) lúa kể trên quang hợp trong 1 giờ và tổng khối lượng CO₂ và H₂O sử dụng trong 1 giờ quang hợp nêu trên là

A. 7222 gam và 165833 gam.

B. 7222 gam và 117688 gam.

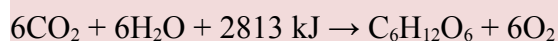
C. 8024 gam và 165833 gam.

D. 8024 gam và 117688 gam.

Hướng dẫn giải

Năng lượng dùng để tổng hợp glucôzơ của 1 ha lúa là trong 1h:

$$10000 \cdot 100 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 2,09 \cdot 10\% \cdot 60 = 1,254 \cdot 10^9 \text{ J} = 1,254 \cdot 10^6 \text{ kJ}$$



$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{CO}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} = 2674,72 \text{ mol} \\ n_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 445,787 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 165832,64 \text{ gam}$$



$$\Rightarrow m_{\text{tb}} = 445,787 \cdot 162 \cdot 10\% = 7221,75 \text{ gam}$$

Câu 4. Xăng E5 là một loại xăng sinh học giúp thay thế một phần nhiên liệu hóa thạch, phù hợp với xu thế phát triển chung trên thế giới và góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Một loại xăng E5 có tỉ lệ số mol như sau: 5% etanol, 35% heptan, 60% octan. Khi được đốt cháy hoàn toàn, 1 mol etanol sinh ra một lượng năng lượng là 1367kJ, 1 mol heptan sinh ra một lượng năng lượng là 4825 kJ và 1 mol octan sinh ra một lượng năng lượng là 5460 kJ, năng lượng giải phóng ra có 20% thải vào môi trường, các phản ứng xảy

ra hoàn toàn. Một xe máy chạy 1 giờ cần một năng lượng là 36500 kJ. Nếu xe máy chạy 6 giờ với tốc độ trung bình như trên thì khối lượng xăng E5 cần sử dụng là m kg. Giá trị của m là

- A. 5,57. B. 5,56. C. 7,19. D. 5,75.

Hướng dẫn giải

Có 20% năng lượng thải vào môi trường nên có 80% năng lượng sinh công.

Năng lượng cần thiết để xe chạy 6h là $36500.6/80\% = 273750$ kJ

Năng lượng trên được cung cấp bởi x mol xăng E5 gồm C_2H_5OH : 0,05x mol; C_7H_{16} : 0,35x mol; C_8H_{18} : 0,6x mol

Bảo toàn năng lượng: $1367.0,05x + 4825.0,35x + 5460.0,6x = 273750 \Rightarrow x = 54,39$

$m_{\text{xăng}} = 46.0,05x + 100.0,35x + 114.0,6x = 5749 \text{ gam} = 5,749 \text{ kg}$.

Câu 5. Một mẫu cồn X (thành phần chính là etanol) có lẫn methanol. Khi được đốt cháy hoàn toàn, 1 mol etanol tỏa ra lượng nhiệt là 1370 kJ và 1 mol methanol tỏa ra lượng nhiệt là 716 kJ. Đốt cháy hoàn toàn 10 gam mẫu cồn X tỏa ra một nhiệt lượng là 291,9 kJ. Phần trăm tạp chất methanol trong mẫu cồn X là

- A. 6%. B. 8%. C. 10%. D. 12%.

Hướng dẫn giải

Gọi số mol CH_3OH và C_2H_5OH trong 10g X lần lượt là a và b

$$\begin{cases} 32a + 46b = 10 \\ 716a + 1370b = 291,9 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = 0,025 \\ b = 0,2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_{CH_3OH} = 32.0,025 = 0,8 \text{ (g)}$$

Phần trăm tạp chất methanol trong X là $0,8/10.100\% = 8\%$

Câu 6. Pin năng lượng mặt trời nhiên liệu nghiên cứu rộng rãi nhằm thay thế nguồn nhiên liệu hóa thạch ngày càng cạn kiệt. Trong pin nhiên liệu, dòng điện được tạo ra do phản ứng oxi hóa nhiên liệu (hidro, cacbon monooxit, methanol, etanol, propan,...) bằng oxi không khí. Trong pin propan – oxi, phản ứng tổng cộng xảy ra khi pin hoạt động như sau:



Ở điều kiện chuẩn, khi đốt cháy hoàn toàn 1 mol propan theo phản ứng trên thì sinh ra một lượng năng lượng là 2497,66kJ. Một bóng đèn LED công suất 20W được thắp sáng bằng pin nhiên liệu propan – oxi. Biết hiệu suất quá trình oxi hóa propan là 80%, hiệu suất sử dụng năng lượng là 100% và trung bình cứ 1 giờ bóng đèn LED nói trên nếu được thắp sáng liên tục thì cần tiêu thụ hết một lượng năng lượng 72,00 kJ. Thời gian bóng đèn được thắp sáng liên tục khi sử dụng 176 gam propan làm nhiên liệu ở điều kiện tiêu chuẩn là:

- A. 111,0 giờ. B. 138,7 giờ. C. 55,5 giờ. D. 69,4 giờ.

Hướng dẫn giải

Bảo toàn năng lượng: $2497,66.4.80\% = 72.x \Rightarrow x = 111$ giờ

Câu 7. Trong y học, glucosơ làm thuốc tăng lực cho người bệnh, dễ hấp thu và cung cấp khá nhiều năng lượng. Dung dịch glucosơ ($C_6H_{12}O_6$) 5% có khối lượng riêng là 1,02 g/ml, phản ứng oxi hóa 1 mol glucosơ tạo thành CO_2 và H_2O tỏa ra một nhiệt lượng là 2803,0 kJ. Một người bệnh được truyền một chai chứa 500 ml dung dịch glucosơ 5%. Năng lượng tối đa từ phản ứng oxi hóa hoàn toàn glucosơ mà bệnh nhân đó có thể nhận được là

- A. 397,09 kJ. B. 381,67 kJ. C. 389,30 kJ. D. 416,02 kJ.

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{glucosơ}} = 500.1,02.5\%/180 = 0,14167$$

$$\text{Năng lượng tối đa} = 0,14167.2803 = 397,1 \text{ kJ}$$

Câu 8. Một loại khí thiên nhiên có thành phần phần trăm về thể tích như sau: 80% methane, 15% etan, còn lại là tạp chất không cháy. Biết nhiệt lượng tỏa ra khi đốt hoàn toàn 1 mol methane là 880 kJ, 1 mol etan là

1560 kJ và nâng nhiệt độ của 1 gam nước lên 1°C cần cung cấp 4,2 J nhiệt lượng. Để nâng nhiệt độ của 3 lít nước từ 25°C lên 100°C cần đốt cháy vừa đủ V lít khí thiên nhiên ở trên. Biết khối lượng riêng của nước là 1 g/ml và lượng nhiệt tổn hao là 10%. Giá trị gần nhất của V là:

- A. 37. B. 42. C. 25. D. 28.

Hướng dẫn giải

Để nâng nhiệt độ của 3 lít nước từ 25°C lên 100°C cần đốt cháy x mol khí thiên nhiên gồm

$$\begin{cases} \text{CH}_4: 0,8x \text{ mol} \\ \text{C}_2\text{H}_6: 0,15x \text{ mol} \\ \text{TC} \end{cases}$$

Bảo toàn năng lượng: $(90\% \cdot 9880 \times 0,8x + 1560 \times 0,15x) \times 10^3 = 4,2 \times 3000 \times 1 \times (100 - 25) \Rightarrow x = 1,12 \Rightarrow V = 25,088(1)$

Câu 9. Xăng sinh học E5 (chứa 5% etanol về thể tích, còn lại là xăng, giả thiết chỉ là octan). Khi được đốt cháy hoàn toàn, 1 mol etanol tỏa ra lượng nhiệt là 1365,0 kJ và 1 mol octan tỏa ra lượng nhiệt là 5928,7 kJ. Trung bình, một chiếc xe máy di chuyển được 1km thì cần một nhiệt lượng chuyển thành công cơ học có độ lớn là 211,8 kJ. Nếu xe máy đó đã sử dụng 4,5 lít xăng E5 ở trên thì quãng đường di chuyển được là bao nhiêu km, biết hiệu suất sử dụng nhiên liệu của động cơ là 25%; khối lượng riêng của etanol là 0,8 g/ml, của octan là 0,7 g/ml.

- A. 250km. B. 180km. C. 200km. D. 190km.

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 4500 \cdot 5\% \cdot 0,8 / 46 = 3,91304 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = 4500 \cdot 95\% \cdot 0,7 / 114 = 26,25 \text{ mol}$$

$$(1365 \cdot 3,91304 + 5928,7 \cdot 26,25) \cdot 25\% = 211,85$$

$$S = 190 \text{ km}$$

Câu 10. Bình “ga” loại 12 cân sử dụng trong hộ gia đình Y có chứa 12 kg khí hóa lỏng (LPG) gồm propan và butan với tỉ lệ thể tích tương ứng là 30: 70. Khi được đốt cháy hoàn toàn, 1 mol propan tỏa ra lượng nhiệt là 2220 kJ và 1 mol butan tỏa ra lượng nhiệt là 2850 kJ. Trung bình, lượng nhiệt tiêu thụ từ đốt khí “ga” của hộ gia đình Y là 12.000 kJ/ngày và hiệu suất sử dụng nhiệt là 75%. Trung bình gia đình Y trả bao nhiêu tiền ga trong 1 tháng (30 ngày), biết giá bình ga 360.000 đồng

- A. 250000. B. 385000. C. 290000. D. 342000.

Hướng dẫn giải

Gọi 3x, 7x lần lượt số mol của propan, butan trong bình gas.

$$\Rightarrow 44 \cdot 3x + 58 \cdot 7x = 12 \cdot 1000 \Rightarrow x = 22,3 \text{ mol}$$

Tổng nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn một bình gas là:

$$3 \cdot 22,3 \cdot 2220 + 7 \cdot 22,3 \cdot 2874 = 597149,4 \text{ kJ}$$

$$\text{Tổng nhiệt lượng có ích: } 597149,4 \cdot 75\% = 447862 \text{ kJ}$$

$$\text{Số ngày dùng hết 1 bình gas: } 447862 : 12000 = 37,32 \text{ ngày}$$

$$\text{Số tiền trả mỗi tháng: } 36000 \cdot 30 / 37,32 = 298 \text{ 937}$$

Câu 11. Xăng E5 là một loại xăng sinh học, được tạo thành khi trộn 5 thể tích C₂H₅OH (D = 0,8 g/ml) với 95 thể tích xăng truyền thống, giúp thay thế một phần nhiên liệu hóa thạch đang ngày càng cạn kiệt cũng như giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Khi đốt cháy hoàn toàn 1 lít xăng E5 thì hạn chế được x phần trăm thể tích khí CO₂ thải vào không khí so với đốt cháy hoàn toàn 1 lít xăng truyền thống ở cùng điều kiện nhiệt độ

và áp suất. Giả sử xăng truyền thống chỉ chứa hai ankan C_8H_{18} và C_9H_{20} (tỉ lệ mol tương ứng 4: 3 và $D = 0,7$ g/ml). Giá trị của a gần nhất với giá trị nào sau đây?

A. 1,53.

B. 2,51.

C. 1,46.

D. 3,54.

Hướng dẫn giải**Xét 100 ml xăng E5:**

$$V_{(C_8H_{18} + C_9H_{20})} = 95 \text{ ml}; V_{C_2H_5OH} = 5 \text{ ml}$$

$$m_{(C_8H_{18} + C_9H_{20})} = 95 \cdot 0,7 = 114,4x + 128,3x \Rightarrow x = 19 / 240$$

$$\Rightarrow n_{C_8H_{18}} = 19 / 60; n_{C_9H_{20}} = 19 / 80$$

$$m_{C_2H_5OH} = 5 \cdot 0,8 = 4 \Rightarrow n_{C_2H_5OH} = 4 / 46$$

$$\Rightarrow n_{CO_2} = 2 \cdot n_{C_2H_5OH} + 8 \cdot n_{C_8H_{18}} + 9 \cdot n_{C_9H_{20}} = 4,845 \text{ (mol)}$$

Xét 100 ml xăng truyền thống:

$$V_{(C_8H_{18} + C_9H_{20})} = 100 \text{ ml}$$

$$m_{(C_8H_{18} + C_9H_{20})} = 100 \times 0,7 = 114 \times 4y + 128 \times 3y \Rightarrow y = 1 / 12$$

$$\Rightarrow n_{C_8H_{18}} = 1 / 3; n_{C_9H_{20}} = 1 / 4$$

$$\Rightarrow n_{CO_2} = 8 \times n_{C_8H_{18}} + 9 \times n_{C_9H_{20}} = 59 / 12 \cdot n_{C_9H_{20}} = 59 / 12$$

$$\Rightarrow a = 1,457\%$$

Câu 12. Nhiệt dung riêng của H_2O là $4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$ (Có nghĩa là muốn làm cho 1 gam nước tăng 1°C thì cần cung cấp một nhiệt lượng là $4,2 \text{ J}$). Khi đốt cháy hoàn toàn 1 mol methane (CH_4) thì lượng nhiệt tỏa ra là 890 kJ . Giả sử có những loại virus đang sống trong cốc nước ở 30°C và những loại virus này có thể ngưng hoạt động hoặc chết ở 70°C . Vậy để đun 100 gam H_2O trong cốc đó từ 30°C lên 70°C thì ta cần phải đốt cháy V lít khí methane ở điều kiện tiêu chuẩn. Biết rằng trong quá trình đốt và đun nóng thì nước chỉ hấp thụ 75% nhiệt lượng. Giá trị V gần nhất là:

A. 0,317

B. 0,564

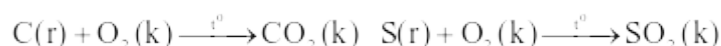
C. 0,168

D. 0,014

Hướng dẫn giải

$$\text{Gọi } x \text{ là số mol methane} \Rightarrow 890 \cdot 0,75\% = 100 \cdot 4,2(70-30) \Rightarrow x = 0,02517 \text{ mol} \Rightarrow V = 0,564 \text{ L}$$

Câu 13. Một hộ gia đình mua than đá làm nhiên liệu đun nấu và trung bình mỗi ngày dùng hết $1,8 \text{ kg}$ than. Giả thiết loại than đá trên chứa 91,333% cacbon và 0,542% lưu huỳnh về khối lượng, còn lại là các tạp chất trơ. Cho các phản ứng cháy của cacbon và lưu huỳnh sau:



Biết 1 mol cacbon tỏa ra lượng nhiệt là $393,5 \text{ kJ}$ và 1 mol lưu huỳnh tỏa ra lượng nhiệt là $296,8 \text{ kJ}$. Nhiệt lượng cung cấp cho hộ gia đình từ quá trình đốt than trong một ngày tương đương bao nhiêu số điện (1 số điện = $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$)?

A. 13 số.

B. 14 số.

C. 15 số.

D. 16 số.

Hướng dẫn giải

$$n_C = 1800 \cdot 91,33\% / 12 = 137 \text{ mol}$$

$$n_S = 1800 \cdot 0,54\% / 32 = 0,305 \text{ mol}$$

$$\text{Lượng nhiệt khi đốt cháy 1800 gam than là: } 137 \cdot 393,5 + 0,305 \cdot 296,8 = 54000 \text{ kJ}$$

$$\text{Nhiệt lượng tương đương với số điện là: } 54000 / 3600 = 15 \text{ số điện}$$

Câu 14. Cho biết để đưa 1 gam nước lên 1°C thì cần $4,184 \text{ J}$. Muốn đun sôi 1 lít nước từ 25°C đến 100°C thì cần đốt bao nhiêu lít khí butane (ga đun bếp) ở đktc, biết rằng 1 mol butane cháy tỏa ra $2870,2 \text{ kJ}$ (khối lượng riêng của nước là 1 g/ml)?

A. 2,45 lít.

B. 2,24 lít.

C. 4,48 lít.

D. 5,6 lít.

Hướng dẫn giải

$$\text{Nhiệt lượng cần có để đun sôi 1 lít nước là: } 1000 \times (100 - 25) \times 4,184 = 313800 \text{ (J)} = 313,8 \text{ (KJ)}$$

$$n_{\text{butane}} = 313,8 / 2870,2 = 0,109 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \text{Thể tích } C_4H_{10} \text{ cần để đun sôi 1 lít nước từ } 25^\circ\text{C} \text{ lên } 100^\circ\text{C} \text{ là: } 0,109 \times 22,4 = 2,45 \text{ lít}$$

Câu 15. Butan là một trong hai thành phần chính của khí đốt hóa lỏng (Liquified Petroleum Gas-viết tắt là LPG). Khi đốt cháy 1 mol butan tỏa ra lượng nhiệt là 2497 kJ . Để thực hiện việc đun nóng 1 gam nước tăng

thêm 1°C cần cung cấp nhiệt lượng là 4,18J. Khối lượng butan cần đốt để đưa 2 lít nước từ 25°C lên 100°C. Biết rằng khối lượng riêng của nước là 1 g/ml và hiệu suất nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy butan dùng để nâng nhiệt độ của nước là 60%.

- A. 23,26 gam. B. 26,52 gam. C. 24,27 gam. D. 25,44 gam.

Hướng dẫn giải

$$n_{C_4H_{10}} = x$$

$$\Rightarrow 2850 \cdot 10^3 x \cdot 60\% = 2.5 \cdot 10^3 \cdot 1.418 \cdot (100 - 25)$$

$$\Rightarrow x = 0,4583$$

$$\Rightarrow m_{C_4H_{10}} = 58x = 26,58 \text{ gam}$$

Câu 16. Bình “ga” sử dụng trong hộ gia đình Y có chứa 10,92 kg khí hóa lỏng (LPG) gồm propan và butan với tỉ lệ mol tương ứng là 3: 4. Khi được đốt cháy hoàn toàn, 1 mol propan tỏa ra lượng nhiệt là 2220 kJ và 1 mol butan tỏa ra lượng nhiệt là 2850 kJ. Trung bình, lượng nhiệt tiêu thụ từ’ đốt khí “ga” của hộ gia đình Y tương ứng với bao nhiêu số điện? (Biết hiệu suất sử dụng nhiệt là 49,83% và 1 số điện = 1 kWh = 3600 kJ).

- A. 50 số. B. 60 số. C. 75 số. D. 80 số.

Hướng dẫn giải

$$n_{C_3H_8} = 3x; n_{C_4H_{10}} = 4x \Rightarrow 44.3x + 58.4x = 10,92 \cdot 1000 \Rightarrow x = 30$$

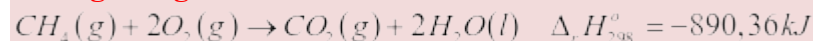
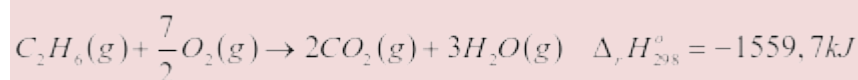
$$\text{Nhiệt lượng có ích} = 50\%(2220.3x + 2850.4x) = 270900 \text{ kJ}$$

$$\text{Số điện tương ứng} = 270900/3600 = 75,25 \text{ số}$$

Câu 17. Khí thiên nhiên chứa chủ yếu các thành phần chính: methane (CH₄), etan (C₂H₆) và một số thành phần khác. Biết lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy methane và etan lần lượt là 890,36 kJ và 1559,7 kJ. Nếu hộ gia đình anh Tâm cần 10000 kJ nhiệt mỗi ngày, sau khoảng bao nhiêu ngày sẽ dùng hết bình gas 13 kg khí thiên nhiên? (Biết tỉ lệ thể tích của methane: etan là 17: 2 với hiệu suất hấp thụ nhiệt khoảng 60%)

- A. Khoảng 43 ngày B. Khoảng 45 ngày C. Khoảng 47 ngày. D. Khoảng 50 ngày.

Hướng dẫn giải



$$n_{CH_4} = 85x(\text{mol}); n_{C_2H_6} = 15x(\text{mol})$$

Đặt

$$\Rightarrow 16.85x + 30.15x = 13 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow x = 7,1823$$

$$\Rightarrow n_{CH_4} = 85x = 610,4955(\text{mol}); n_{C_2H_6} = 15x = 107,7345(\text{mol})$$

$$\Rightarrow Q = 890,36 \cdot 610,4955 + 1559,7 \cdot 107,7345 = 711594,273 \text{ kJ}$$

$$Q_i = 711594,273 \cdot 60\% = 426956,5638 \text{ kJ}$$

Lượng nhiệt có ích:

Thời gian sử dụng bình gas:

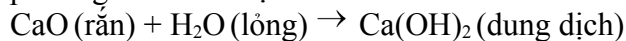
$$\frac{426956,5628}{10000} = 42,7$$

(ngày)

Câu 18. “Lầu tự sôi” là trào lưu gây sốt với giới trẻ Việt trong vài năm trở lại đây.



Chức năng làm nóng, chín thực phẩm bên trong mà không cần sử dụng nguồn nhiệt như bếp gas hay bếp điện là nhờ gói tạo nhiệt trong hộp thực phẩm. Các gói thường có thành phần là vôi sống (CaO), được FDA công nhận là an toàn. Gói tạo nhiệt hoạt động thông qua phản ứng giữa vôi sống với nước được mô tả bằng phương trình hóa học:



Biết nhiệt tỏa ra của 1 mol vôi sống (CaO) là 81,9 kJ và nhiệt lượng cần tiêu tốn ít nhất để làm sôi nước (ở nhiệt độ 25°C) là 156,9 kJ. Khối lượng vôi sống tối thiểu cần dùng để gói nhiệt hoạt động được là

- A.** 107,3 gam. **B.** 105,4 gam. **C.** 102,7 gam. **D.** 101,5 gam.

Hướng dẫn giải

Để làm 1 mol nước sôi từ 25°C lên 100°C, lượng nhiệt cần là: 156,9 kJ

Tính lượng nhiệt mà x mol vôi sống (CaO) tỏa ra: 81,9.x kJ

$$\Rightarrow x = 1,915$$

Khối lượng vôi sống cần dùng là: $1,915 \times 56 = 107,24$ gam

Câu 19. Xăng sinh học E₁₀ là nhiên liệu hỗn hợp giữa 10% etanol và 90% octan về khối lượng, còn có tên là gasohol. Hiện nay có khoảng 40 nước trên thế giới đang sử dụng nhiên liệu này trong các động cơ đốt trong của xe hơi và phương tiện giao thông tải trọng nhẹ. Biết rằng nhiệt lượng cháy (nhiệt tỏa ra trong quá trình đốt cháy) của nhiên liệu đo ở điều kiện tiêu chuẩn (25°C, 100kPa) được đưa trong bảng dưới đây:

Nhiên liệu	Công thức	Trạng thái	Nhiệt lượng cháy (kJ.g ⁻¹)
Etanol	C ₂ H ₅ OH	Lỏng	29,6
Octan	C ₈ H ₁₈	Lỏng	47,9

Để sản sinh năng lượng

khoảng 2396 MJ thì cần đốt cháy hoàn toàn bao nhiêu tấn xăng E10 ở điều kiện tiêu chuẩn?

- A.** $5,0 \times 10^{-2}$ tấn **B.** $5,2 \times 10^{-2}$ tấn. **C.** $7,6 \times 10^{-2}$ tấn. **D.** $8,1 \times 10^{-2}$ tấn.

Hướng dẫn giải

Gọi khối lượng xăng E10 cần đốt là x (gam)

$$\rightarrow \begin{cases} m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0,9a \text{ (g)} \\ m_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = 0,1a \text{ (g)} \end{cases} \rightarrow 2396 \cdot 10^3 = 29,6 \cdot 0,9a + 47,9 \cdot 0,1a = 46,07a \rightarrow a = 52008 \text{ (g)} \approx 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ tấn}$$

Câu 20. Vôi sống có nhiều ứng dụng như: sản xuất vật liệu xây dựng, vật liệu chịu nhiệt, khử chua đất trồng, tẩy uế, sát trùng, xử lý nước thải,... Một lò nung với công nghiệp sử dụng than đá làm nhiên liệu có công suất 210 tấn CaO/ngày. Cho biết: Để phân hủy hoàn toàn 1 kg đá vôi (có 20% tạp chất trơ) cần cung cấp một lượng nhiệt tối thiểu là 1800 kJ. Đốt cháy hoàn toàn 1 kg than đá giải phóng ra một lượng nhiệt là 23000 kJ và có 75% lượng nhiệt này được hấp thụ ở quá trình phân hủy đá vôi. Tổng khối lượng (tấn) đá vôi và than đá mà lò nung vôi trên sử dụng mỗi ngày gần nhất với

- A.** 496,26. **B.** 517,66. **C.** 423,91. **D.** 505,43.

Hướng dẫn giải

$$m_{\text{CaCO}_3} = \frac{100 \cdot 210}{56 \cdot 80\%} = 468,75 \text{ (tấn)}$$

$$m_{\text{than đá}} = \frac{468,75 \cdot 1800}{23000 \cdot 75\%} = 48,91 \text{ (tấn)}$$

$$\Rightarrow m = 468,75 + 48,91 = 517,66 \text{ (tấn)}$$

Câu 21. Một chiếc xe máy dùng động cơ đốt trong sử dụng xăng, trung bình một giờ hoạt động thì động cơ cần một nhiệt lượng là 9000 kJ. Giả thiết xăng chỉ gồm heptan và octan có tỉ lệ mol tương ứng là 1: 9, khi được đốt cháy hoàn toàn 1 mol heptan tỏa ra lượng nhiệt là 3744,4 kJ và 1 mol octan tỏa ra lượng nhiệt

là 5928,7 kJ. Nếu chiếc xuồng đó đã sử dụng hết 5 lít xăng ở trên thì thời gian xuồng hoạt động được là t giờ, biết hiệu suất sử dụng nhiên liệu của động cơ là 30%, khối lượng riêng của xăng là 0,72 g/ml. Giá trị của t **gần nhất** với giá trị nào sau đây?

A. 6,0.

B. 6,5.

C. 7,5.

D. 7,0.

Hướng dẫn giải

Gọi C_7H_{16} (x mol) và C_8H_{18} (9x mol) $\Rightarrow 100x + 114.94x = m = 5000.0,72 \Rightarrow x = 3,197$ mol

Nhiệt lượng tạo công cơ học: $(3,197.3744,4 + 3,197.9.5928,7).0,3 = 54770$ kJ

Số giờ hoạt động là: $54770/9000 = 6,08$ h

Câu 22. Bình gas loại 12 kg chứa chủ yếu thành phần chính là propan, butane (tỉ lệ thể tích tương ứng là 30:70). Để tạo mùi cho khí gas, nhà sản xuất đã pha trộn thêm chất tạo mùi đặc trưng như CH_3SH (mùi tỏi, hành tây). Lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 1 mol propan và 1 mol butane lần lượt là 2220 kJ và 2874 kJ; giả sử một hộ gia đình cần 6000 kJ nhiệt mỗi ngày (hiệu suất hấp thụ nhiệt 60%). Cho các phát biểu sau:

(a) Mục đích của việc thêm CH_3SH để giúp phát hiện khí gas khi bị rò rỉ.

(b) Tỉ lệ khối lượng propan: butane trong bình gas là 50: 50.

(c) Nhiệt lượng hộ gia đình trên thực tế tiêu tốn mỗi ngày là 10000 kJ.

(d) Hộ gia đình trên sử dụng hết một bình gas trong 99,5 ngày.

Số phát biểu đúng là

A. 3.

B. 2.

C. 1.

D. 4.

Hướng dẫn giải

a) Đúng, propan, butane là các khí không mùi, vì vậy cần thêm CH_3SH để tạo mùi giúp phát hiện sớm gas bị rò rỉ.

(b) Sai vì $n_{C_3H_8} : n_{C_4H_{10}} = 3 : 7 \Rightarrow m_{C_3H_8} : m_{C_4H_{10}} = 3.44 : 7.58 = 66 : 203$

(c) Đúng vì lượng nhiệt thực tế = $6000/60\% = 10000$ kJ/ngày

(d) Sai vì $n_{C_3H_8} = 3x, n_{C_4H_{10}} = 7x \Rightarrow 44.3x + 58.7x = 12000 \Rightarrow x = 22,305$

Bảo toàn năng lượng:

$2220.3x + 2874.7x = 10000 \times (\text{Số ngày sử dụng}) \rightarrow \text{Số ngày sử dụng} = 59,73$ ngày

Câu 23. Nhiệt dung riêng của H_2O là 4,2 J/(g.°C) (Có nghĩa là muốn làm cho 1 gam nước tăng 1°C thì cần cung cấp một nhiệt lượng là 4,2J). Khi đốt cháy hoàn toàn 1 mol methane (CH_4) thì lượng nhiệt tỏa ra là 890 kJ. Giả sử có những loại virus đang sống trong một cốc nước ở 30°C và những loại virus này có thể ngưng hoạt động hoặc chết ở nhiệt độ 70°C. Vậy để đun 100 gam H_2O trong cốc đó từ 30°C lên 70°C thì ta cần phải đốt cháy V lít khí methane ở điều kiện tiêu chuẩn, biết rằng trong quá trình đốt và đun nóng thì nước chỉ hấp thụ được 75% lượng nhiệt. Giá trị của V **gần nhất** với giá trị nào sau đây?

A. 0,317.

B. 0,564.

C. 0,168.

D. 0,014.

Hướng dẫn giải

Gọi $x = n_{\text{methane}}$

bảo toàn năng lượng: $890000x.75\% = 100.4,2(70 - 30)$

$\rightarrow x = 0,02517$ mol $\rightarrow V \approx 0,564$ lít