

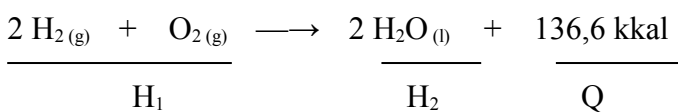
1. TERMOKIMIA

Kalor (Q)

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
 m = massa
 c = kalor jenis
 $m \cdot c$ = kapasitas kalor
 T = suhu

Kalor Reaksi (ΔH)

Kalor reaksi = kalor yang diserap (diperlukan) atau dilepaskan (dihasilkan) dalam reaksi.
 = perubahan entalpi (ΔH).

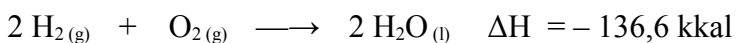


$$H_1 = H_2 + Q$$

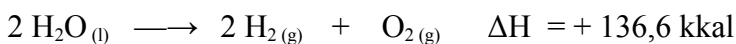
$$H_2 - H_1 = -Q$$

$$\Delta H = -Q = -136,6 \text{ kkal}$$

Disebut reaksi eksoterm (menghasilkan kalor). Biasanya dituliskan:



Reaksi kebalikannya adalah reaksi endoterm (memerlukan kalor).



ΔH Pembentukan Standar (ΔH_f^0)

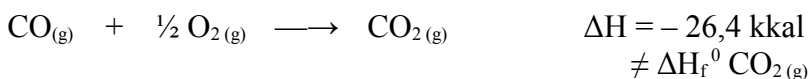
Adalah ΔH untuk membentuk 1 mol suatu senyawa dari unsur-unsur penyusunnya pada keadaan standar.



ΔH pembentukan standar $\text{CO}_{2(g)} = -94,1 \text{ kkal/mol}$.

Umumnya dituliskan $\Delta H_f^0 \text{CO}_{2(g)} = -94,1 \text{ kkal/mol}$.

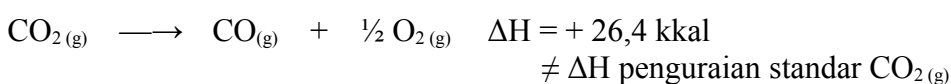
Jika suatu senyawa tersusun/terbentuk bukan dari unsur-unsur penyusunnya, maka ΔH -nya tidak sama dengan ΔH pembentukan standar.



$\text{CO}_{(g)}$ bukan unsur. Unsur-unsur penyusun $\text{CO}_{2(g)}$ pada keadaan standar adalah $\text{C}_{(s)}$ dan $\text{O}_{2(g)}$.

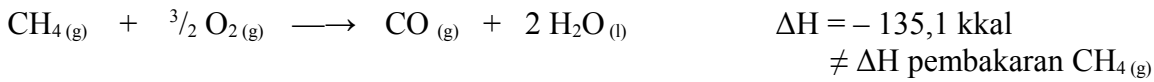
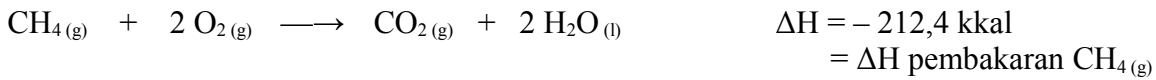
ΔH Penguraian Standar (ΔH_d^0)

Adalah ΔH untuk menguraikan 1 mol suatu senyawa menjadi unsur-unsur penyusunnya pada keadaan standar.



ΔH Pembakaran Standar (ΔH_c^0)

Adalah ΔH dalam pembakaran sempurna 1 mol suatu senyawa pada keadaan standar.

**Hukum Laplace (Marquis de Laplace)**

ΔH reaksi ke kiri = $-\Delta H$ reaksi ke kanan

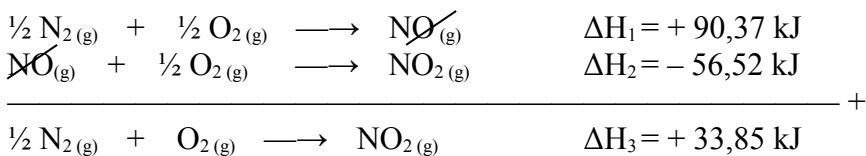
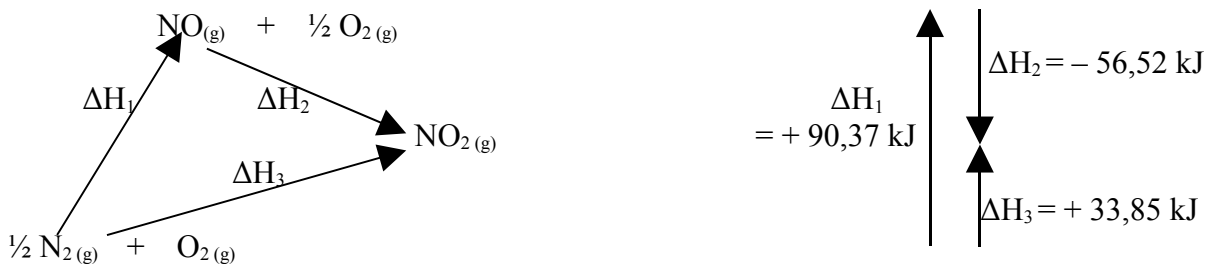
Sehingga: ΔH penguraian = $-\Delta H$ pembentukan

Pada contoh di atas, ΔH pembentukan standar $\text{CO}_2(\text{g}) = -94,1 \text{ kkal/mol}$.

ΔH penguraian standar $\text{CO}_2(\text{g}) = -(-94,1 \text{ kkal/mol}) = +94,1 \text{ kkal/mol}$.

Hukum Hess (Germain Hess)

ΔH reaksi tidak bergantung pada jalannya/tahapan reaksi, ΔH reaksi hanya bergantung pada keadaan awal (sebelum reaksi) dan keadaan akhir (setelah reaksi).

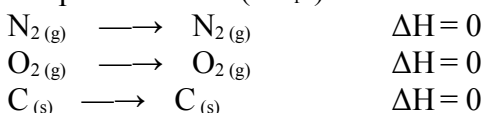


Sesuai hukum Laplace, maka : ΔH penguraian pereaksi = $-\Delta H$ pembentukan pereaksi.

Dalam reaksi, dianggap bahwa pereaksi terurai menjadi unsur-unsur penyusunnya. Kemudian unsur-unsur tersebut bereaksi membentuk produk reaksi.

$$\begin{aligned} \text{Jadi } \Delta H \text{ reaksi} &= \sum \Delta H \text{ penguraian pereaksi} + \sum \Delta H \text{ pembentukan produk} \\ &= -\sum \Delta H \text{ pembentukan pereaksi} + \sum \Delta H \text{ pembentukan produk} \\ &= -\sum \Delta H_f^0 \text{ pereaksi} + \sum \Delta H_f^0 \text{ produk} \\ &= \sum \Delta H_f^0 \text{ produk} - \sum \Delta H_f^0 \text{ pereaksi} \end{aligned}$$

ΔH pembentukan (ΔH_f^0) unsur-unsur bebas adalah nol ($\Delta H = 0$). Contohnya:

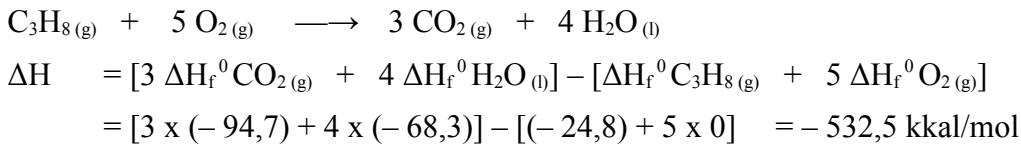


Contoh soal:

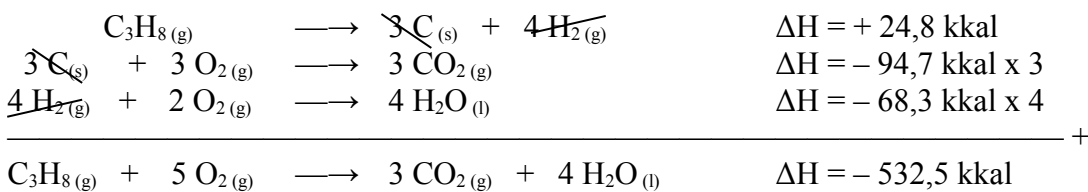
Diketahui: ΔH pembentukan $C_3H_8(g) = -24,8$ kkal/mol.
 ΔH pembentukan $CO_2(g) = -94,7$ kkal/mol.
 ΔH pembentukan $H_2O(l) = -68,3$ kkal/mol.

Hitunglah berapa ΔH pembakaran $C_3H_8(g)$?

Jawab: reaksinya adalah:



Cara yang lain, dihitung dengan hukum *Hess* adalah seperti berikut:



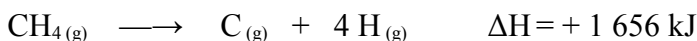
Jadi ΔH pembakaran $C_3H_8(g) = -532,5$ kkal/mol.

Energi Ikatan

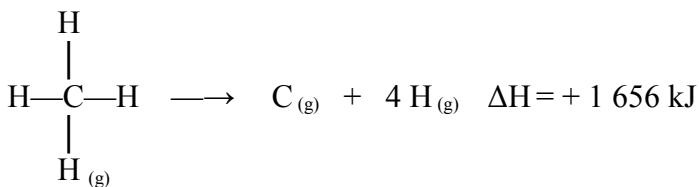
Adalah energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol ikatan senyawa dalam wujud gas pada keadaan standar menjadi atom-atom gasnya.



Energi ikatan H—H = +435 kJ/mol



Atau dituliskan:



Energi ikatan C—H = +1656 kJ : 4 mol = 414 kJ/mol

Sesuai dengan hukum *Laplace*, maka:

ΔH pembentukan ikatan = - ΔH pemutusan ikatan
= - Energi Ikatan

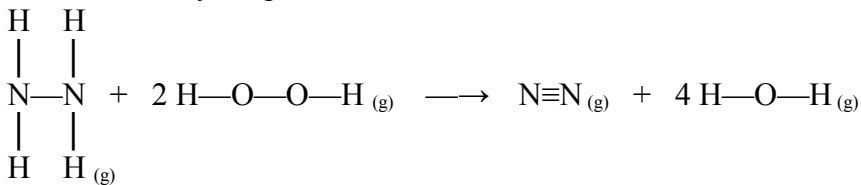
Dalam reaksi gas-gas, dapat dianggap bahwa ikatan dalam pereaksi diputuskan, kemudian atom-atom gasnya akan membentuk ikatan produk reaksi. Sehingga:

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ reaksi} &= \sum \Delta H \text{ pemutusan ikatan pereaksi} + \sum \Delta H \text{ pembentukan ikatan produk reaksi.} \\ &= \sum \Delta H \text{ pemutusan ikatan pereaksi} - \sum \Delta H \text{ pemutusan ikatan produk reaksi.} \\ &= \sum \text{Energi ikatan pereaksi} - \sum \text{Energi ikatan produk reaksi.} \end{aligned}$$

Contoh soal:

Jika diketahui: energi ikatan $\text{N}\equiv\text{N} = 946 \text{ kJ/mol}$, energi ikatan $\text{N}-\text{N} = 163 \text{ kJ/mol}$, energi ikatan $\text{N}-\text{H} = 389 \text{ kJ/mol}$, energi ikatan $\text{O}-\text{O} = 144 \text{ kJ/mol}$, dan energi ikatan $\text{O}-\text{H} = 464 \text{ kJ/mol}$, maka hitunglah berapa ΔH reaksi berikut: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Jawab: reaksinya dapat dituliskan:



$$\begin{aligned} \Delta H \text{ reaksi} &= [(\text{EI N}-\text{N}) + (4 \times \text{EI N}-\text{H}) + (2 \times \text{EI O}-\text{O}) + (4 \times \text{EI O}-\text{H})] \\ &\quad - [(\text{EI N}\equiv\text{N}) + (8 \times \text{EI O}-\text{H})] \\ &= [(163) + (4 \times 389) + (2 \times 144) + (4 \times 464)] - [(946) + (8 \times 464)] \\ &= -795 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Catatan: ΔH reaksi yang dapat dihitung dengan energi ikat hanyalah reaksi di mana pereaksi dan produk reaksinya semuanya berwujud gas.

Proses Spontan dan Tidak Spontan

Proses reaksi dapat berlangsung spontan ataupun tidak spontan. Ciri-cirinya:

Spontan jika:	Tidak spontan jika:
$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
$\Delta S > 0$	$\Delta S < 0$
$\Delta G < 0$	$\Delta G > 0$

H = entalpi = energi yang dikandung dalam sistem

S = entropi = derajat ketidakteraturan sistem.

G = energi bebas (energi yang tidak digunakan untuk kerja).

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

SOAL LATIHAN

- Diketahui: ΔH pembentukan $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) = + 50,63 \text{ kJ/mol}$, ΔH pembentukan $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) = - 187,78 \text{ kJ/mol}$, ΔH pembentukan $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = - 285,85 \text{ kJ/mol}$. Hitunglah berapa ΔH reaksi berikut: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Diketahui: ΔH pembakaran $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) = - 2820 \text{ kJ/mol}$, ΔH pembakaran $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) = - 1380 \text{ kJ/mol}$. Hitunglah berapa ΔH reaksi berikut: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2 \text{CO}_2(\text{g})$
- Diketahui: Energi Ikat $\text{C}=\text{C} = 611 \text{ kJ/mol}$, Energi Ikat $\text{C}-\text{C} = 347 \text{ kJ/mol}$, Energi Ikat $\text{C}-\text{H} = 414 \text{ kJ/mol}$, Energi Ikat $\text{H}-\text{H} = 435 \text{ kJ/mol}$, ΔH pembentukan $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) = - 84,68 \text{ kJ/mol}$, ΔH pembentukan $\text{CO}_2(\text{g}) = - 393,5 \text{ kJ/mol}$, ΔH pembakaran $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) = - 1559,7 \text{ kJ/mol}$.
 - Berapa ΔH reaksi berikut: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$
 - Berapa ΔH pembentukan 2,8 gram $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$
 - Berapa ΔH pembakaran 2,8 gram $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$