



LKS 1

LC 3E

Mata Pelajaran : Kimia
Sub Materi Pokok : - Hukum Kekekalan energi
 - Sistem dan Lingkungan
Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

I. Standar Kompetensi

2. Memahami perubahan energi dalam reaksi kimia dan cara pengukurannya.

II. Kompetensi Dasar

2.1 Mendeskripsikan perubahan entalpi suatu reaksi, reaksi eksoterm, dan reaksi endoterm.

III. Indikator

A. Kognitif :

1. Produk:

1. Menjelaskan hukum/azas kekekalan energi
2. Membedakan sistem dan lingkungan

2. Proses:

1. Menyimpulkan bunyi hukum kekekalan energi
2. Mengidentifikasi sistem dan lingkungan melalui percobaan
3. Menyimpulkan pengertian sistem dan lingkungan

B. Psikomotor

Merancang dan melakukan percobaan tentang sistem dan lingkungan di laboratorium.

C. Afektif

1. Karakter

- a. tanggungjawab
- b. teliti

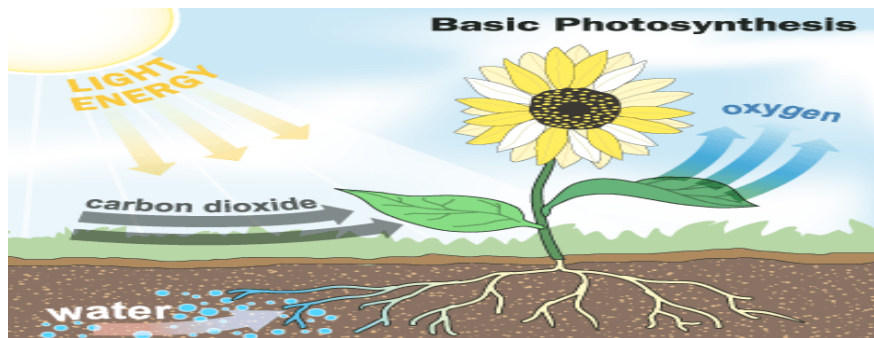
2. Keterampilan sosial

- a. Bertanya
- b. Mengemukakan pendapat
- c. Berkomunikasi
- d. Kerjasama

INSTRUKSI :

1. Setiap siswa harus membaca LKS ini dengan seksama.
2. Diskusikan setiap pertanyaan dan permasalahan yang ada dalam LKS ini melalui diskusi dengan sesama anggota kelompok
3. Jika ada pertanyaan atau hal yang tidak dimengerti mintalah bantuan guru untuk menjelaskannya.

HUKUM KEKALKAN ENERGI



Perhatikan gambar di atas !!

Alam merupakan laboratorium raksasa yang berisi energi dan materi. Energi yang terdapat di alam ada yang dapat diperbaharui dan tidak dapat diperbaharui.

Sumber energi utama di alam adalah bentuknya berupa

Energi itu digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan Proses

itu menghasilkan bahan pangan seperti lemak dan karbohidrat dalam bentuk

energi Jika masuk ke dalam tubuh maka energi tersebut diubah

menjadi energi untuk melakukan..... Sisa pembakaran dalam tubuh

yang dikeluarkan berupa..... akan diserap tumbuhan, kemudian tumbuhan

tersebut kembali lagi mengalami proses seperti di atas membentuk lingkaran

energi. Jadi aliran energi tidak akan pernah..... Dengan demikian energi

dikatakan kekal, maksudnya energi tidak dapat dan

Penjelasan di atas merupakan **asas/hukum kekekalan energi**. Jadi **asas/hukum**

kekekalan energi menyatakan bahwa energi

.....

tetapi.....

SISTEM DAN LINGKUNGAN

Percobaan

Judul : Sistem dan Lingkungan

Tujuan : Dapat menjelaskan tentang sistem dan lingkungan.

INSTRUKSI :

1. Setiap siswa harus membaca penuntun praktikum ini dengan seksama.
2. Setelah alat dan bahan siap tersedia, laksanakanlah percobaan menurut prosedur percobaan.
3. Setelah melakukan percobaan, setiap siswa menyerahkan tugas praktikum yang berupa tabel pengamatan dan lembar jawaban

Explore

Alat dan Bahan



- | | |
|-----------------------|-------------------|
| - Urea | - Labu erlemmeyer |
| - Air | - Termometer |
| - Kapur tohor | - Gelas ukur |
| - Pipet tetes | - Tali |
| - Tabung reaksi kecil | |



Prosedur Percobaan

- I. 1. Siswa mengukur air sebanyak 5 ml dengan menggunakan gelas ukur (sebelum tanda batas larutan dimasukkan dengan menggunakan pipet tetes).
2. Siswa memasukkan air tersebut ke dalam tabung reaksi.

3. Siswa memasukkan kapur tohor sebanyak 3 spatula ke dalam labu erlenmeyer.
 4. Siswa menumpahkan air yang berada di dalam tabung reaksi ke labu erlenmeyer.
 5. Siswa memegang dan merasakan labu erlenmeyernya.
 6. Siswa mengulangi langkah 1 – 5 dengan mengganti kapur dengan urea.
- II.
1. Siswa mengukur air sebanyak 5 ml dengan menggunakan gelas ukur (sebelum tanda batas larutan dimasukkan dengan menggunakan pipet tetes).
 2. Siswa memasukkan air tersebut ke dalam tabung reaksi.
 3. Siswa memasukkan 3 spatula kapur tohor ke dalam labu erlenmeyer.
 4. siswa memasukkan tabung reaksi berisi air ke dalam erlenmeyer tadi dan ikatkan tabung reaksi dibibir erlenmeyer.
 5. Siswa menutup Erlenmeyer dengan alumunium foil
 4. Siswa menumpahkan air yang berada di dalam tabung reaksi ke labu erlenmeyer.
 5. Siswa memegang dan merasakan labu erlenmeyernya.
 6. Siswa mengulangi langkah 1 – 5 dengan mengganti kapur dengan urea
- III.
1. Siswa mengukur volume akuades sebanyak 10 ml dengan menggunakan gelas ukur (sebelum sampai tanda batas larutan dimasukkan dengan menggunakan pipet tetes).
 2. Siswa memasukkan air tersebut ke dalam tabung reaksi.
 3. Siswa memasukkan 6 spatula kapur tohor ke dalam termos.
 4. Siswa memasukkan tabung reaksi berisi air ke dalam erlenmeyer tadi dan ikatkan tabung reaksi di bibir termos.

5. Siswa menutup termos dan tumpahkan air yang berada di dalam tabung reaksi ke termos.
5. Siswa memegang dan merasakan dinding termos.

Hasil Pengamatan :

Perc	Kegiatan	Wadah menjadi		
		Panas	Dingin	Tidak berubah
I	a. $\text{CaO}(s) + \text{air}$			
	b. urea + air			
II	a. $\text{CaO}(s) + \text{air}$			
	b. urea + air			
III	a. $\text{CaO}(s) + \text{air}$			

$\text{CaO}(s) + \text{air}$ dan urea + air dikatakan **sistem**, sedangkan labu erlenmeyer dan udara sekitarnya dikatakan **lingkungan**.

Explain

Pada percobaan I.a wadah menjadi.....karena terjadi pertukaran energi dari ke, dan perpindahan gas/materi dari ke



Pada percobaan I.b wadah menjadi karena terjadi pertukaran energi dari ke, dan perpindahan gas/materi dari..... ke

Pada percobaan di atas terjadi perubahan. Hal ini mencirikan terjadinya reaksi kimia. Percobaan I.a dan I.b maka disebut **sistem terbuka**. Dengan demikian

sistem terbuka adalah



.....

Pada percobaan II.a wadah menjadi..... karena terjadi pertukaran energi dari ke, dan massa tidak berubah karena tidak terjadi perpindahan gas/materi dari..... ke

Pada percobaan II.b wadah menjadi..... karena terjadi pertukaran energi dari ke, dan massa tidak berubah karena tidak terjadi perpindahan gas/materi dari..... ke

Pada percobaan di atas terjadi perubahan. Hal ini mencirikan terjadinya reaksi kimia. Percobaan II.a dan II.b maka disebut **sistem tertutup**. Dengan demikian

sistem tertutup adalah.....

.....

Pada percobaan III termos/wadah tidak terasa panas/dingin karena tidak terjadi..... dan massa tidak berubah karena tidak terjadi

.....

Percobaan III ini juga terjadi perubahan dan terjadi reaksi kimia tetapi karena energi dan materi terisolasi dalam termos maka disebut **sistem terisolasi**. Dengan demikian **sistem terisolasi** adalah.....

.....

Elaboration



1. Apa yang dimaksud dengan

- a. sistem terbuka adalah.....
 - c. sistem terisolasi adalah.....
 - b. sistem tertutup adalah.....
2. Dalam tabung reaksi terdapat larutan HCl dan larutan Na_2SO_4 . Dari uraian tersebut tentukan mana yang dimaksud dengan sistem dan lingkungan?
- Sistemnya adalah.....
- Lingkungan adalah.....



LKS 2

LC 3E

Mata Pelajaran : Kimia
 Sub Materi Pokok : Reaksi Eksoterm dan Endoterm
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

I. Standar Kompetensi

2. Memahami perubahan energi dalam reaksi kimia dan cara pengukurannya.

II. Kompetensi Dasar

2.1 Mendeskripsikan perubahan entalpi suatu reaksi, reaksi eksoterm, dan reaksi endoterm.

III. Indikator

A. Kognitif :

1. Produk:

Membedakan reaksi yang melepaskan kalor (eksoterm) dengan reaksi yang menerima kalor (endoterm) melalui percobaan

2. Proses:

4. Mengidentifikasi reaksi eksoterm dan endoterm dari hasil pengamatan
5. Menyimpulkan perbedaan reaksi eksoterm dan endoterm

B. Psikomotor

Merancang dan melakukan percobaan tentang reaksi endoterm dan eksoterm dalam kelompok di laboratorium.

C. Afektif

1. Karakter

- a. tanggungjawab
- b. teliti

2. Keterampilan sosial

- f. Bertanya
- g. Mengemukakan pendapat
- h. Berkomunikasi
- i. kerjasama

INSTRUKSI :

4. Setiap siswa harus membaca penuntun praktikum ini dengan seksama.
5. Setelah alat dan bahan siap tersedia, laksanakanlah percobaan menurut prosedur percobaan.
6. Setelah melakukan percobaan, setiap siswa menyerahkan tugas praktikum yang berupa tabel pengamatan dan lembar jawaban pertanyaan.

reaksi eksoterm dan reaksi endoterm



Pupuk Urea



Kapur + Air

Explore

Alat dan Bahan



- Pupuk urea
- Kapur tohor (CaO)
- Air
- Tabung reaksi
- Termometer
- Gelas ukur
- Pipet tetes



Prosedur Percobaan

1. Siswa mengukur volume air sebanyak 5 ml dengan menggunakan gelas ukur (sebelum sampai tanda batas larutan dimasukkan dengan menggunakan pipet tetes).
2. Siswa memasukkan air ke dalam tabung reaksi, kemudian mengukur suhunya (catat sebagai temperatur mula-mula).
3. Setelah siswa melakukan pengukuran, lalu memasukkan 3 spatula serbuk urea ke dalam tabung reaksi tersebut.
4. Siswa mencatat suhu maksimal larutan selama reaksi.
5. Siswa mengukur volume air sebanyak 5 ml dengan menggunakan gelas ukur.
6. Siswa memasukkan air tersebut ke dalam tabung reaksi, kemudian mengukur suhunya (mencatat sebagai temperatur mula-mula).

7. Siswa memasukkan 3 spatula serbuk kapur tohor(CaO) ke dalam gelas kimia yang telah berisi air.
8. Siswa mengaduk dan mencatat suhu maksimal larutan selama reaksi.

Hasil Pengamatan :

Percobaan	Kegiatan	Suhu °C	Wadah menjadi	
			Panas	Dingin
I	1. Suhu awal air			
	2. Suhu air + urea selama reaksi.			
II	1. Suhu awal air			
	2. Suhu air + kapur selama reaksi.			

Explain

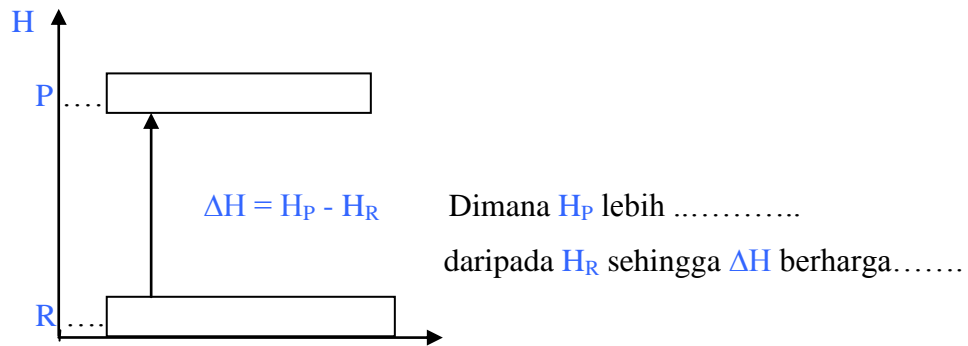
Suhu awal air mula-mula adalah °C, setelah ditambah dengan serbuk urea suhunya menjadi °C. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi bersifat kalor. Perpindahan kalor terjadi dari ke Reaksi seperti itu disebut **reaksi endoterm**.

Jadi **reaksi endoterm** adalah.....
.....

Setiap benda memiliki entalpi. Besarnya entalpi dalam setiap zat tidak diketahui dan yang hanya dapat diketahui adalah perubahan entalpinya.

Perhatikan diagram perubahan entalpi (ΔH) di bawah ini! Jika diketahui ΔH adalah **perubahan entalpi**, H_p adalah **entalpi produk**, H_R adalah **entalpi reaktan/pereaksi**, H adalah **entalpi**, P adalah **produk**, dan R adalah **reaktan/pereaksi** maka, lengkapilah **diagram perubahan entalpi reaksi endoterm** di bawah ini!

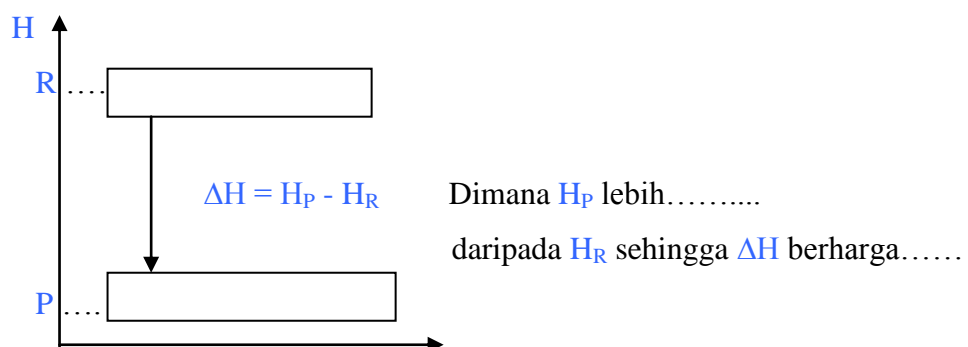




Suhu mula-mula air adalah °C, setelah ditambah serbuk kapur tohor suhunya menjadi.....°C. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi bersifat kalor. Perpindahan kalor terjadi dari..... ke Reaksi seperti itu disebut **reaksi eksoterm**.

Jadi **reaksi eksoterm** adalah.....

Perhatikan dan lengkapilah **diagram perubahan entalpi (ΔH) reaksi eksoterm** di bawah ini!



Elaboration

1. Manakah diantara reaksi-reaksi berikut yang merupakan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm?
 - a. jika kita mencampurkan larutan NaOH dengan HCl, suhu campuran terasa lebih panas.
 - b. Jika kita mencampurkan adamsari dengan air, maka suhu campuran terasa dingin.
2. Manakah diantara persamaan reaksi berikut yang menunjukkan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm?
 - a. $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{NH}_3$ $\Delta H = -92 \text{ kJ}$
 - b. $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow 2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_2$ $\Delta H = +572 \text{ kJ}$



LKS 3

LC 3E

Mata Pelajaran : Kimia
 Sub Materi Pokok : Berbagai jenis entalpi molar
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

I. Standar Kompetensi

2. Memahami perubahan energi dalam reaksi kimia dan cara pengukurannya.

II. Kompetensi Dasar

2.1 Mendeskripsikan perubahan entalpi suatu reaksi, reaksi eksoterm, dan reaksi endoterm.

III. Indikator

A. Kognitif :

1. Produk:

Menjelaskan macam-macam perubahan entalpi

2. Proses:

Menyimpulkan macam-macam perubahan entalpi

B. Afektif

1. Karakter

- a. tanggungjawab
- b. teliti

2. Keterampilan sosial

- j. Bertanya
- k. Mengemukakan pendapat
- l. Berkomunikasi
- m. kerjasama

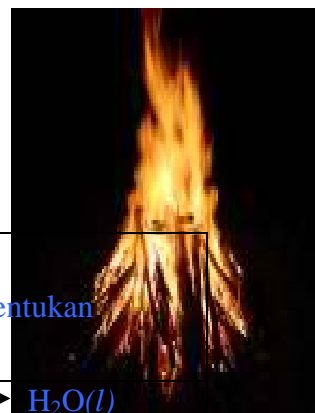
INSTRUKSI :

- 4. Setiap siswa harus membaca LKS ini dengan seksama.
- 5. Diskusikan setiap pertanyaan dan permasalahan yang ada dalam LKS ini melalui diskusi dengan sesama anggota kelompok
- 6. Jika ada pertanyaan atau hal yang tidak dimengerti mintalah bantuan guru untuk menjelaskannya.

BERBAGAI JENIS ENTALPI MOLAR

Explore

ENTALPI PEMBENTUKAN STANDAR



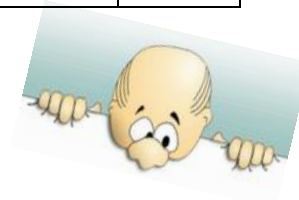
Tabel 1. Entalpi Pembentukan Standar dari beberapa zat

No	Rumus kimia Zat	Jumlah mol	Entalpi Pembentukan (ΔH_f°) (kJ/mol)	Reaksi Pembentukan
1	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	- 285,85	$\text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$
2	$\text{C}(\text{grafit})$	1	0	$\text{C}(\text{grafit}) \longrightarrow \text{C}(\text{grafit})$
3	$\text{C}(g)$	1	+ 718,4	$\text{C}(\text{grafit}) \longrightarrow \text{C}(g)$
4	$\text{CO}(g)$	1	- 110,5	$\text{C}(\text{grafit}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}(g)$
5	$\text{CO}_2(g)$	1	- 393,5	$\text{C}(\text{grafit}) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g)$

Tabel 2. Entalpi beberapa zat

No	Reaksi kimia zat	Jumlah mol yang dibentuk	Reaksi pembentukan	Keadaan	
				standar	Bukan standar
1.	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	$\text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$	√	
2.	$\text{H}_2\text{O}(l)$	2	$2 \text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(l)$		√
3.	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	$\text{H}^+(aq) + \text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$		√
4.	$\text{NaCl}(s)$	1	$\text{Na}(s) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{NaCl}(s)$	√	
5.	$\text{NaCl}(s)$	2	$2\text{Na}(s) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{NaCl}(s)$		√
6.	$\text{NaCl}(s)$	1	$\text{Na}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{NaCl}(s)$	√	√
7.	$\text{CaCO}_3(s)$	1	$\text{Ca}(s) + \text{C}(s) + \frac{3}{2} \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$		√
8.	$\text{CaCO}_3(s)$	1	$\text{CaO}(s) + \text{CO}_2(s) \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$		√
9.	$\text{CaCO}_3(s)$	1	$\text{Ca}^{2+}(aq) + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$		

Jawablah pertanyaan dibawah ini !



1. Apakah ciri-ciri reaksi pembentukan pada keadaan standar dari data pada tabel 1 ?

.....

.....

.....

.....

2. Apakah perbedaan reaksi pembentukan pada keadaan standar dan reaksi pembentukan pada keadaan bukan standar dari data pada table 2 ?

.....

.....

.....

Jadi **entalpi pembentukan standar** (ΔH_f°) ?

.....

.....

.....

ENTALPI PENGURAIAAN STANDAR

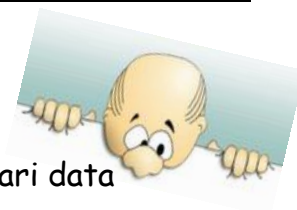
Tabel 3. Entalpi Penguraian Standar dari beberapa zat

No	Rumus Kimia Zat	Jumlah Mol	Entalpi Pembentukan (ΔH_f°) (kJ/mol)	Reaksi Penguraian
1.	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	+285,85	$\text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g)$
2.	$\text{C}(\text{grafit})$	1	0	$\text{C}(\text{grafit}) \longrightarrow \text{C}(\text{grafit})$
3.	$\text{C}(g)$	1	- 718,4	$\text{C}(g) \longrightarrow \text{C}(\text{grafit})$
4.	$\text{CO}(g)$	1	+ 110,5	$\text{CO}(g) \longrightarrow \text{C}(\text{grafit}) + \frac{1}{2} \text{O}_2$
5.	$\text{CO}_2(g)$	1	+ 393,5	$\text{CO}_2(g) \longrightarrow \text{C}(\text{grafit}) + \text{O}_2(g)$

Tabel 4. Entalpi Penguraian beberapa zat

No	Reaksi kimia zat	Jumlah mol yang terurai	Reaksi penguraian	Keadaan	
				standar	Bukan standar
1	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	$\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g)$	√	
2	$\text{H}_2\text{O}(l)$	2	$2 \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2 \text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$		√
3	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	$\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$		√
4	$\text{NaCl}(s)$	1	$\text{NaCl}(s) \rightarrow \text{Na}(s) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(g)$	√	
5	$\text{NaCl}(s)$	2	$2\text{NaCl}(s) \rightarrow 2\text{Na}(s) + \text{Cl}_2(g)$		√
6	$\text{NaCl}(s)$	1	$\text{NaCl}(s) \rightarrow \text{Na}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$		√
7	$\text{CaCO}_3(s)$	1	$\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{Ca}(s) + \text{C}(s) + \frac{3}{2} \text{O}_2(g)$	√	
8	$\text{CaCO}_3(s)$	1	$\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(s)$		√
9	$\text{CaCO}_3(s)$	1	$\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{CO}_3^{2-}(aq)$		√

Jawablah pertanyaan dibawah ini !



1. Apakah ciri-ciri reaksi penguraian pada keadaan standar dari data pada tabel 3 ?

.....

.....

.....

.....

2. Apakah perbedaan reaksi penguraian pada keadaan standar dan reaksi penguraian pada keadaan bukan standar dari data pada tabel 4 ?

.....

.....

.....

.....

3. Jadi **entalpi penguaraian standar** (ΔH°_d) ?

.....

.....

.....

.....

ENTALPI PEMBAKARAN STANDAR

Tabel 6. Entalpi Beberapa zat dalam keadaan standar

No	Nama Zat	Persamaan Reaksi	Σ Mol	ΔH° kJ/mol	Pemba karan	Bukan Pembaka ran
1.	Karbon	$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$	1	- 393,5	✓	
2.	Belerang	$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$	1	- 297	✓	
3.	Natrium	$Na(s) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \longrightarrow NaCl(s)$	1	- 410,9		✓
4.	Metana	$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$	1	- 802	✓	
5.	Karbon	$2C(grafit) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_2(g)$	1	+226,7		✓
6.	Karbon monoksida	$CO(g) \longrightarrow C(grafit) + \frac{1}{2}O_2$	1	+110,5		✓
7.	Hidrogen	$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$	1	- 241,8	✓	

Jawablah pertanyaan dibawah ini !

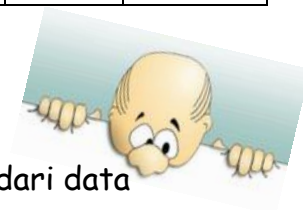
1. APakah ciri-ciri reaksi pembakaran pada keadaan standar dari data pada tabel 5 ?

.....

.....

.....

.....



2. Apakah perbedaan reaksi pembakaran pada keadaan standar dan reaksi pembakaran pada keadaan bukan standar dari data pada tabel 5 ?

.....

.....

.....

.....

3. Jadi **entalpi pembakaran standar** (ΔH°_c) ?

.....

.....

.....

.....

Elaboration



- Diantara reaksi dibawah ini, tentukan mana yang termasuk reaksi pembentukan standar, penguraian standar dan reaksi pembakaran standar
 - $3\text{H}_2(g) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow 3\text{H}_2\text{O}(g)$
 - $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(g)$
 - $\frac{1}{2}\text{N}_2(g) + 2\text{H}_2(g) + \text{Cl}_2(g) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(g)$
 - $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$
 - $\text{CO}(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g)$
- Diketahui entalpi pembentukan standar (ΔH°_f) $\text{NH}_3 = -46,1 \text{ kJ/mol}$. Tulislah persamaan termokimia reaksi penguraian NH_3 ?.....

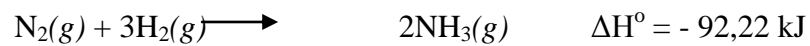
.....

.....

3. Pada pembakaran 1 gram etanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$ membentuk karbon dioksida dan air dibebaskan 29,7 kJ. Tulislah persamaan termokimia pembakaran etanol? (H = 1, C = 12, O = 16)

.....
.....
.....

4. Diketahui persamaan termokimia



Berapakah entalpi pembentukan standar (ΔH°_f) dari $\text{NH}_3(g)$?

.....
.....
.....



LKS 4

LC 3E

Mata Pelajaran : Kimia
 Sub Materi Pokok : Penentuan ΔH reaksi
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

I. Standar Kompetensi

2. Memahami perubahan energi dalam reaksi kimia dan cara pengukurannya.

II. Kompetensi Dasar

2.2 Menentukan ΔH reaksi berdasarkan percobaan, hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.

III. Indikator

A. Kognitif :

1. Produk:

Siswa dapat menghitung harga ΔH reaksi melalui percobaan

2. Proses:

Siswa dapat menganalisis data hasil pengamatan dari reaksi yang terjadi pada kalorimeter

B. Psikomotor

Merancang dan melakukan percobaan tentang penentuan ΔH reaksi dengan menggunakan kalorimeter di laboratorium.

C. Afektif

1. Karakter

- a. tanggungjawab
- b. teliti

2. Keterampilan sosial

- n. Bertanya
- o. Mengemukakan pendapat
- p. Berkomunikasi
- q. kerjasama

INSTRUKSI :

1. Setiap siswa harus membaca penuntun praktikum ini dengan seksama.
2. Setelah alat dan bahan siap tersedia, laksanakanlah percobaan menurut prosedur percobaan.
3. Setelah melakukan percobaan, setiap siswa menyerahkan tugas praktikum yang berupa tabel pengamatan dan lembar jawaban pertanyaan.

PENENTUAN KALOR REAKSI MENGGUNAKAN KALORIMETER

Explore

Alat dan Bahan



- **Kalorimeter**
- **Termometer**
- **Gelas ukur**
- **Cuka 25 ml**
- **Soda kue**



Prosedur Percobaan

1. Siswa memasukkan 25 ml cuka ke dalam bejana plastik dan menambahkan 5 gram soda kue, kemudian mengukur suhu larutan sebelum soda kue ditambahkan sebagai suhu awal.
2. Siswa mengaduk dan memperhatikan suhu yang ditunjukkan oleh termometer. Suhu akan naik kemudian menjadi tetap, mencatat suhu setelah tetap sebagai suhu akhir.
3. Siswa menghitung kalor reaksi dengan menggunakan rumus

$$q_{\text{reaksi}} = - (q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimetri}})$$

Hasil Pengamatan :

- Suhu awal larutan :⁰C
- Suhu akhir larutan :⁰C
- Δt :⁰C

*Explain***Perhitungan :**

Pada percobaan di atas kita menggunakan **cuka** sebanyakml sama dengan.....gram. **Soda kue** yang digunakan sebanyak.....gram. Jadi **massa larutan** pada reaksi ini adalah massa..... ditambah massa..... sama dengangram.

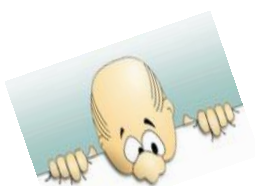
Pada percobaan didapat **suhu awal** sebesar.....⁰C, sedangkan **suhu akhir** adalah.....⁰C. Jadi pada percobaan ini didapat Δt sebesar.....⁰C

-K Kalor Jenis air 4,2 J g⁻¹ °C⁻¹

-C kalorimetri adalah 11,7 J °C⁻¹

$$\begin{aligned}
 q_{\text{reaksi}} &= - (q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimetri}}) \\
 q_{\text{larutan}} &= m \times C \times \Delta t \\
 &= \text{.....gram} \times \text{..... J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \text{.....}^{\circ}\text{C} \\
 &= \text{.....Joule} \\
 q_{\text{kalorimeter}} &= C_{\text{kalorimeter}} \times \Delta t \\
 &= \text{.....J }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \text{.....}^{\circ}\text{C} \\
 &= \text{.....Joule}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi } q_{\text{reaksi}} &= - (\text{.....} + \text{.....}) \text{ Joule} \\
 &= \text{.....Joule}
 \end{aligned}$$



Pada tekanan tetap, perubahan entalpi (ΔH) sama dengan kalor (q) yang diserap atau dilepaskan. Pengukuran q reaksi pada kalorimeter sederhana dilakukan pada tekanan tetap, maka besarnya ΔH reaksi pada kalorimeter sederhana dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Kalor tersebut dibebaskan pada pelarutan 5 gram soda kue (NaHCO_3)

Pada penentuan 1 mol NaHCO_3 (84g) akan dibebaskan kalor sebanyak

$$\frac{84\text{g}}{5\text{g}} \times q \text{ reaksi} = \dots\dots\dots \text{J mol}^{-1}$$

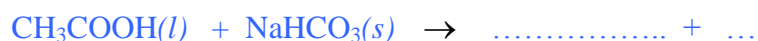
$$\frac{84\text{g}}{5\text{g}} \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{J mol}^{-1}$$

Sehingga dapat disimpulkan ΔH reaksi untuk soda kue = $\dots\dots\dots \text{J mol}^{-1}$

Pada percobaan di atas didapat q larutan sebesar $\dots\dots$ Joule, sedangkan q kalorimeter sebesar $\dots\dots$ Joule sehingga didapatkan juga ΔH sebesar $\dots\dots \text{J mol}^{-1}$

Pada percobaan di atas didapatkan harga ΔH bertanda $\dots\dots\dots$ berarti reaksi tersebut merupakan reaksi $\dots\dots\dots$

Persamaan reaksi yang terjadi :



Elaboration

1. Tuliskan reaksi yang terjadi pada percobaan tersebut !
2. Tentukan entalpi pelarutan LiOH dalam air bila sebanyak 7,5 gram kristal LiOH ditambahkan ke dalam kalorimeter yang berisi 120 gram air. Setelah kristal LiOH itu larut ternyata suhu kalorimeter beserta isinya naik dari $23,25^\circ\text{C}$ menjadi $34,9^\circ\text{C}$. (Kalor jenis larutan $= 4,2 \text{ J g}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$ dan kapasitas kalor kalorimeter $= 11,7 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1}$



LKS 5

LC 3E

Mata Pelajaran : Kimia
 Sub Materi Pokok : Hukum Hess
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

I. Standar Kompetensi

2. Memahami perubahan energi dalam reaksi kimia dan cara pengukurannya.

II. Kompetensi Dasar

2.2 Menentukan ΔH reaksi berdasarkan percobaan, hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.

III. Indikator

A. Kognitif :

1. Produk:

Siswa dapat menghitung harga ΔH reaksi dengan menggunakan Hukum Hess

2. Proses:

1. Siswa dapat menganalisis diagram tentang reaksi pembentukan zat dari unsur-unsurnya
2. Siswa dapat menyimpulkan bunyi hukum Hess
3. Siswa dapat menganalisis gambar diagram reaksi pembentukan suatu zat dari reaksi peruraian reaktan dan pembentukan produk
4. Siswa dapat menyimpulkan hubungan perubahan entalpi zat dengan data entalpi pembentukan zat

B. Afektif

1. Karakter

- a. tanggungjawab
- b. teliti

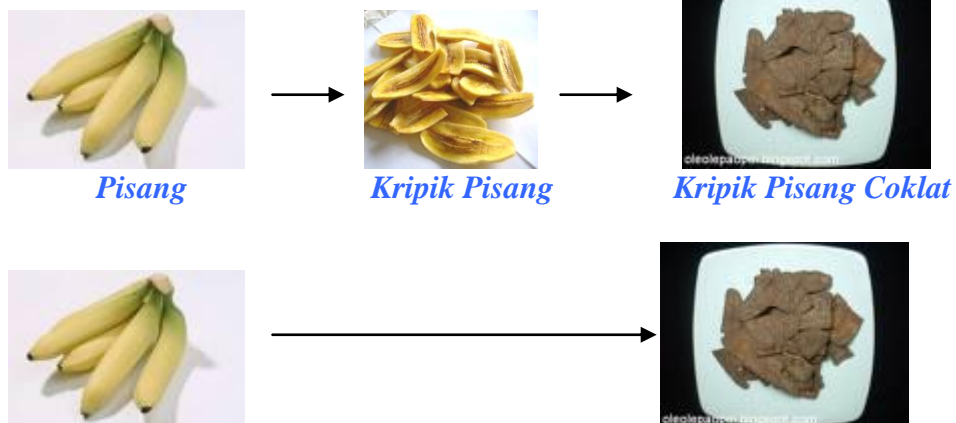
2. Keterampilan sosial

- r. Bertanya
- s. Mengemukakan pendapat
- t. Berkomunikasi
- u. kerjasama

INSTRUKSI :

7. Setiap siswa harus membaca LKS ini dengan seksama.
8. Diskusikan setiap pertanyaan dan permasalahan yang ada dalam LKS ini dengan sesama anggota kelompok
9. Jika ada pertanyaan atau hal yang tidak dimengerti mintalah bantuan guru untuk menjelaskannya.

HUKUM HESS



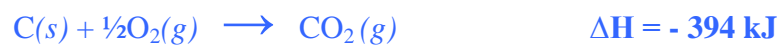
Explore

Hukum Hess

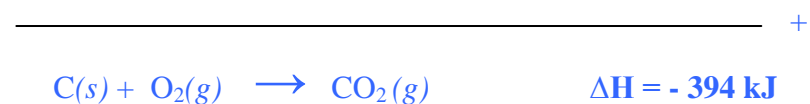


A. Reaksi karbon dan oksigen untuk membentuk CO_2 dapat berlangsung satu tahap dan dapat juga dua tahap.

* Satu tahap



* Dua tahap



Perhatikan reaksi di atas!

- Reaksi satu tahap

ΔH reaksi pembentukan $\text{CO}_2(g)$ adalah kJ

- Reaksi dua tahap

ΔH reaksi (a) adalah kJ

ΔH reaksi (b) adalah kJ

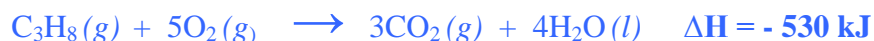
ΔH reaksi penjumlahan a + b adalah kJ

Penjumlahan ΔH reaksi **a + b** adalah reaksi pembentukan $\text{CO}_2(g)$ dua tahap, maka ΔH reaksi pembentukan $\text{CO}_2(g)$ dua tahap adalah kJ

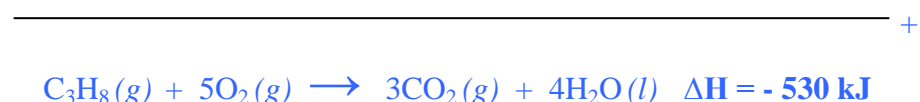
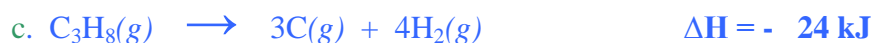
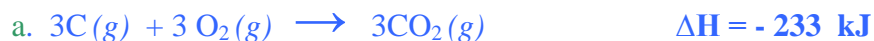
Bagaimana harga ΔH reaksi pembentukan $\text{CO}_2(g)$ dengan satu tahap dan dua tahap ?

B. Reaksi pembakaran $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ dan $\text{O}_2(g)$ menghasilkan $\text{CO}_2(g)$ dan $\text{H}_2\text{O}(l)$ dapat berlangsung satu tahap dan 3 tahap.

* Satu tahap :



* Tiga tahap :



Perhatikan reaksi di atas!

- Reaksi pembakaran C_3H_8 satu tahap

ΔH reaksi pembakaran C_3H_8 satu tahap adalah kJ

- Reaksi pembakaran C_3H_8 tiga tahap

ΔH reaksi (a) adalah kJ

ΔH reaksi (b) adalah kJ

ΔH reaksi (c) adalah.....kJ

ΔH reaksi penjumlahan **a + b + c** adalah kJ

Penjumlahan ΔH reaksi **a + b + c** adalah reaksi pembakaran C_3H_8 tiga tahap, maka

ΔH reaksi pembakaran C_3H_8 tiga tahap adalah kJ. Bagaimana harga ΔH reaksi pembakaran C_3H_8 dengan satu tahap dan tiga tahap?

Explain

Berdasarkan reaksi A dan B, dapat disimpulkan bahwa.....pada banyaknya tahap atau lintasan. Ternyata ΔH reaksi (A dan B) dan juga reaksi-reaksi serupa hanya ditentukan oleh keadaan dan Fenomena reaksi seperti di atas dikenal dengan nama **Hukum Hess**. Jadi hukum hess menyatakan bahwa.....

Penentuan kalor reaksi berdasarkan hukum Hess

Diketahui:



Penyelesaian

* Pada reaksi (1) $SO_2(g)$ terletak diruas sedangkan pada reaksi yang ditanyakan $SO_2(g)$ berada pada ruas sehingga reaksi (1) , dan ΔH bertanda

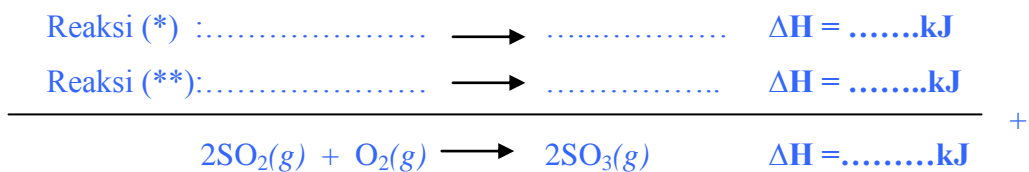
Koefisien reaksi $SO_2(g)$ pada reaksi (1) adalah sedangkan koefisien reaksi $SO_2(g)$ pada reaksi yang ditanyakan adalah sehingga untuk memperoleh $2SO_2(g)$ reaksi (1) harus dikalikan, dan begitu juga dengan nilai ΔH harus dikalikan Jadi ΔH reaksi (1) bernilai kJ.

Jadi persamaan reaksi (1) menjadi :(*)

Pada reaksi (2) $SO_3(g)$ terletak diruas sedangkan pada reaksi yang ditanyakan $SO_3(g)$ berada pada ruas sehingga reaksi (2), dan ΔH bertanda

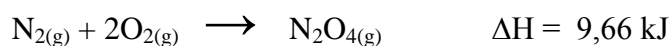
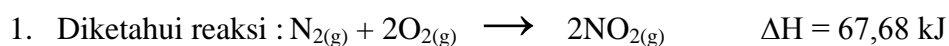
Koefisien reaksi $SO_3(g)$ pada reaksi (2) adalah sedangkan koefisien reaksi $SO_3(g)$ pada reaksi yang ditanyakan adalah, jadi reaksi (2) tidak perlu dikalikan sehingga nilai ΔH reaksi (2) bernilai kJ.

Jadi persamaan reaksi (2) menjadi :()**



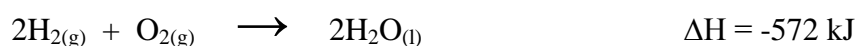
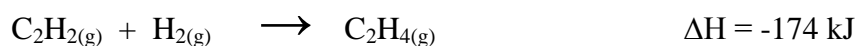
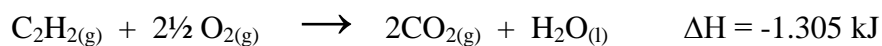
- Kedua reaksi yang diketahui harus diubah sedemikian rupa seperti reaksi yang ditanyakan.

Elaboration



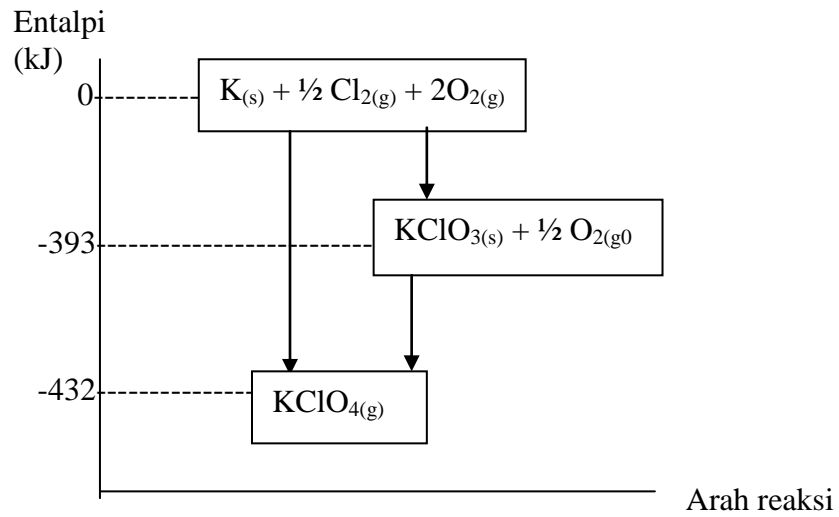
Tentukan ΔH reaksi $2\text{NO}_{2(g)} \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$

2. Diketahui reaksi :



Tentukan ΔH pembakaran $\text{C}_2\text{H}_{4(g)}$ dan apakah reaksi yang terjadi ? Jelaskan !

3. Perhatikan diagram entalpi berikut :



Tentukan ΔH reaksi : $\text{KClO}_{3(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{KClO}_{4(g)}$



LKS 6

LC 3E

Mata Pelajaran : Kimia
 Sub Materi Pokok : -Data perubahan entalpi pembentukan standar
 -Energi Ikatan
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

I. Standar Kompetensi

2. Memahami perubahan energi dalam reaksi kimia dan cara pengukurannya.

II. Kompetensi Dasar

2.2 Menentukan ΔH reaksi berdasarkan percobaan, hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.

III. Indikator

A. Kognitif :

1. Produk:

Siswa dapat menghitung harga ΔH reaksi dengan menggunakan: Energi ikatan

2. Proses:

5. Siswa dapat menganalisis gambar diagram tentang reaksi pembentukan zat dari proses pemutusan ikatan reaktan dan pembentukan ikatan produk
6. Siswa dapat menyimpulkan hubungan energi ikatan dengan perubahan entalpi

B. Afektif

1. Karakter

- c. tanggungjawab
- d. teliti

2. Keterampilan sosial

- v. Bertanya
- w. Mengemukakan pendapat
- x. Berkomunikasi
- y. kerjasama

INSTRUKSI :

10. Setiap siswa harus membaca LKS ini dengan seksama.
11. Diskusikan setiap pertanyaan dan permasalahan yang ada dalam LKS ini dengan sesama anggota kelompok
12. Jika ada pertanyaan atau hal yang tidak dimengerti mintalah bantuan guru untuk menjelaskannya.



Ikatan persahabatan



Ikatan atom

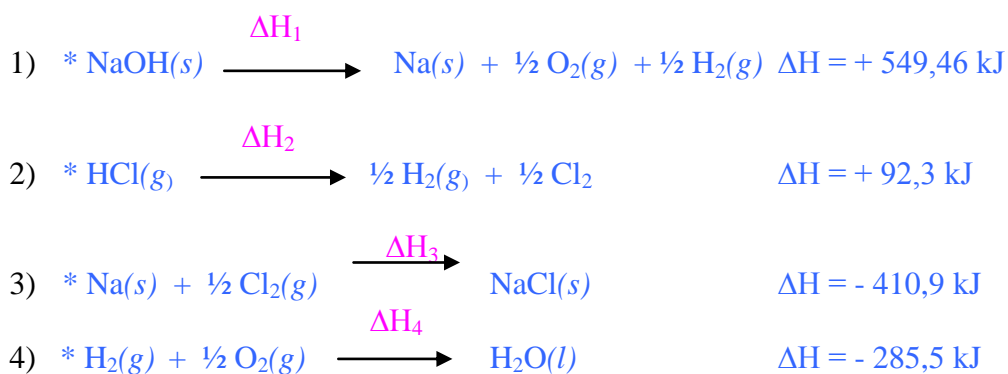
Perhatikan kedua gambar di atas!!!!

Explore

Perhitungan ΔH reaksi berdasarkan data ΔH Entalpi

Pembentukan Standar (ΔH°_f)

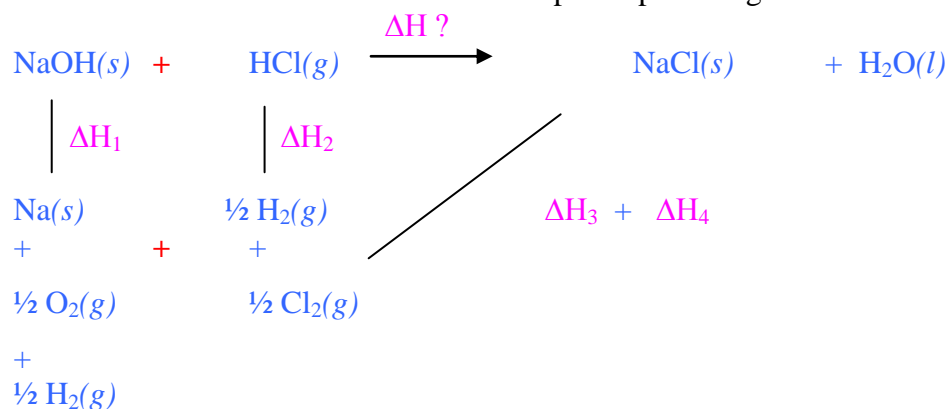
Perhatikan reaksi dibawah ini:



Reaksi 1) dan 2) merupakan reaksi penguraian suatu senyawa menjadi.....

Reaksi 3) dan 4) merupakan reaksi.....suatu senyawa dari.....

Berdasarkan reaksi diatas tentukan arah tanda panah pada diagram dibawah ini!



ΔH_1 merupakan entalpi NaOH, jika reaksi dibalik dari unsure
unsurnya menjadi NaOH maka menjadi entalpi NaOH yang
dilambangkan dengan dan diberi tanda

ΔH_2 merupakan entalpi HCl, jika dibalik dari unsur-unsurnya
menjadi HCl maka menjadi entalpi HCl yang dilambangkan
dengan dan diberi tanda

ΔH_3 merupakan entalpi NaCl dan dilambangkan dengan

ΔH_4 merupakan entalpi H₂O dan dilambangkan dengan
dan diberi tanda

Menurut Hukum Hess:

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{reaksi penjumlahan}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 \\ &= \dots + \dots + \dots + \dots \\ &\quad \text{(yang bertanda negatif dikumpulkan)} \\ &= (\dots + \dots) - (\dots + \dots)\end{aligned}$$

Pada reaksi diatas yang merupakan pereaksi adalah dan
..... yang merupakan hasil reaksi adalah dan

Sehingga diperoleh persamaan:

$$\Delta H^{\circ} \text{ reaksi} = \Delta H^{\circ}_f \text{} - \Delta H^{\circ}_f \text{}$$

Tabel 1. Daftar ΔH°_f Pembentukan standar beberapa senyawa

Zat	ΔH°_f (kJ/mol)	Zat	ΔH°_f (kJ/mol)
C(s)	0	H ₂ O(g)	-241,8
C(g)	1,897	NaOH(s)	-426,7
CO(g)	-110,525	HCl(g)	-92,3
CO ₂ (g)	-393,509	NaCl(s)	-411,0
H ₂ (g)	0	NH ₃ (g)	-46,2
H ₂ O(l)	-285,8	O ₂ (g)	0

Untuk menghitung ΔH reaksi $\text{NaOH}(s) + \text{HCl}(g) \longrightarrow \text{NaCl}(s) + \text{H}_2\text{O}(l)$
menggunakan data ΔH°_f masukkan nilai ΔH pembentukannya.

$$\begin{aligned}\Delta H^{\circ} \text{ reaksi} &= (\dots + \dots) - (\dots + \dots) \\ &= \dots \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Energi ikatan

Tabel 2. Energi ikatan beberapa jenis ikatan.

No	Reaksi	Mol	Wujud pereaksi	Energi (kJ/mol)
1	$\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{O}(g) + \text{O}(g)$	1	Gas	146
2	$\text{Cl}_2(g) \longrightarrow \text{Cl}(g) + \text{Cl}(g)$	1	Gas	242
3	$\text{H}_2(g) \longrightarrow \text{H}(g) + \text{H}(g)$	1	Gas	436
4	$\text{CO}(g) \longrightarrow \text{C}(g) + \text{O}(g)$	1	Gas	358
5	$\text{N}_2(g) \longrightarrow \text{N}(g) + \text{N}(g)$	1	Gas	941

Perhatikan Tabel 2 !

O_2 , Cl_2 , H_2 dan CO merupakan O , Cl , H dan C merupakan O_2 menjadi O dan O , ini menunjukkan bahwa O_2 putus menjadi O dan O . Energi yang diperlukan O_2 untuk memutuskan ikatannya adalah sebesar kJ/mol (lihat tabel 2). CO menjadi C dan O , ini menunjukkan bahwa CO putus menjadi C dan O . Energi yang diperlukan CO untuk memutuskan ikatannya adalah sebesar kJ/mol (lihat tabel 2). Semua molekul dalam tabel 2 terputus menjadi atom-atomnya. Semua molekulnya berjumlah mol dan berada dalam wujud Berdasarkan penjelasan diatas energi inilah yang disebut energi ikatan. **Jadi energi ikatan adalah.....**

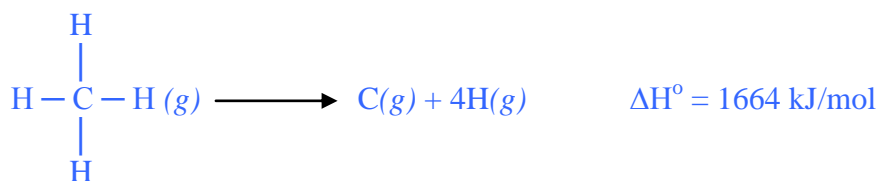
Entalpi Atomisasi



H_2O merupakan H dan O merupakan Energi yang diperlukan untuk mengubah 1 mol H_2O menjadi dan adalah sebesar kJ/mol. Berdasarkan penjelasan diatas disebut entalpi atomisasi. **Jadi entalpi atomisasi adalah**

Energi Ikatan Rata-rata

Untuk molekul yang terdiri dari tiga atau lebih atom digunakan pengertian energi ikatan rata-rata. Perhatikan reaksi dibawah ini :



Molekul CH₄ menjadi C dan H diperlukan energi sebesar kJ/mol. Di dalam CH₄ terdapat ikatan C – H sebanyak

Jadi energi ikatan rata-rata C – H ($D_{\text{C-H}}$) = $\frac{\text{.....kJ/mol}}{\text{.....}}$ =kJ/mol



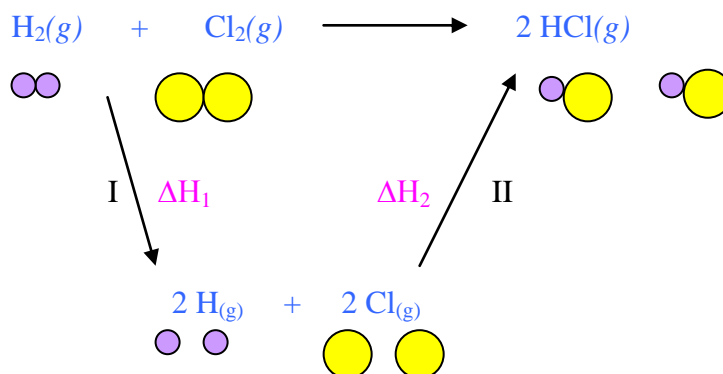
Molekul CO₂ menjadi C dan O diperlukan energi sebesar kJ/mol. Di dalam CO₂ terdapat ikatan C = O sebanyak

Jadi energi ikatan rata-rata C = O ($D_{\text{C=O}}$) = $\frac{\text{.....kJ/mol}}{\text{.....}}$ =kJ/mol

Explain

Menentukan ΔH Reaksi dari energi ikatan

Perhatikan reaksi berikut !



ΔH tahap I (ΔH_1) = \sum energi pada (pereaksi/produk) atau dikenal dengan \sum energi (pemutusan/pembentukan).

ΔH_2 kebalikan dari ΔH_1 maka ΔH_2 bertanda

ΔH tahap II (ΔH_2) = $-\sum$ energi pada (pereaksi/produk) atau dikenal dengan \sum energi (pemutusan/pembentukan).

Mengapa ΔH_2 bertanda negatif (-), karena

Sesuai dengan hukum Hess ΔH reaksi total = $\Delta H_1 + \Delta H_2$

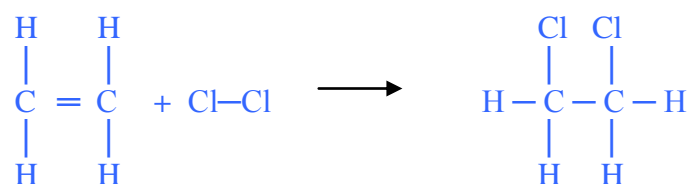
$\Delta H = \sum \text{energi} \dots\dots\dots (+/-) \sum \text{energi} \dots\dots\dots$

Atau $\Delta H = \dots\dots\dots$

Tabel 3. Energi Berbagai jenis ikatan (dalam kJ/mol)

Ikatan	Energi Ikatan	Ikatan	Energi Ikatan	Ikatan	Energi Ikatan	Ikatan	Energi Ikatan
C – H	413	Si – H	323	O – H	463	C = C	614
C – C	348	Si – Si	226	O – O	146	C \equiv C	839
C – N	293	Si – C	301	O – F	190	C = N	615
C – O	358	Si – O	368	O – Cl	203	C \equiv N	891
C – F	485	N – H	391	O – I	234	C = O	799
C – Cl	328	N – N	163	F – F	155	C \equiv O	1072
C – Br	276	N – O	201	Cl – F	253	N = N	418
C – I	240	N – F	272	Cl – Cl	242	N \equiv N	941
C – S	259	N – Cl	200	Br – F	237	S = O	495
I – Cl	208	N – Br	243	Br – Cl	218	S = S	323
I – Br	175	S – H	339	Br – Br	193	O = O	418
I – I	151	S – F	327	H – H	436		
S – Cl	253	S – S	266	H – F	567		
S – Br	218	H – Br	366	H – Cl	431		
		H – I	299				

Perhatikan reaksi berikut :



C_2H_4 dan Cl_2 merupakan $2\text{CH}_2\text{Cl}$ merupakan Pada molekul C_2H_4 terdapat ikatan C-H sebanyak dan ikatan C=C sebanyak, pada Cl_2 terdapat ikatan Cl-Cl sebanyak, pada CHCl terdapat ikatan C-H sebanyak, ikatan C-Cl sebanyak dan ikatan C-C sebanyak Dengan menggunakan data harga energi pada tabel 3. Energi C-H= kJ, energi C-C = kJ,

energi Cl-Cl = kJ, energi C=C = kJ dan energi C-Cl =kJ.

$\begin{aligned} \Sigma \text{ energi pereaksi/} & \dots\dots\dots \\ \dots\text{ikatan C-H} &= \dots \times \dots\dots = \dots\dots\text{kJ} \\ \dots\text{ikatan C=C} &= \dots \times \dots\dots = \dots\dots\text{kJ} \\ \dots\text{ikatan Cl-Cl} &= \dots \times \dots\dots = \dots\dots\text{kJ} \\ & \dots\dots\dots\text{kJ.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Sigma \text{ energi produk/} & \dots\dots\dots \\ \dots\text{ikatan C-H} &= \dots \times \dots\dots = \dots\dots\text{kJ} \\ \dots\text{ikatan C-C} &= \dots \times \dots\dots = \dots\dots\text{kJ} \\ \dots\text{ikatan C-Cl} &= \dots \times \dots\dots = \dots\dots\text{kJ} \\ & \dots\dots\dots\text{kJ} \end{aligned}$
$\Delta H = \Sigma \text{ energi} \dots\dots\dots - \Sigma \text{ energi} \dots\dots\dots$	
$= \dots\dots\dots - \dots\dots\dots$	
$= \dots\dots\dots$	

Elaboration



DISKUSI

1. Diketahui $\text{CCl}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + 4\text{Cl}(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = 1303,58 \text{ kJ}$
Tentukanlah energi ikatan rata-rata C—Cl dalam CCl_4 .
2. Dengan menggunakan tabel energi ikatan, tentukan perubahan entalpi reaksi berikut :
 - a. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
 - b.
$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H}(\text{g}) \\ | \\ \text{H} \end{array} + \text{O}_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H}(\text{g}) \end{array} + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
 - c. $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}(\text{g})$
 - d.
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H}(\text{g}) \end{array} + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}(\text{g})$$

