

PERHITUNGAN ENTALPI REAKSI

Part I

Definisi

Proses dan cara menghitung perubahan entalpi atau entalpi reaksi (ΔH), yakni selisih antara entalpi produk dan entalpi reaktan

Part II

Perhitungan Entalpi Reaksi

1 Kalorimeter

- Kalorimeter adalah suatu sistem terisolasi (tidak dapat terjadi perpindahan materi maupun energi ke lingkungan). Dengan mengukur perubahan suhu di dalam kalorimeter kita dapat menentukan jumlah kalor yang diserap atau dibebaskan oleh larutan serta perangkat kalorimeter itu sendiri dengan persamaan

$$q = m \times c \times \Delta T$$

$$q_k = C \times \Delta T$$

sehingga q_{total} dapat dituliskan

$$\begin{aligned} q_{total} &= q_{reaksi} + q_k \\ &= mc\Delta T + C\Delta T \\ &= \Delta T(mc + C) \end{aligned}$$

$$\Delta H = \frac{q_{total}}{n}$$

dimana,

q = jumlah kalor (J)

q_k = kalor yang diserap kalorimeter (J)

m = massa sistem di dalam kalorimeter (g)

c = kalor jenis sistem ($\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

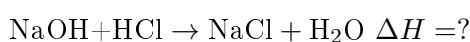
C = kapasitas kalor kalorimeter (JK^{-1})

ΔT = perubahan suhu di dalam kalorimeter (K)

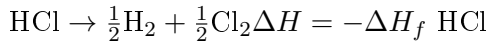
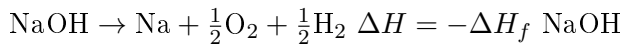
n = mol zat yang bereaksi

2 Entalpi Pembentukan Standar

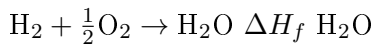
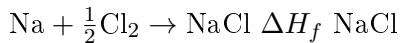
- Kalor atau entalpi reaksi dapat ditentukan berdasarkan data entalpi pembentukan standar zat pereaksi dan produknya. Dalam hal ini, zat pereaksi dianggap terurai lebih dulu menjadi unsur-unsurnya kemudian unsur-unsur ini bereaksi membentuk zat produk. Hal ini sesuai dengan penerapan Hukum Hess, seperti digambarkan pada reaksi antara NaOH dan HCl berikut:



terjadi pemecahan NaOH dan HCl menjadi unsur-unsurnya:



Kemudian reaksi antara unsur-unsur ini membentuk produk



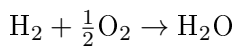
Sehingga sesuai Hukum Hess keempat data ini dapat dijumlahkan untuk menentukan entalpi reaksi keseluruhan, dan secara umum dapat dituliskan:

$$\Delta H = \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ pereaksi}$$

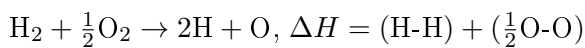
3 Energi Ikat Rata-rata

- Reaksi kimia antar molekul dapat dianggap berlangsung dalam dua tahap, yaitu pemutusan ikatan pada pereaksi dan pembentukan ikatan pada produk. Pada pemutusan ikatan dibutuhkan energi (nilai entalpinya positif), sementara pada pembentukan ikatan dilepaskan energi (nilai entalpinya negatif).

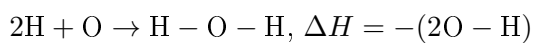
Perhatikan ilustrasi pada reaksi antara gas hidrogen dan oksigen menghasilkan air berikut.



Pada langkah pertama, terjadi pemutusan ikatan H-H dan O-O dengan nilai entalpi positif:



Kemudian pada langkah berikutnya, terjadi pelepasan energi pada pembentukan ikatan H-O-H:



Sehingga secara umum penentuan entalpi reaksi melalui energi ikat adalah:

$$\Delta H = \sum \text{energi ikat pereaksi} - \sum \text{energi ikat produk}$$

Part III

Contoh Soal dan Pembahasan

1. Diketahui data-data berikut:

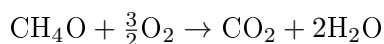
Entalpi pembentukan:

- Metanol: -238,6 kJ/mol
- CO₂: -393,5 kJ/mol
- Air: -286 kJ/mol

Tentukanlah besar kalor yang dibebaskan pada pembakaran 10 gram metanol!

Jawaban

Reaksi pembakarannya adalah :



Maka,

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \Delta H_f^\circ \text{CO}_2 + (2 \times \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ \text{CH}_4\text{O} - \Delta H_f^\circ \text{O}_2 \\ &= (-393,5 + (2 \times -286) - (-238,6 - 0)) \text{ kJ/mol} \\ &= -726,9 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Jumlah mol metanol yang dibakar:

$$\begin{aligned} \text{mol} &= 10 \times \frac{1}{32} \text{ mol} \\ &= 0,3125 \text{ mol} \end{aligned}$$

Sehingga kalor yang dibebaskan:

$$q = 0,3125 \times -726,9 \text{ kJ} \\ = -227,15 \text{ kJ}$$

2. Dalam sebuah percobaan sebanyak 7,5 gram kristal LiOH dilarutkan ke dalam air sebanyak 120 mL yang ada di dalam kalorimeter. Setelah larut ternyata suhu kalorimeter dan isinya naik dari 23,25°C menjadi 34,9°C. Tentukanlah nilai entalpi pelarutan LiOH tersebut! (kalor jenis larutan: 4,2 dan kapasitas kalor kalorimeter 11,7)

Jawaban

$$q_{total} = \Delta T(mc + C) \\ = 11,65 \times (127,5 \times 4,2 + 11,7) \text{ J} \\ = 6374,88 \text{ J} \\ = 6,375 \text{ kJ}$$

Tentukan jumlah LiOH yang dilarutkan:

$$\text{mol} = 7,5 \times \frac{1}{24} \text{ mol} \\ = 0,3125 \text{ mol}$$

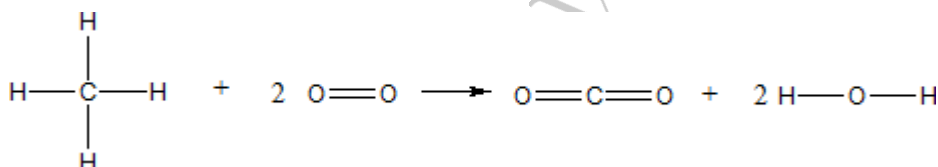
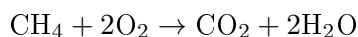
Sehingga entalpi pelarutannya:

$$\Delta H_{sol} = \frac{6,375 \text{ kJ}}{0,3125 \text{ mol}} \\ = 20,4 \text{ kJ/mol}$$

3. Tentukan entalpi reaksi pembakaran sempurna metana!

Jawaban

Reaksi pembakaran sempurna metana:



Terdapat 4 ikatan C-H dan 2 kali ikatan O=O pada pereaksi, dua ikatan C=O dan 4 kali ikatan H-O pada produk, sehingga

$$\Delta H = (4 \times C-H) + (2 \times O=O) - (2 \times C=O) - (4 \times H-O) \\ = (4 \times 413) + (2 \times 498) - (2 \times 749) - (4 \times 464) \text{ kJ/mol} \\ = 2648 - 3354 \text{ kJ/mol} \\ = -706 \text{ kJ/mol}$$