

HUKUM PERTAMA TERMODINAMIKA

Part I

Definisi

1. Asas kekekalan energi : Asas yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.
2. Reaksi eksoterm : reaksi yang membebaskan kalor
3. Reaksi endoterm: reaksi yang menyerap kalor

Part II

Hukum Pertama Termodinamika

Asas Kekekalan Energi

Ketika kita membakar minyak, dilepaskan sejumlah energi panas yang disebut juga kalor. Kalor ini akan menyebabkan lingkungan sekitar menjadi lebih panas. Namun ketika api sudah padam keadaan menjadi normal kembali. Lalu, hilang kemanakah kalor yang dihasilkan tadi? Ternyata kalor yang dihasilkan dari pembakaran tersebut tidaklah hilang begitu saja, melainkan diserap oleh molekul di udara maupun benda lain di lingkungan sekitar. Demikian pula kalor yang dilepaskan dari pembakaran berasal dari energi kimia yang tersimpan di dalam minyak tersebut.

Inilah contoh berlakunya asas kekekalan energi, yang berbunyi **energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat diubah ke bentuk lain.**

Energi Dalam

Materi adalah gudang atau reservoir energi. Jumlah energi yang dimiliki oleh materi atau sistem disebut juga energi dalam (*internal energy* dan dinyatakan dengan lambang E). Nilai energi dalam suatu zat tidak dapat diukur secara langsung, oleh sebab itu yang biasanya dapat terukur adalah perubahan energinya (ΔE), yang besarnya tergantung kepada keadaan akhir (E_2) dan keadaan awal (E_1) : $\Delta E = E_2 - E_1$. Dalam kimia, E_2 dapat juga disebut energi produk sementara E_1 adalah energi pereaksi.

Selain itu besar perubahan energi ini juga setara dengan jumlah kalor (q) dan kerja (w) yang terlibat di dalam sistem, sehingga dapat dituliskan

$$\Delta E = q + w$$

Apabila ke dalam sistem diberikan kalor, maka q bertanda positif, sementara bila sistem melakukan kerja, maka w bertanda negatif.

Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Sistem dan Lingkungan

Dalam termokimia, reaksi atau proses yang menjadi pusat perhatian kita disebut **sistem**. Segala sesuatu yang berada di sekitar sistem disebut **lingkungan**.

Sebagai contoh jika sepotong pita magnesium kita masukkan ke dalam larutan asam klorida, teramati bahwa gelas reaksi menjadi panas. Campuran magnesium dan HCl adalah sistem, sementara gelas kimia serta udara sekitarnya

adalah lingkungan. Oleh sebab itu perubahan yang bisa teramati adalah perubahan pada lingkungan. Berdasarkan kemungkinan perpindahan materi dan energi maka sistem dapat dibagi menjadi:

- Sistem terbuka: dapat mengalami perpindahan materi dan energi dengan lingkungan, contoh: beaker terbuka
- Sistem tertutup : hanya dapat mengalami perpindahan energi dengan lingkungan, contoh: beaker tertutup rapat
- Sistem terisolasi : tidak dapat mengalami perpindahan materi maupun energi dengan lingkungan. contoh: termos

Konsep Entalpi

Sesuai hukum kekekalan energi, perubahan energi dalam yang terlibat dalam suatu proses atau reaksi kimia dapat dituliskan sebagai:

$$\Delta E = q + w \dots (1)$$

Apabila sistem reaksi ini berlangsung dalam sistem tertutup dengan volume tetap ($\Delta V = 0$), maka sistem tidak melakukan kerja (ingat bahwa $q = -P \times \Delta V$), sehingga persamaan (1) dapat dituliskan menjadi:

$$\Delta E = q_v \text{ (} q_v \text{ =kalor pada volume tetap)}$$

Sehingga semua perubahan energi dalam yang menyertai sistem akan muncul sebagai kalor saja.

Sementara itu bila reaksi berjalan dalam tekanan tetap (kalor dituliskan sebagai q_p)

$$\Delta E = q_p + w$$

Maka untuk suatu sistem reaksi yang berjalan pada tekanan tetap ditentukan suatu istilah baru, yang disebut **Entalpi** , dilambangkan H, nilai perubahannya sama besar dengan kalor reaksi.

$$\Delta H = q_{\text{reaksi}}$$

Perubahan entalpi inilah yang lebih sering digunakan dalam termokimia karena sebagian besar reaksi kimia berlangsung pada tekanan tetap, yakni tekanan atmosfer.

Eksoterm dan Endoterm

Apabila suatu sistem reaksi melepaskan kalor ke lingkungan, reaksi ini disebut sebagai reaksi eksoterm. Ciri khasnya ditandai dengan timbulnya panas di dalam lingkungan. Sebagai contoh adalah reaksi netralisasi antara asam dan basa akan menimbulkan panas. Pada reaksi ini, tingkat energi produk lebih rendah dari pereaksi, maka

$$\begin{aligned} \Delta H &= H_{\text{produk}} - H_{\text{pereaksi}} \\ &= - \end{aligned}$$

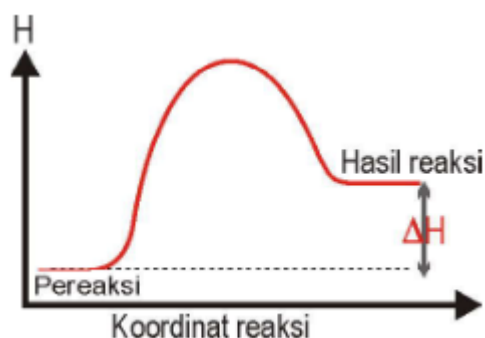
Bila digambarkan dalam diagram energi reaksi:



Sebaliknya suatu sistem reaksi endoterm akan menyerap energi dari lingkungannya, dan pengamatan yang tercatat adalah turunnya suhu lingkungan. Pada reaksi ini tingkat energi produk lebih tinggi dari pereaksi, maka

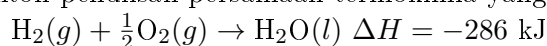
$$\begin{aligned} \Delta H &= H_{\text{produk}} - H_{\text{pereaksi}} \\ &= + \end{aligned}$$

Diagram energi reaksinya:



Persamaan Termokimia

Nilai perubahan entalpi beserta sifat reaksi sangat menentukan dalam penulisan persamaan termokimia dari suatu sistem/reaksi. Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang mengikutsertakan perubahan entalpinya. Nilai ΔH yang dituliskan pada persamaan termokimia disesuaikan dengan stoikiometri reaksi. Sehingga sebagai contoh penulisan persamaan termokimia yang tepat:



Part III

Contoh Soal dan Pembahasan

1. Manakah yang mempunyai energi dalam lebih besar:

- (a) 1 L air (25°C , 1 atm) atau 2 L air (25°C , 1 atm)
- (b) 1 L air (25°C , 1 atm) atau 1 L air (35°C , 1 atm)

Jawaban

Besar energi dalam suatu zat atau sistem terutama ditentukan oleh jumlahnya, suhu dan tekanan

- (a) pada jumlah yang lebih besar, tentu 2 L air akan memiliki energi dalam lebih besar
 - (b) pada suhu yang lebih tinggi, air dengan suhu 35°C akan memiliki energi dalam lebih besar
2. Dalam suatu proses, sistem melepas kalor sebanyak 125 kJ dan menerima kerja sebesar 500 J. Tentukan nilai $q, w, \Delta E$ pada proses ini!

Jawaban

Melepas kalor, maka q akan bertanda negatif

$$q = -125 \text{ kJ}$$

Menerima kerja, maka w akan bertanda positif

$$w = +0,5 \text{ kJ}$$

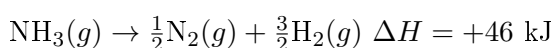
Sehingga nilai perubahan energinya

$$\begin{aligned} \Delta E &= q + w \\ &= -125 + 0,5 \text{ kJ} \\ &= -124,5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

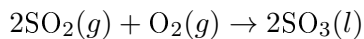
3. Melalui suatu percobaan diketahui bahwa untuk menguraikan 1 mol amonia menjadi gas nitrogen dan gas hidrogen diperlukan kalor 46 kJ. Tuliskan persamaan termokimia yang tepat untuk reaksi ini!

Jawaban

“Diperlukan” berarti reaksi penguraian ini termasuk reaksi endoterm. Maka, penulisan persamaan termokimia yang tepat adalah



4. Diketahui persamaan reaksi berikut :



beserta dilepaskannya kalor sebesar 198 kJ. Berapakah perubahan entalpi yang akan teramati jika sulfur trioksida yang terbentuk sebanyak 20 gram? (Ar O = 16, S = 32).

Jawaban

“Dilepaskan”, berarti reaksi ini termasuk reaksi eksoterm, dengan nilai $\Delta H = -198$ kJ setiap 2 mol SO_3 terbentuk.

Maka, pertama-tama kita hitung jumlah mol yang terbentuk pada percobaan yang ditanyakan, lalu dibandingkan dengan nilai entalpi pada percobaan standar.

Dalam 20 gram terdapat $= \frac{20}{80} = 0,25 \text{ mol}$

Sehingga perubahan entalpi yang menyertai pembentukan 0,25 mol SO_3 adalah:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \frac{0,25}{2} \times (-198\text{kJ}) \\ &= -24,75\text{kJ}\end{aligned}$$

Wardaya College