

7.1

Biến thiên của hàm trạng thái chỉ phụ thuộc vào bản chất, trạng thái đầu và cuối không phụ thuộc vào đường đi.

Từ trạng thái A biến đổi sang trạng thái B bằng 5 con đường khác nhau, do entropi là hàm thái nên độ biến đổi entropi ΔS giống nhau cho cả 5 con đường. **Đáp án b**

7.2

a. Phân tử càng phức tạp thì entropi càng lớn. Ý a đúng.

Ví dụ: CH_3OH (lỏng) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (lỏng)

S^0_{298} [J/mol.K] 126,8 160,7

CH_4 (k) C_2H_6 (k) C_3H_8 (k)

S^0_{298} [J/mol.K] 186,1 229,5 269,9

b. Entropi của các chất tăng khi áp suất tăng. Ý b sai, vì áp suất tăng làm giảm độ hỗn loạn nên entropi giảm.

Ví dụ: NH_3 (k) 1atm , 500K NH_3 (k) 300atm , 500K

S^0_{298} [cal/mol.K] 50,7 0,57

c. . Entropi của các chất tăng khi nhiệt độ tăng. Ý c đúng, vì nhiệt độ tăng làm tăng độ hỗn loạn nên entropi tăng. Ý c đúng

Ví dụ: H_2O (lỏng) 298K H_2O (lỏng) 373K

S^0_{298} [J/mol.K] = 69,9 S^0_{373} [J/mol.K] = 86,8

d. Entropi là thước đo xác suất trạng thái hệ. Ý d đúng, vì entropi có quan hệ với xác suất trạng thái qua công thức tính entropi cho n mol chất:

$$S = nR \ln W \text{ (W là xác suất trạng thái)}$$

Đáp án b

7.3

1. Ý 1 sai, vì ở cùng điều kiện hơi nước có độ hỗn loạn lớn hơn nước lỏng nên entropi hơi nước lớn hơn entropi nước lỏng.

2. Ý 2 đúng.

Trong mạng tinh thể ion, độ dài liên kết bằng tổng bán kính hai ion tham gia liên kết. Ion ${}_{24}\text{Mg}^{2+}$ và ion ${}_{56}\text{Ba}^{2+}$ cùng nhóm IIA cùng điện tích nên $R({}_{24}\text{Mg}^{2+}) < R({}_{56}\text{Ba}^{2+})$. Cho nên, độ dài liên kết $d(\text{Ba-O}) > d(\text{Mg-O}) \rightarrow$ năng lượng liên kết $E(\text{BaO}) < E(\text{MgO}) \rightarrow$ trong cùng điều kiện: $S^0(\text{BaO}) > S^0(\text{MgO})$.

3. Ý 3 đúng, vì khí C_3H_8 có cấu tạo phức tạp hơn khí CH_4 nên entropi lớn hơn.
4. Ý 4 đúng, chất khí có độ hỗn loạn rất lớn so với chất rắn nên entropi của chất khí thường rất lớn so với chất rắn.
5. Ý 5 sai (giải thích theo ý 4)
6. Ý 6 đúng, trong cùng điều kiện, cùng một chất, pha lỏng có độ hỗn loạn lớn hơn pha rắn nên entropi lớn hơn.

Đáp án d.

7.4

- a. $\Delta S < 0$ vì quá trình giảm nhiệt độ.
- b. $\Delta S > 0$ vì $\Delta n = 2-1 = 1[\text{mol}] > 0$.
- c. $\Delta S > 0$ vì $\Delta n = 6-5 = 1[\text{mol}] > 0$.
- d. $\Delta S > 0$ vì $\Delta n = 2[\text{mol}] > 0$.

Đáp án a

7.5

Đáp án b, vì $\Delta n = 0$ nên $\Delta S_{\text{pr}} \approx 0$.

7.6

Đáp án a, vì $\Delta n = 1-2 = -1[\text{mol}] < 0 \rightarrow \Delta S_{\text{pr}} < 0$.

7.7

Trong cùng điều kiện, cùng một chất ở các trạng thái khác nhau:

$H(\text{khí}) > H(\text{lỏng}) > H(\text{rắn})$

$S(\text{khí}) > S(\text{lỏng}) > S(\text{rắn})$

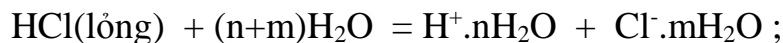
Quá trình hòa tan khí HCl vào nước gồm hai quá trình:

*Quá trình vật lí (quá trình chuyển pha):



$$\Delta S_{\text{cp}} = \Delta S_{\text{ngưng tụ}} = S(\text{HCl}_{\text{lỏng}}) - S(\text{HCl}_{\text{khí}}) < 0$$

*Quá trình hóa học hay quá trình solvat hóa (tương tác giữa chất tan và dung môi):



$\Delta H_{\text{sol}} < 0$ **luôn mang dấu âm** vì tương tác hút giữa chất tan và dung môi làm quá trình luôn tỏa nhiệt. (tương tác giữa lưỡng cực HCl và các lưỡng cực H₂O)

$\Delta S_{\text{sol}} < 0$ **luôn mang dấu âm** vì làm giảm độ hỗn loạn các tiểu phân chất tan.

Ta có : (-) (-)

Hiệu ứng nhiệt quá trình hòa tan: $\Delta H_{\text{hoàtan}} = \Delta H_{\text{cp}} + \Delta H_{\text{sol}} < 0$

Quá trình hòa tan chất khí vào dung môi lỏng luôn luôn là quá trình phát nhiệt.

(-) (-)

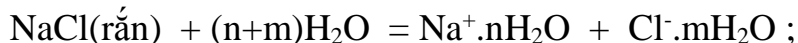
Độ thay đổi entropi trong quá trình hòa tan: $\Delta S_{\text{hoàtan}} = \Delta S_{\text{cp}} + \Delta S_{\text{sol}} < 0$

→ Quá trình hòa tan khí HCl vào nước có: $\Delta S_{\text{cp}} < 0$ và $\Delta S_{\text{sol}} < 0$

Đáp án d.

Trường hợp khác:

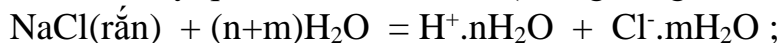
Quá trình hòa tan hợp chất ion NaCl vào dung môi nước gồm hai quá trình:



*Quá trình vật lí (quá trình chuyển pha) là quá trình phá vỡ mạng tinh thể ion nên $\Delta H_{\text{cp}} > 0$. Mạng tinh thể càng bền thì ΔH_{cp} càng lớn.

Do quá trình phá vỡ mạng tinh thể làm tăng độ hỗn loạn của các ion nên $\Delta S_{\text{cp}} > 0$.

*Quá trình hóa học hay quá trình solvat hóa (tương tác giữa chất tan và dung môi):



$\Delta H_{\text{sol}} < 0$ **luôn mang dấu âm** vì tương tác hút giữa chất tan và dung môi làm quá trình luôn tỏa nhiệt. (tương tác giữa các ion Na⁺ và Cl⁻ với các lưỡng cực nước)

$\Delta S_{\text{sol}} < 0$ **luôn mang dấu âm** vì làm giảm độ hỗn loạn các tiểu phân chất tan.

Ta có : (+) (-)

Hiệu ứng nhiệt quá trình hòa tan: $\Delta H_{\text{hoàtan}} = \Delta H_{\text{cp}} + \Delta H_{\text{sol}} < 0$ hay > 0

Do lk ion là liên kết mạnh nên mạng ion có độ bền cao nên ΔH_{cp} thường có độ lớn lớn hơn nhiệt solvat hóa. **Khoảng 95% các hợp chất ion hòa tan vào nước có $\Delta H_{\text{hoàtan}} > 0$ tức quá trình thu nhiệt.** Ví dụ : NaCl, KCl, NH₄NO₃....

Quá trình hòa tan chất tan rắn vào dung môi lỏng tạo thành dung dịch làm tăng độ hỗn loạn nên độ thay đổi entropi trong quá trình hòa tan: $\Delta S_{\text{hoàtan}} = \Delta S_{\text{cp}} + \Delta S_{\text{Sol}} > 0$

Trong đó: $\Delta S_{\text{Sol}} < 0$, $\Delta S_{\text{cp}} > 0$, $|\Delta S_{\text{cp}}| > |\Delta S_{\text{Sol}}|$

7.8

Trong cùng điều kiện, cùng một chất ở các trạng thái khác nhau :

$H(\text{khí}) > H(\text{lỏng}) > H(\text{rắn})$

$S(\text{khí}) > S(\text{lỏng}) > S(\text{rắn})$

$\text{H}_2\text{O}(\text{lỏng}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{rắn})$; $\Delta H_{\text{đđ}} = H_{\text{H}_2\text{O rắn}} - H_{\text{H}_2\text{O lỏng}} < 0$

$\Delta S_{\text{đđ}} = S_{\text{H}_2\text{O rắn}} - S_{\text{H}_2\text{O lỏng}} < 0$

$\Delta V > 0$ vì ở pha rắn **do liên kết hydro** của nước nên thể tích tăng lên. **Đáp án a**

7.9

$\text{Br}_2(\text{lỏng}) \rightleftharpoons \text{Br}_2(\text{rắn})$; $\Delta H_{\text{đđ}} = H_{\text{Br}_2 \text{ rắn}} - H_{\text{Br}_2 \text{ lỏng}} < 0$

$\Delta S_{\text{đđ}} = S_{\text{Br}_2 \text{ rắn}} - S_{\text{Br}_2 \text{ lỏng}} < 0$

$\Delta V < 0$ vì ở pha rắn thể tích giảm đi so với pha lỏng. **Đáp án b**

7.10

Phản ứng có : $\Delta n = -0,5[\text{mol}] < 0 \rightarrow$ dự đoán $\Delta S < 0$

$(\Delta S^0_{298})_{\text{pr}} = (257) - (248 + 1/2 \cdot 205) = -93,5 [\text{J/K}] < 0$. **Đáp án b**

7.11

a. Ý a đúng.

b. Ý b đúng, vì ở nhiệt độ thấp dấu ΔG phụ thuộc vào dấu ΔH nên quá trình tỏa nhiệt nhiều thì $\Delta H < 0 \rightarrow \Delta G < 0$ tức quá trình có khả năng tự phát.

c. Ý c đúng. Công có ích là công do hệ tự sinh ra nên quá trình sinh công có ích là quá trình tự xảy ra.

Ví dụ: Trong phản ứng hóa học công có ích thường là công điện. Khi một phản ứng oxy hóa khử thực hiện trong nguyên tố galvanic sinh ra công điện tức là phản ứng oxy hóa khử xảy ra ($\Delta G < 0$).

d. Ý d sai, vì quá trình tự phát kèm theo sự tăng độ hỗn loạn thì hệ phải là hệ cô lập.

Đáp án d.

7.12

1. Ý 1 đúng. Tại điều kiện đang xét, phản ứng có $\Delta G_T > 0$ thì phản ứng không tự phát tại điều kiện đó. (nhưng tại điều kiện đó, phản ứng có khả năng tự phát theo chiều ngược lại)

2. Ý 2 đúng, vì ở nhiệt độ thấp dấu ΔG phụ thuộc vào dấu ΔH nên có thể dựa vào hiệu ứng nhiệt để dự đoán khả năng tự phát của phản ứng ở nhiệt độ thường.

3. Ý 3 sai, vì với phản ứng có $\Delta n=0$ tức $\Delta S \approx 0$ nên $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \approx \Delta H$ cho nên ở 1000K thì dấu ΔG sẽ phụ thuộc vào dấu ΔH .

Đáp án c

7.13

a. Ý a sai, vì $\Delta G_T < 0$ thì tại điều kiện đang xét phản ứng có khả năng tự phát về phương diện nhiệt động. Trong thực tế, phản ứng có $\Delta G_T < 0$ sẽ xảy ra nếu tốc độ phản ứng đủ lớn hay không xảy ra nếu tốc độ phản ứng rất nhỏ.

b. Ý b đúng. **Đáp án b**

c. Ý c sai, vì phản ứng đạt cân bằng khi $\Delta G_T = 0$.

d. Ý d sai, vì $\Delta G_T < 0$ thì tại điều kiện đang xét phản ứng có khả năng tự phát về phương diện nhiệt động.

7.14

1. Ý 1 đúng, đa số phản ứng có $\Delta G^0_{298} < -40\text{kJ}$ có thể xảy ra tự phát hoàn toàn trong thực tế ở 298K (phản ứng 1 chiều). Nếu dùng công thức $\Delta G^0_{298} = -RT \ln K_{cb}$ thì ở 298K hằng số cân bằng $K_{cb} \approx 10^7$ nên trong thực tế phản ứng có thể xem là phản ứng hoàn toàn (pư 1 chiều) ở 298K.

2. Ý 2 đúng, vì $\Delta G^0_{298} > 40\text{kJ}$ thì $K_{cb} < 10^{-7}$ ở 298K, do giá trị K_{cb} rất nhỏ nên phản ứng xem như không xảy ra.

3*.Phản ứng không xảy ra trong thực tế khi $\Delta G^0_{298} > 0$. Ý 3 sai

Vì nếu pư có ΔG^0_{298} nằm trong khoảng : $0 < \Delta G^0_{298} < +40\text{kJ}$ thì trong thực tế ở 298K phản ứng vẫn có thể xảy ra.

Ví dụ : Xét phản ứng $3A(\text{khí}) + B(\text{khí}) \rightleftharpoons 2C(\text{khí})$; $\Delta G^0_{298} = 35\text{kJ}$

Tại thời điểm t_1 10 atm 10atm 10^{-2} atm

Tính ΔG_{298} tại thời điểm t_1 ở 298K:

$$\Delta G_{298} = \Delta G^0_{298} + RT \ln Q_p = 35 + 8,314 \cdot 10^{-3} \cdot 298 \cdot 2,303 \lg[(10^{-2})^2 / (10^3 \cdot 10)]$$

$$\Delta G_{298} = -10,65\text{kJ} < 0$$

→ **Tại thời điểm t_1 , ở 298K pư có khả năng tự phát theo chiều thuận mặc dù $\Delta G^0_{298} > 0$.**

4. Đa số phản ứng có $-40\text{kJ} < \Delta G^0_{298} < +40\text{kJ}$ xảy ra tự phát thuận nghịch trong thực tế. Ý 4 đúng.

Ví dụ: Xét phản ứng $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$; $\Delta G^0_{298} = -32\text{kJ}$

Thời điểm t_1 10atm 10atm 1atm

Thời điểm t_2 10^{-1} atm 10^{-1} atm 10atm

Tại thời điểm t_1 ở 298K

$$\Delta G_{298} = \Delta G^0_{298} + RT \ln Q_p = -32 + 8,314 \cdot 10^{-3} \cdot 298 \cdot 2,303 \lg[1 / (10 \cdot (10)^3)] = -54,82\text{kJ} < 0$$

Vậy tại thời điểm t_1 ở 298K, phản ứng tự phát theo **chiều thuận**.

Tại thời điểm t_2 ở 298K:

$$\Delta G_{298} = \Delta G_{298}^0 + RT \ln Q_p = -32 + 8,314 \cdot 10^{-3} \cdot 298 \cdot 2,303 \cdot \lg[10^2 / (10^{-1} \cdot (10^{-1})^3)] = 2,235 \text{ kJ} > 0$$

Vậy tại thời điểm t_2 ở 298K, phản ứng tự phát theo **chiều nghịch**.

Kết luận: Phản ứng có $\Delta G_{298}^0 = -32 \text{ kJ}$ diễn ra thuận nghịch trong thực tế ở 298K.

Đáp án c

7.15

a. Ý a sai, vì công chống áp suất ngoài là công dẫn nỏ của quá trình vật lí nên không là tiêu chuẩn xét khả năng tự phát của phản ứng hóa học về mặt nhiệt động.

b. Ý b đúng. Ta có $\Delta H^0 < 0$; $\Delta S^0 > 0 \rightarrow \Delta G_T^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0 < 0$ tại mọi nhiệt độ.

Phản ứng có $\Delta G_T^0 < 0$ nên có khả năng tự phát tại điều kiện chuẩn ở mọi nhiệt độ T.

c. Ý c đúng, vì phản ứng có $\Delta G_T^0 < 0$.

d. Ý d đúng, vì hằng số cân bằng $K_T > 1 \rightarrow \Delta G_T^0 < 0$ ($\Delta G_T^0 = -RT \ln K_T$) nên phản ứng tự phát.

Đáp án a

7.16

a. Ý a sai.

Giải thích: $\Delta G_T = \Delta H - T \cdot \Delta S$

Ở nhiệt độ cao, dấu ΔG_T phụ thuộc vào dấu ΔS .

Phản ứng có $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0 \rightarrow T$ cao thì $\Delta G_T < 0$: phản ứng tự phát ở nhiệt độ cao.

b. Ý b sai, vì ở nhiệt độ thấp dấu ΔG_T phụ thuộc vào dấu ΔH . Phản ứng thu nhiệt mạnh nên ΔH rất dương $\rightarrow \Delta G_T > 0$ nên phản ứng không tự phát ở nhiệt độ thấp.

c. Ý c sai.

Ở nhiệt độ cao, dấu ΔG_T phụ thuộc vào dấu ΔS .

Phản ứng có $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0 \rightarrow T$ cao thì $\Delta G_T > 0$: phản ứng không tự phát ở nhiệt độ cao.

d. Ý d đúng.

Ở nhiệt độ cao, dấu ΔG_T phụ thuộc vào ΔS .

Phản ứng có $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0 \rightarrow T$ cao thì $\Delta G_T < 0$: phản ứng tự phát ở nhiệt độ cao.

Đáp án d

7.17

a. Ý a sai, vì phản ứng thu nhiệt mạnh nhưng làm tăng entropi có thể xảy ra tự phát ở nhiệt độ cao. **Đáp án a**

b. Ý b đúng.

c. Ý c đúng.

d. Ý d đúng.

Phản ứng có $\Delta H = 0$, $\Delta S > 0$ nên $\Delta G_T = -T \cdot \Delta S < 0$ phản ứng có thể xảy ra ở nhiệt độ thường. (pư này còn có khả năng tự phát ở mọi nhiệt độ)

7.18

1. Ý 1 đúng, vì T thấp, $\Delta H \ll 0$ nên $\Delta G_T < 0$: phản ứng có khả năng tự phát ở T thấp.
2. Ý 2 đúng. Phản ứng có $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$ nên $\Delta G_T < 0$: phản ứng có khả năng tự phát tại mọi nhiệt độ.
3. Ý 3 sai, vì $\Delta H \gg 0$, $\Delta S > 0$, T thấp nên $\Delta G_T > 0$: phản ứng không tự phát.
4. Ý 4 đúng, vì $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$, T cao nên $\Delta G_T < 0$: phản ứng có khả năng tự phát ở T cao.

Đáp án c.

7.19

1. Ý 1 đúng, vì $\Delta S > 0$, T cao nên $\Delta G_T < 0$: phản ứng có khả năng tự phát ở T cao.
2. Ý 2 sai. (xem câu 7.14)
3. Ý 3 sai, vì $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$, ở T thấp thì $\Delta G_T > 0$: phản ứng không tự phát.
4. Ý 4 đúng, vì tại điều kiện đang xét $\Delta G_T < 0$ phản ứng có khả năng tự phát.

Đáp án a

7.20

Phản ứng có $\Delta H^0_{298} = 284,4\text{kJ} \gg 0$, $\Delta S^0_{298} < 0$ nên $\Delta G^0_{298} \gg 40\text{kJ} \rightarrow \Delta G_T > 0$

\rightarrow Phản ứng không tự phát tại mọi nhiệt độ. **Đáp án a**

7.21

Xét khả năng tự phát của các phản ứng sau ở điều kiện chuẩn:

1. Ý 1 đúng, vì $\Delta H^0 > 0$, $\Delta n = 2-3 = -1[\text{mol}] < 0 \rightarrow \Delta S^0 < 0 \rightarrow \Delta G^0_T > 0$ nên phản ứng không tự phát ở mọi nhiệt độ.
2. Ý 2 đúng, vì $\Delta H^0 < 0$, $\Delta n = 8-7 = 1[\text{mol}] > 0 \rightarrow \Delta S^0 > 0 \rightarrow \Delta G^0_T < 0$ nên phản ứng tự phát ở mọi nhiệt độ.
3. Ý 3 đúng, vì $\Delta H^0 > 0$, $\Delta n = 1[\text{mol}] > 0 \rightarrow \Delta S^0 > 0 \rightarrow$ ở T cao thì $\Delta G^0_T < 0$ nên phản ứng tự phát ở nhiệt độ cao.
4. Ý 4 đúng, vì $\Delta H^0 < 0$, ở T thấp thì $\Delta G^0_T < 0$ nên phản ứng tự phát ở nhiệt độ thấp.

Đáp án c

7.22

1. Ý 1 đúng, vì phản ứng: $A \rightarrow B$; $\Delta H > 0$, có khả năng tự phát nên $\Delta G < 0 \rightarrow \Delta S > 0$ và $T_{\text{pư}}$ cao.

2. Ý 2 đúng, vì cùng điều kiện với phản ứng trên khi đổi chiều phản ứng thì ΔG đổi dấu tức pư $B \rightarrow A$ có $\Delta G_{\text{pư}} > 0$.

3. Ý 3 đúng, vì phản ứng: $A \rightarrow B$; $\Delta S > 0$, $\Delta H > 0$

Đổi chiều phản ứng trên ta có pư: $B \rightarrow A$; $\Delta S < 0$, $\Delta H < 0 \rightarrow$ nên pư có khả năng tự phát ở nhiệt độ thấp.

Đáp án d

7.23 Bài này đổi nhiệt độ từ 383K thành 283K.

Quá trình nóng chảy của nước: $H_2O(\text{rắn}) \rightleftharpoons H_2O(\text{lỏng})$; $\Delta H_{\text{nc}} > 0$, $\Delta S_{\text{nc}} > 0$

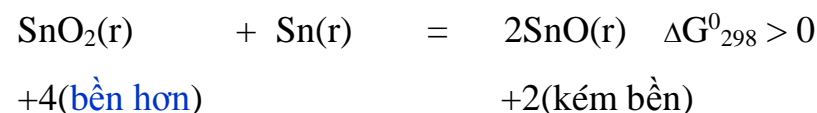
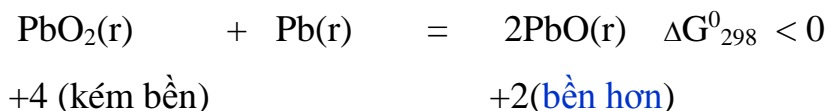
Xem ΔH_{nc} và ΔS_{nc} là hằng số trong khoảng nhiệt độ khảo sát.

Ở 273K ta có: $\Delta G_{273} = \Delta H_{\text{nc}} - 273 \cdot \Delta S_{\text{nc}} = 0$

Ở 283K ta có: $\Delta G_{283} = \Delta H_{\text{nc}} - 283 \cdot \Delta S_{\text{nc}} < 0$ **Đáp án b**

7.24

Trong tự nhiên, những quá trình tự xảy ra ($\Delta G < 0$) bao giờ cũng chuyển từ dạng kém bền sang dạng bền hơn.



Đáp án b

7.25

Phản ứng tỏa nhiệt $\rightarrow \Delta H^0 < 0$

$\Delta n = -0,5[\text{mol}] < 0 \rightarrow \Delta S^0 < 0$

Ở 25°C dấu ΔG^0 phụ thuộc vào dấu ΔH^0 , vì $\Delta H^0 < 0 \rightarrow \Delta G^0 < 0$ **Đáp án a**

7.26

Phản ứng thu nhiệt $\rightarrow \Delta H^0 > 0$

$\Delta n = 1[\text{mol}] > 0 \rightarrow \Delta S^0 > 0$

Ở 25°C dấu ΔG^0 phụ thuộc vào dấu ΔH^0 , vì $\Delta H^0 > 0 \rightarrow \Delta G^0 > 0$; **Đáp án a**

7.27

Phản ứng tỏa nhiệt $\rightarrow \Delta H < 0$

$$\Delta n = 0,5[\text{mol}] > 0 \rightarrow \Delta S > 0$$

Ở nhiệt độ thường dấu ΔG phụ thuộc vào dấu ΔH , vì $\Delta H < 0 \rightarrow \Delta G < 0$

Mặc khác, phản ứng này có $\Delta H < 0$ và $\Delta S > 0 \rightarrow$ ở mọi nhiệt độ $\Delta G_T < 0$ nên phản ứng có khả năng tự phát tại mọi nhiệt độ.

Đáp án c

7.28

$$\Delta G_T = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

T thấp, dấu ΔG_T phụ thuộc dấu ΔH ; T cao, dấu ΔG_T phụ thuộc dấu ΔS .

Xét khả năng tự phát của phản ứng cho các trường hợp sau:

$\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$: phản ứng có khả năng tự phát ở nhiệt độ thấp.

$\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$: phản ứng có khả năng tự phát ở mọi nhiệt độ.

$\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$: phản ứng không có khả năng tự phát ở mọi nhiệt độ.

$\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$: phản ứng có khả năng tự phát ở nhiệt độ cao.

Đáp án c

