

Lampiran 4



LKS 1

LC 6E

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

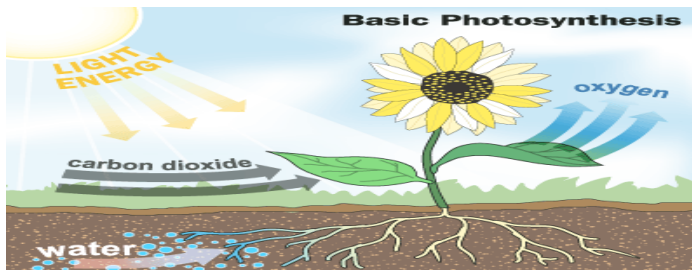
2. Keterampilan sosial

- 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 KEKALAN 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



*surya bimasakti.
Apakah pusat dari
tata surya
bimasakti?*

Engagemen

Dalam tata surya bimasakti, planet-planet beredar mengelilingi matahari. Sehingga matahari dalam hal ini bertindak sebagai pusat yang menjadi perhatian dari planet-planet tersebut. Hal ini berhubungan dengan salah satu bahasan dalam materi thermokimia dimana ada yang menjadi pusat perhatian seperti matahari dan ada juga yang diluar pusat perhatian seperti planet-planet yang beredar mengelilingi matahari yang dikenal dengan istilah sistem dan lingkungan. Apakah sebenarnya yang dimaksud dengan *sistem* dan *lingkungan* ??

Explore

Alat dan Bahan



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



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**.



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**.

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** .



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

.....

dan **lingkungan** adalah

.....

Pada percobaan 1 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 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.....

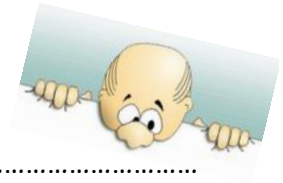
.....

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.....

.....



*Echo***Jawablah pertanyaan dibawah ini !**

1. Apakah perbedaan dari **sistem** dan **lingkungan** ?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Apakah perbedaan dari **sistem terbuka**, **sistem tertutup**, dan **sistem terisolasi** ?

.....

.....

.....

.....

.....

Extention**DISKUSI**

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.....
- Lingkungannya adalah.....

Evaluation



1. Di dalam laboratorium, seorang siswa mereaksikan sejumlah laruta CH_3COOH dengan larutan H_2SO_4 dalam suatu gelas kimia. Dari uraian tersebut tentukan mana yang dimaksud dengan sistem dan lingkungan adalah?.....disebut sistem sedangkan..... disebut lingkungan
2. Bila reaksi antara logam magnesium dan asam klorida encer dilakukan didalam suatu tempat yang tertutup rapat, seperti dalam penyimpanan air panas (termos), maka reaksi diatas disebut sistem..... Alasannya?
3. Bila reaksi antara pita magnesium dan asam klorida encer dilakukan didalam tabung reaksi yang terbuka, maka reaksi diatas disebut sistem..... Alasannya?
4. Bila reaksi antara pita magnesium dan asam klorida encer dilakukan didalam tabung reaksi yang tertutup, maka reaksi diatas disebut sistem..... Alasannya?



LKS 2

LC 6E

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

- e. Bertanya
- f. Mengemukakan pendapat
- g. Berkomunikasi
- h. 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.

reaksi eksoterm dan reaksi endoterm



Pupuk Urea



Kapur + Air

Engagemen

Bekerja dengan zat kimia, tidaklah jauh berbeda dengan hal-hal yang biasa kita lakukan sehari-hari. Contohnya ketika kita melarutkan pupuk urea dalam segelas air dan serbuk kapur dengan segelas air. Apa yang anda rasakan pada dinding gelas???

Pada gelas yang berisi kapur gelas akan terasa?..... sedangkan sebaliknya gelas yang berisi pupuk urea akan terasa **dingin**

Mengapa demikian?

Fakta ini berhubungan dengan kalor yang diserap atau dilepas oleh sistem.



*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.			

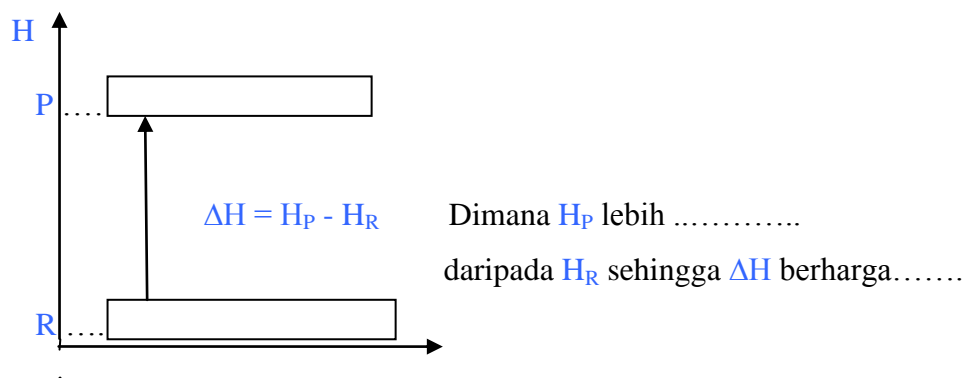
Explain

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!



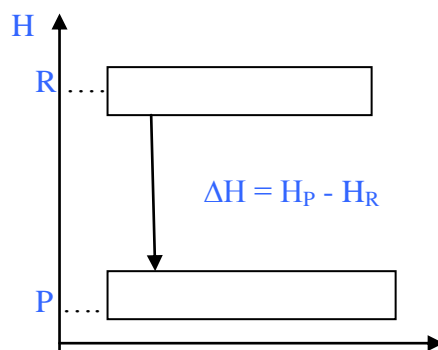
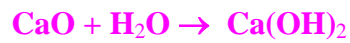
Suhu mula-mula air adalah °C, setelah ditambah serbuk kapur tohor suhunya menjadi..... °C. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi bersifat kalor. Perpindahan kalor terjadi dari..... ke Reaksi seperti itu disebut **reaksi eksoterm**.

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

.....

Perhatikan dan lengkapilah **diagram perubahan entalpi (ΔH) reaksi**

eksoterm di bawah ini!



Dimana H_P lebih.....
daripada H_R sehingga ΔH berharga.....

Echo

Jawblah pertanyaan dibawah ini !



Apakah perbedaan dari **reaksi endoterm** dan **reaksi eksoterm** ?

.....

.....

.....

.....

.....

Extention



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. $\text{N}_{2(\text{g})} + 3\text{H}_{2(\text{g})} \longrightarrow 2\text{NH}_3$ $\Delta\text{H} = -92 \text{ kJ}$
 - b. $2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \longrightarrow 2\text{H}_{2(\text{g})} + \text{O}_2$ $\Delta\text{H} = +572 \text{ kJ}$

Evaluation

1. Seorang Zinedine Zidane bermain sepakbola selama 90 menit pada pertandingan final piala dunia. Saat bermain sepakbola tubuhnya mengalami metabolisme yang ditandai dengan adanya keringat yang keluar pada tubuhnya sehingga Zinedine Zidane merasakan dingin. Reaksi apa yang terjadi pada tubuh Zinedine Zidane?
2. Manakah diantara berikut ini yang benar untuk reaksi eksoterm?
 - a. Kalor mengalir dari sistem ke lingkungan
 - b. Entalpi sistem bertambah
 - c. Suhu lingkungan naik
 - d. Perubahan entalpi reaksi bertanda negatif



LKS 3

LC 6E

Mata Pelajaran : Kimia
 Sub Materi Pokok : Berbagai jenis entalpi molar
 Alokasi Waktu : 1 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

- i. Bertanya
- j. Mengemukakan pendapat
- k. Berkomunikasi
- l. 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

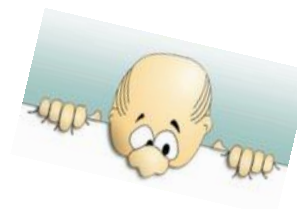
Engagement

Persamaan termokimia berbeda dengan persamaan stoikiometri, pada persamaan termokimia koefisien reaksi selain menunjukkan perbandingan jumlah mol, juga menyatakan jumlah mol yang bereaksi. Persamaan termokimia juga menyertakan nilai perubahan entalpi. Jenis-jenis entalpi reaksi (ΔH) yaitu entalpi pembentukan standar (ΔH°_f), entalpi penguraian standar (ΔH°_d), dan entalpi pembakaran standar (ΔH°_c)



Explore

ENTALPI PEMBENTUKAN STANDAR



Tabel 1. Entalpi Pembentukan Standar dari beberapa zat

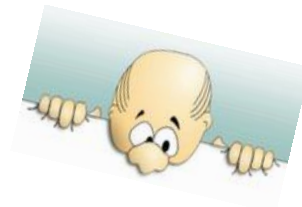
No	Rumus kimia Zat	Jumlah mol	Entalpi Pembentukan (ΔH°_f) (kJ/mol)	Reaksi Pembentukan
1	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	- 285,85	$\text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$
2	$\text{C}(\text{grafit})$	1	0	$\text{C}(\text{grafit}) \longrightarrow \text{C}(\text{grafit})$
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	$\text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$	√	
2.	$\text{H}_2\text{O}(l)$	2	$2 \text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(l)$		√
3.	$\text{H}_2\text{O}(l)$	1	$\text{H}^+(aq) + \text{OH}^-(aq) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$		√
4.	$\text{NaCl}(s)$	1	$\text{Na}(s) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(g) \longrightarrow \text{NaCl}(s)$	√	
5.	$\text{NaCl}(s)$	2	$2\text{Na}(s) + \text{Cl}_2(g) \longrightarrow 2\text{NaCl}(s)$		√

6.	NaCl(s)	1	$\text{Na}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{NaCl}(s)$	√	√
7.	CaCO ₃ (s)	1	$\text{Ca}(s) + \text{C}(s) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$		√
8.	CaCO ₃ (s)	1	$\text{CaO}(s) + \text{CO}_2(s) \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$		√
9.	CaCO ₃ (s)	1	$\text{Ca}^{2+}(aq) + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$		√

ENTALPI PENGURAIAN STANDAR



Tabel 3. Entalpi Penguraian Standar dari beberapa zat

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

Tabel 4. Entalpi Penguraian beberapa zat

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

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	√	

Explain

A. Jawablah pertanyaan dibawah ini !

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

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

B. 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 penguraian standar** (ΔH_d°) ?

.....

.....

.....

.....

C. 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°) ?

.....

.....

.....

.....

Echo

1. Apa yang dapat anda simpulkan tentang **entalpi pembentukan standar** (ΔH_f°) ?



.....

.....

.....

2. Apa yang dapat anda simpulkan tentang **entalpi penguraian standar** (ΔH°_d) ?

.....

.....

.....

3. Apa yang dapat anda simpulkan tentang **entalpi pembakaran standar** (ΔH°_c) ?

.....

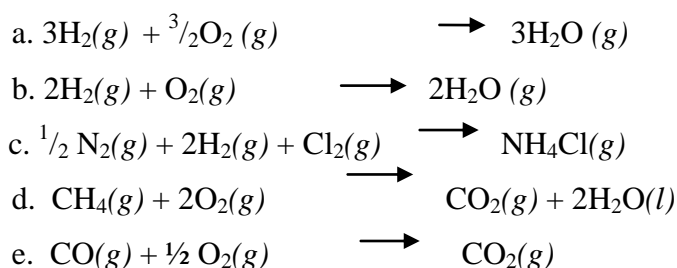
.....

.....

Extension



1. Diantara reaksi dibawah ini, tentukan mana yang termasuk reaksi pembentukan standar, penguraian standar dan reaksi pembakaran standar



2. 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 $\text{NH}_3(g)$?

.....

Evaluation

1. Sebutkan dan jelaskan jenis-jenis perubahan entalpi standar !

.....

2. Jika kalor pembakaran standar $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$ adalah $-1.331 \text{ kJ mol}^{-1}$, tentukanlah persamaan termokimia dari pembakaran $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$!

.....

3. Perubahan entalpi pembentukan standar dari kristal amonium klorida adalah sebesar $-314,4 \text{ KJ mol}^{-1}$. Persamaan termokimia dari pernyataan tersebut adalah :

.....

4. Diketahui entalpi pembentukan standar (ΔH°_f) $\text{H}_2\text{O} (g) = -240 \text{ mol}^{-1}$, maka (ΔH°_d) $\text{H}_2\text{O} = +240$

Tulislah persamaan termokimia reaksi penguraian?

.....



LKS 4

LC 6E

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

- m. Bertanya
- n. Mengemukakan pendapat
- o. Berkomunikasi
- p. 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.

PENENTUAN KALOR REAKSI MENGGUNAKAN KALORIMETER

Engagemen

Kalor reaksi dapat ditentukan melalui percobaan dengan menggunakan alat yang disebut Kalorimeter. Kalorimeter adalah suatu sistem terisolasi (tidak ada pertukaran materi dan energi dengan lingkungan di luar kalorimeter). Dengan demikian semua kalor yang dibebaskan oleh reaksi yang terjadi di dalam kalorimeter tidak ada yang terbangun ke luar. Dengan Mengukur kenaikan suhu di dalam kalorimeter kita dapat menentukan jumlah kalor yang diserap oleh air serta perangkat kalorimeter berdasarkan rumus :

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

$$q_{\text{larutan}} = m \times C \times \Delta t$$

$$q_{\text{kalorimeter}} = C_{\text{kalorimeter}} \times \Delta t$$

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 : $^{\circ}\text{C}$
 -Suhu akhir larutan : $^{\circ}\text{C}$
 - Δt : $^{\circ}\text{C}$

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.

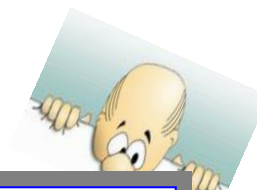
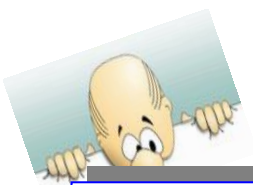
Pada percobaan didapat suhu awal sebesar..... $^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu akhir adalah..... $^{\circ}\text{C}$ Jadi pada percobaan ini didapat Δt sebesar..... $^{\circ}\text{C}$

-Kalor Jenis air $4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

-C kalorimetri adalah $11,7 \text{ J }^{\circ}\text{C}^{-1}$

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

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



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

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

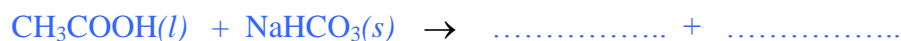
$$\frac{84 \text{ g}}{5 \text{ g}} \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{J mol}^{-1}$$

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 :



Echo

1. Tuliskan hubungan antara q larutan, q kalorimeter dan q reaksi !

Extention

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 $= 4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ dan kapasitas kalor kalorimeter $= 11,7 \text{ J }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Evaluation

1. Berapa joule yang diperlukan untuk memuaskan 100 gram air dari 25°C menjadi 100°C , kalor jenis air $= 4,18 \text{ J g}^{-1}$
.....
.....
.....
2. Sepotong besi mempunyai kapasitas kalor $5,5 \text{ J/K}$. Berapa joulekah yang diperlukan untuk memanaskan besi itu dari 25°C menjadi 55°C
.....
.....
.....



LKS 5

LC 6E

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

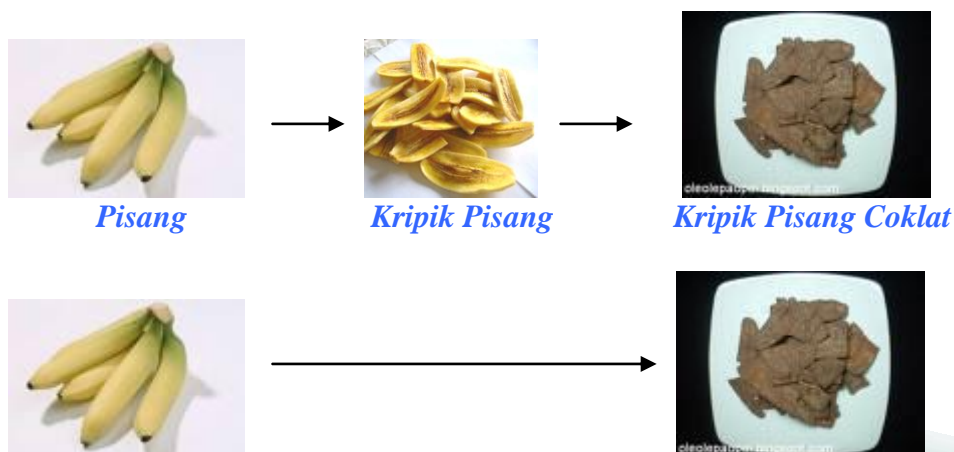
- a. tanggungjawab
- b. teliti

2. Keterampilan sosial

- q. Bertanya
- r. Mengemukakan pendapat
- s. Berkomunikasi
- t. 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.



Engagement

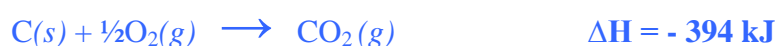


Untuk membuat kripik pisang coklat ada beberapa cara. Cara pertama pisang langsung dibuat kripik pisang coklat dan cara kedua pisang dibuat menjadi kripik pisang biasa lalu kemudian baru dibuat menjadi kripik pisang coklat. Perbedaan dari kedua cara di atas hanya terletak pada proses pembuatannya tetapi awalnya sama-sama berasal dari pisang dan menghasilkan kripik pisang coklat yang sama. Sama halnya dengan pembuatan kripik pisang coklat, reaksi kimia juga dapat berlangsung dalam tahap-tahap yang berbeda, ada yang dapat dilangsungkan dengan satu tahap, dua tahap, atau lebih dengan hasil akhir yang sama. Dalam kimia hal seperti ini dikenal dengan nama **Hukum Hess**.

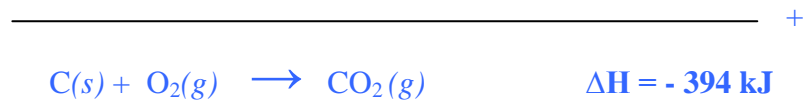
Explore Hukum Hess

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

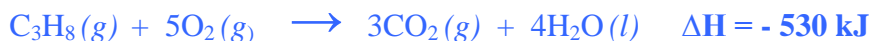
ΔH reaksi penjumlahan a + b adalah kJ

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

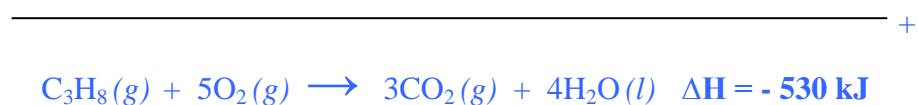
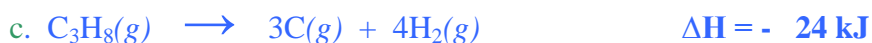
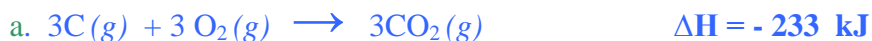
Bagaimana harga ΔH reaksi pembentukan $\text{CO}_2(g)$ dengan satu tahap dan dua tahap ?

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. **Bagaiman 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

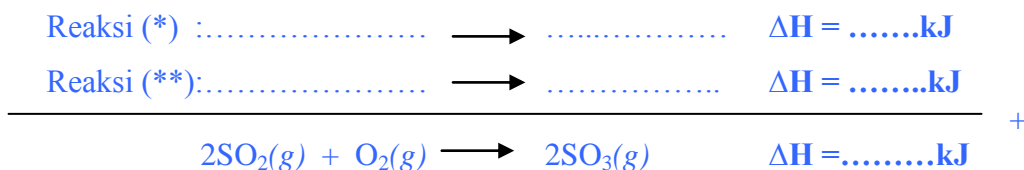
Koefisien reaksi $\text{SO}_2(g)$ pada reaksi (1) adalah sedangkan koefisien reaksi $\text{SO}_2(g)$ pada reaksi yang ditanyakan adalah sehingga untuk memperoleh $2\text{SO}_2(g)$ reaksi (1) harus dikalikan, dan begitu juga dengan nilai ΔH harus dikalikan Jadi ΔH reaksi (1) bernilai kJ.

Jadi persamaan reaksi (1) menjadi :(*)

Pada reaksi (2) $\text{SO}_3(g)$ terletak diruas sedangkan pada reaksi yang ditanyakan $\text{SO}_3(g)$ berada pada ruas sehingga reaksi (2), dan ΔH bertanda

Koefisien reaksi $\text{SO}_3(g)$ pada reaksi (2) adalah sedangkan koefisien reaksi $\text{SO}_3(g)$ pada reaksi yang ditanyakan adalah, jadi reaksi (2) tidak perlu dikalikan sehingga nilai ΔH reaksi (2) bernilai kJ.

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

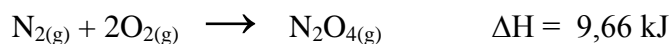
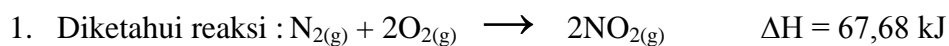


- Kedua reaksi yang diketahui harus diubah sedemikian rupa seperti reaksi yang ditanyakan.

Echo

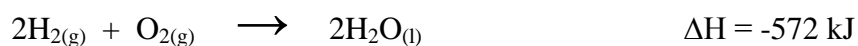
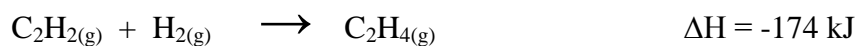
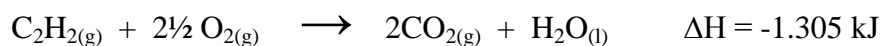
Kesimpulan:

- Jika reaksi dibalik nilai ΔH berubah
- Jika koefisien dikalikan/dibagi, maka nilai ΔH dengan faktor yang sama.
- Hilangkan zat yang sama yang muncul diruas kiri dan ruas kanan sesuai

Extension**DISKUSI**

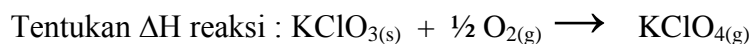
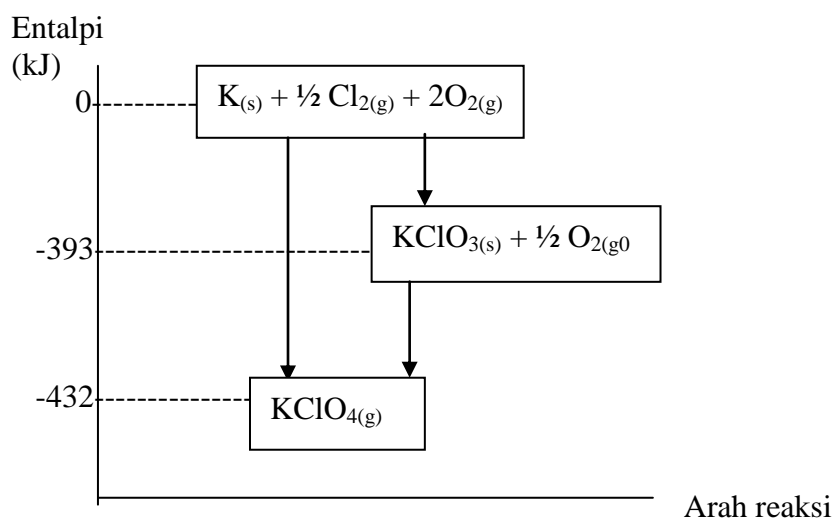
Tentukan ΔH reaksi $2\text{NO}_{2(g)} \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$

2. Diketahui reaksi :



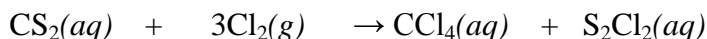
Tentukan ΔH pembakaran $\text{C}_2\text{H}_{4(g)}$ dan apakah reaksi yang terjadi ? Jelaskan !

3. Perhatikan diagram entalpi berikut :

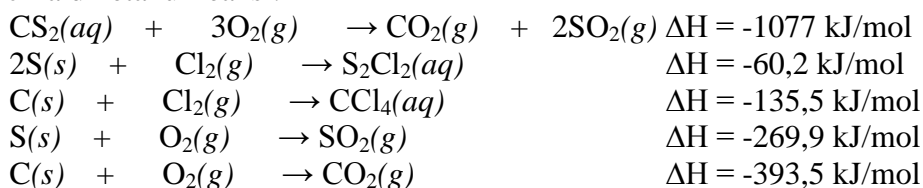


Evaluation

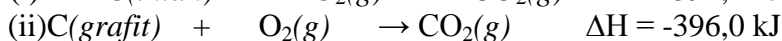
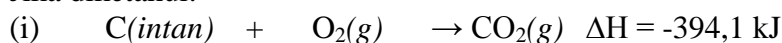
1. CCl_4 (kloroform) merupakan pelarut komersial yang dibuat dari reaksi antara $\text{Cl}_2(g)$ dengan senyawa karbon. Tentukan ΔH reaksi pembentukan kloroform menurut reaksi berikut:



Jika diketahui reaksi:



2. Jika diketahui:



Hitunglah ΔH untuk reaksi $\text{C}(\text{grafit}) \rightarrow \text{C}(\text{intan})$

3. Batu kapur CaCO_3 dipanaskan hingga terurai menurut reaksi:



- Berapakah panas yang diperlukan untuk menguraikan 750 gram CaCO_3 ?
- Jika panas itu dihasilkan dari pembakaran gas metana (CH_4), berapa liter gas metana yang diperlukan?

Diketahui data sebagai berikut:

$$\Delta H^\circ_f \text{CH}_4 = -76 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O} = -286 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{CO}_2 = -394 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{CaO} = -636 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{CaCO}_3 = -1208 \text{ kJ}$$

$$(\text{Ar H}= 1, \text{C}= 12, \text{O}=16, \text{Ca}=40)$$



LKS 6

LC 6E

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

- u. Bertanya
- v. Mengemukakan pendapat
- w. Berkomunikasi
- x. 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!!!!

Engagement



Dalam kehidupan, kita membutuhkan sahabat untuk tempat berbagi disaat duka dan suka. Sehingga akan timbul ikatan baik secara lahir maupun batin antar sahabat. Antar persahabatan yang satu dengan yang lain pastilah berbeda. Ada persahabatan yang selalu ada dalam suka dan duka yang sangat sulit dipisahkan dan ada pula persahabatan yang hanya ada dalam suka sehingga mudah untuk berpisah. Jadi energi untuk memisahkan antar sahabat yang satu dengan yang lain sudah pasti berbeda. Sama halnya dengan molekul atau senyawa-senyawa kimia yang ada di alam. Mereka terbentuk akibat ikatan antar atom-atom. Untuk memisahkan ikatan-ikatan tersebut dibutuhkan energi yang disebut energi ikatan. Apakah **energi ikatan** itu ? Energi ikatan dapat kita gunakan untuk mencari ΔH suatu reaksi kimia. Selain dengan energi ikatan, ΔH reaksi dapat dihitung berdasarkan :

ΔH Entalpi Pembentukan Standar (ΔH_f°)

*Explore***Perhitungan ΔH reaksi berdasarkan data ΔH Entalpi****Pembentukan Standar (ΔH_f°)**

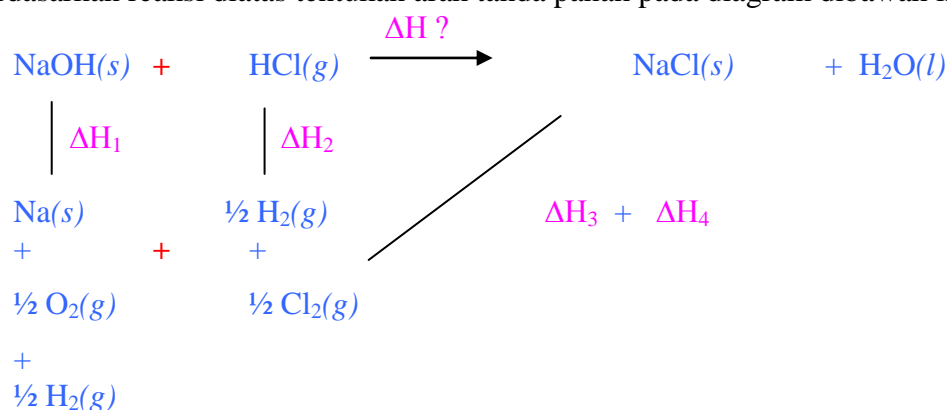
Perhatikan reaksi dibawah ini:

- 1) $\text{* NaOH}(s) \xrightarrow{\Delta H_1} \text{Na}(s) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) + \frac{1}{2} \text{H}_2(g) \quad \Delta H = + 549,46 \text{ kJ}$
- 2) $\text{* HCl}(g) \xrightarrow{\Delta H_2} \frac{1}{2} \text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2 \quad \Delta H = + 92,3 \text{ kJ}$
- 3) $\text{* Na}(s) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(g) \xrightarrow{\Delta H_3} \text{NaCl}(s) \quad \Delta H = - 410,9 \text{ kJ}$
- 4) $\text{* H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \xrightarrow{\Delta H_4} \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H = - 285,5 \text{ kJ}$

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:

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

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 !

O₂, Cl₂, H₂ dan CO merupakan O, Cl, H dan C merupakan O₂ menjadi O dan O, ini menunjukkan bahwa O₂ putus menjadi O dan O. Energi yang diperlukan O₂ 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.....**

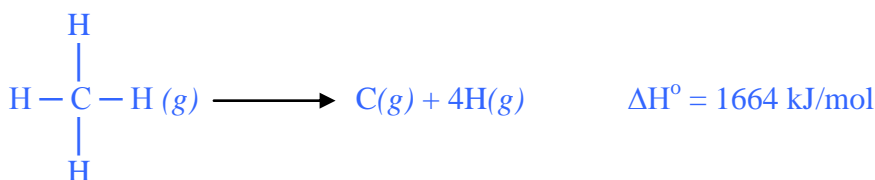
Entalpi Atomisasi



H₂O merupakan H dan O merupakan Energi yang diperlukan untuk mengubah 1 mol H₂O 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 ($D_{\text{C-H}}$) = $\frac{\text{..... kJ/mol}}{\text{.....}} = \text{..... kJ/mol}$



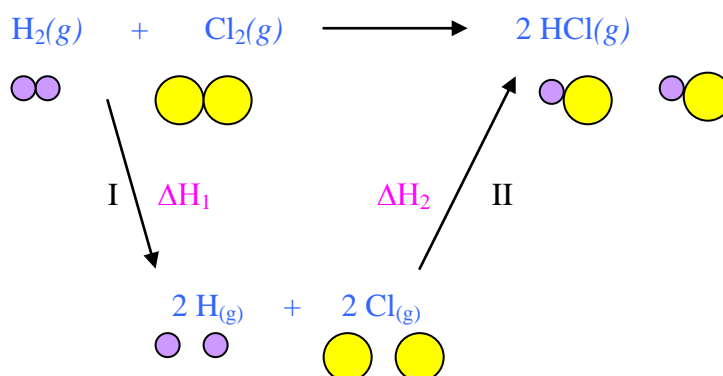
Molekul CO_2 menjadi C dan O diperlukan energi sebesar kJ/mol. Di dalam CO_2 terdapat ikatan $\text{C}=\text{O}$ sebanyak

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

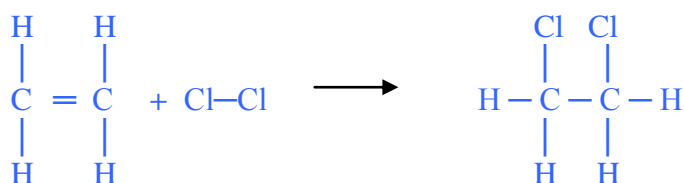
$\Delta H = \dots\dots\dots$

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 ≡ C	839
C – N	293	Si – C	301	O – F	190	C = N	615
C – O	358	Si – O	368	O – Cl	203	C ≡ N	891
C – F	485	N – H	391	O – I	234	C = O	799
C – Cl	328	N – N	163	F – F	155	C ≡ O	1072
C – Br	276	N – O	201	Cl – F	253	N = N	418
C – I	240	N – F	272	Cl – Cl	242	N ≡ 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				

Echo

Perhatikan reaksi berikut :



C₂H₄ dan Cl₂ merupakan 2CH₂Cl merupakan Pada molekul C₂H₄ terdapat ikatan C-H sebanyak dan ikatan C = C sebanyak, pada Cl₂ 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.

$\Sigma \text{ energi pereaksi/.....}$ikatan C-H = ...x =kJikatan C=C = ... x =kJikatan Cl-Cl = ...x =kJkJ.	$\Sigma \text{ energi produk/.....}$ikatan C-H = ... x =kJikatan C-C = ... x =kJikatan C-Cl = ... x =kJkJ
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

$$\Delta H = \Sigma \text{ energi.....} - \Sigma \text{ energi.....}$$

$$= \text{.....} - \text{.....}$$

$$= \text{.....}$$

Extension

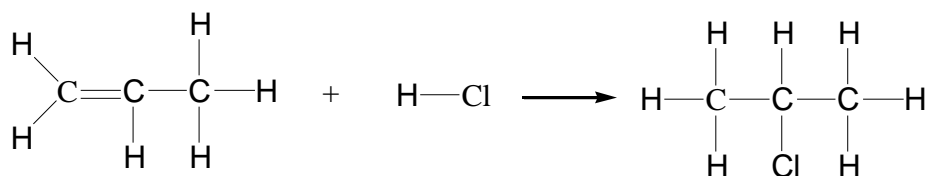


DISKUSI

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

Evaluation

1. Tentukan perubahan entalpi pada reaksi adisi 1 mol propena menurut reaksi berikut:



Jika diketahui energi ikatan rata-rata:

$$\text{C}-\text{C} = 348 \text{ kJ}$$

$$\text{C}=\text{C} = 609 \text{ kJ}$$

$$\text{C}-\text{H} = 413 \text{ kJ}$$

$$\text{H}-\text{Cl} = 431 \text{ kJ}$$

$$\text{C}-\text{Cl} = 328 \text{ kJ}$$

2. Diketahui energi ikatan:

$$\text{H}-\text{H} = 437,64 \text{ kJ}$$

$$\text{N}\equiv\text{N} = 949,2 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_f = -92,4 \text{ kJ/mol}$$

Tentukan besarnya energi ikatan rata-rata N-H dalam NH_3 .