



E-LKPD 4

Hukum Hess dan Energi Ikatan



Kelas XI SMA/MA Sederajat

Nama :

Kelas :

Kelompok :

Tujuan Pembelajaran

Melalui model pembelajaran berbasis CORE (Connecting, Organizing, Reflecting, Extending) peserta didik diharapkan mampu menentukan harga perubahan entalpi berdasarkan hukum Hess, menghitung perubahan entalpi berdasarkan data energi ikatan rata-rata, mempresentasikan hasil diskusi kelompok tentang perubahan entalpi reaksi berdasarkan hukum Hess dan data energi ikatan serta memiliki sikap jujur, disiplin dan bertanggung jawab.



Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menentukan harga perubahan entalpi reaksi berdasarkan hukum Hess.
2. Peserta didik dapat menghitung perubahan entalpi reaksi berdasarkan data energi ikatan rata-rata
3. Peserta didik dapat mempresentasikan hasil diskusi kelompok tentang perubahan entalpi reaksi berdasarkan hukum Hess dan data energi ikatan rata-rata.



Connecting

Menghubungkan

Pernahkan kalian mendaki gunung? Bagaimana perjalanan yang kalian rasakan? Untuk mendaki gunung tersebut awalnya kalian berada di kaki gunung lalu melakukan perjalanan hingga sampai ke puncak gunung. Apakah rute perjalanan yang kalian lalui sama dengan dengan rute pendaki gunung yang lain? Tentu berbeda tergantung orang yang memandu perjalanan kalian. Ada yang memilih rute yang sedikit landai, ada juga yang rutenya berkelok-kelok seperti pada gambar.



Gambar 1. Peta Jalur Pendakian Gunung Rinjani
Sumber : duniatravel.com

Perbedaan dari kedua rute tersebut hanya terdapat pada proses perjalanan dan waktunya saja, tetapi titik mulai perjalanannya berawal dari kaki gunung hingga mencapai puncak gunung. Seperti halnya dengan prinsip hukum Hess yaitu setiap reaksi kimia memiliki perubahan total entalpi yang tetap dan tidak tergantung pada tahapan atau jalur reaksinya melainkan dipengaruhi oleh keadaan awal dan akhir reaksi.

Dari Gambar 1, kita dapat melihat bahwa pendaki dapat menggunakan rute yang berbeda untuk mencapai puncak gunung. Rute 1 ialah jalur disebelah kiri, sedangkan rute 2 ialah jalur disebelah kanan. Jika 2 rute perjalanan merupakan tahapan reaksi pada hukum Hess maka bagaimana prinsip hukum Hess tersebut?

Organizing

Mengorganisasikan

Setelah mengamati informasi diatas, silakan ananda pahami materi pendukung dibawah ini untuk memperoleh informasi lebih banyak!

Tidak semua reaksi kimia dapat ditentukan besar perubahan entalpinya melalui percobaan kalorimeter. Berikut beberapa cara lain untuk menghitung besar perubahan entalpi suatu reaksi.

A. Menentukan ΔH Reaksi Menggunakan Hukum Hess

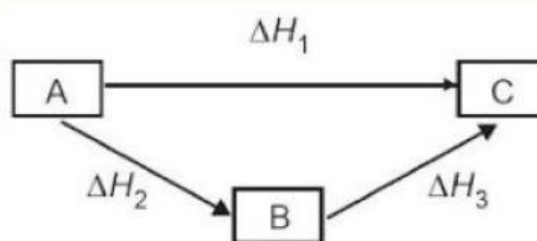


Pada tahun 1840, kimiawan Jerman bernama G. Henry Hess melakukan percobaan suatu reaksi kimia yang dapat dilangsungkan melalui dua langkah. Dari hasil percobaan yang telah dilakukannya, Henry Hess menyimpulkan bahwa, “Perubahan entalpi suatu reaksi tidak bergantung pada jalannya reaksi, tetapi hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir.”

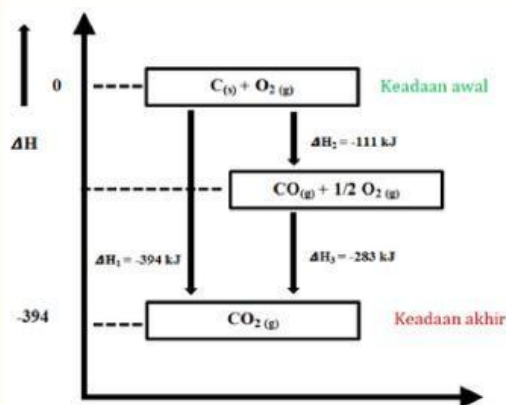
Hukum Hess adalah suatu hukum yang berkaitan dengan termokimia. Hukum yang dikemukakan oleh Germain Henry Hess, yang didasarkan pada fakta bahwa entalpi adalah fungsi keadaan. Artinya, perubahan panas atau kalor dari suatu reaksi hanya bergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir dari reaksi tersebut.

Menurut hukum Hess, perubahan entalpi dari reaksi yang memiliki lebih dari satu tahap dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

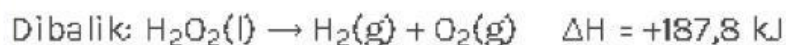
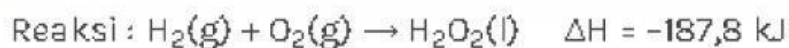


Tahapan reaksi yang berkaitan dengan entalpi dapat juga digambarkan dengan diagram bertingkat atau siklus. Diagram bertingkat nilai entalpi reaksi dinyatakan dalam skala, sedangkan tanda entalpi reaksi dinyatakan dengan arah panah. Panah arah ke atas diberi tanda positif, sedangkan arah ke bawah diberi tanda negatif.



Jika suatu persamaan reaksi dibalik, maka ubah tanda ΔH dari (+) menjadi (-) atau sebaliknya.

Contoh :



B. Menghitung Harga ΔH Reaksi Melalui Data Energi Ikatan

Energi ikatan adalah energi yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan kimia antar atom dalam 1 mol molekul senyawa yang berwujud gas menjadi atom-atom gas pada keadaan standar. Reaksi kimia antar molekul dapat dianggap berlangsung dua arah di mana pada tahap pertama terjadi pemutusan ikatan pada pereaksi dan kedua pembentukan ikatan pada produk.

Reaksi kimia antara molekul-molekul terjadi akibat adanya pemutusan ikatan yang ada dan pembentukan ikatan baru atom-atom. Baik pemutusan maupun pembentukan ikatan memerlukan energi. ΔH merupakan selisih energi ikatan pemutusan dengan energi ikatan pembentukan. Berarti ΔH merupakan selisih dari energi ikatan pereaksi dengan energi ikatan hasil reaksi.

Secara umum, perhitungan ΔH reaksi berdasarkan data energi ikatan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta H \text{ reaksi} = \Sigma \text{ energi ikatan pereaksi} - \Sigma \text{ energi ikatan produk}$$

Tabel Harga Energi Ikatan Rata-Rata

Ikatan	Energi (kJ/mol)	Ikatan	Energi (kJ/mol)	Ikatan	Energi (kJ/mol)
Br – Cl	218	C – N	293	I – I	151
C – Br	293	C – O	351	N – H	391
C – C	347	C = O	803	N – N	159
C = C	598	Cl – Cl	242	N = N	418
C $\equiv$ C	820	H – Br	366	O – H	463
C – Cl	351	H – Cl	431	O – O	142
C – F	452	H – H	453	O = O	498
C – H	413	H – I	298	S – O	469
C – I	234	H – N	390	S = O	323

Contoh Soal

Diketahui energi ikatan:

C – H = 415 kJ/mol

C = C = 607 kJ/mol

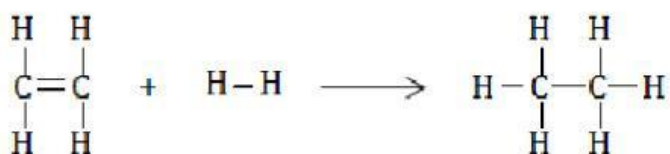
C – C = 348 kJ/mol

H – H = 436 kJ/mol

Ditanya :

ΔH_{reaksi} pada reaksi : $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$

Jawab:



$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaksi}} &= \Sigma \text{energi pemutusan ikatan} - \Sigma \text{energi pembentukan ikatan} \\ &= \{4 (\text{C} - \text{H}) + (\text{C} = \text{C}) + (\text{H} - \text{H})\} - \{6 (\text{C} - \text{H}) + (\text{C} - \text{C})\} \\ &= \{(\text{C} = \text{C}) + (\text{H} - \text{H})\} - \{2 (\text{C} - \text{H}) + (\text{C} - \text{C})\} \\ &= (607 + 436) - (2 \times 415 + 348) \\ &= 1.043 - 1.178 \\ &= -135 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Jadi, $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \quad \Delta H = -135 \text{ kJ}$

Pembuktian Hukum Hess



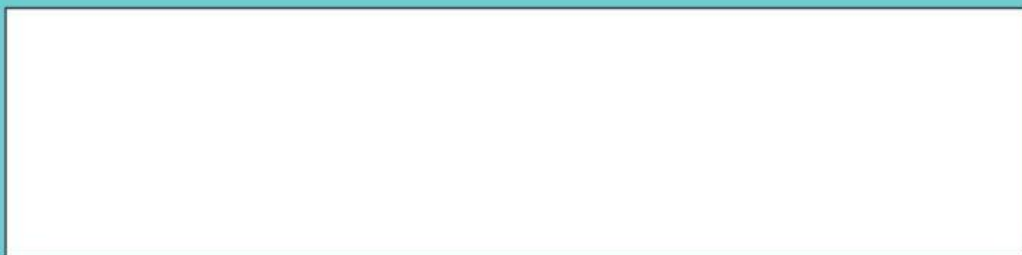
<https://youtu.be/vELLkrP8HNo?si=-gVnvLX53FrPkZyI>

Berdasarkan data percobaan dari video praktikum diatas, jawablah beberapa pertanyaan dibawah ini!

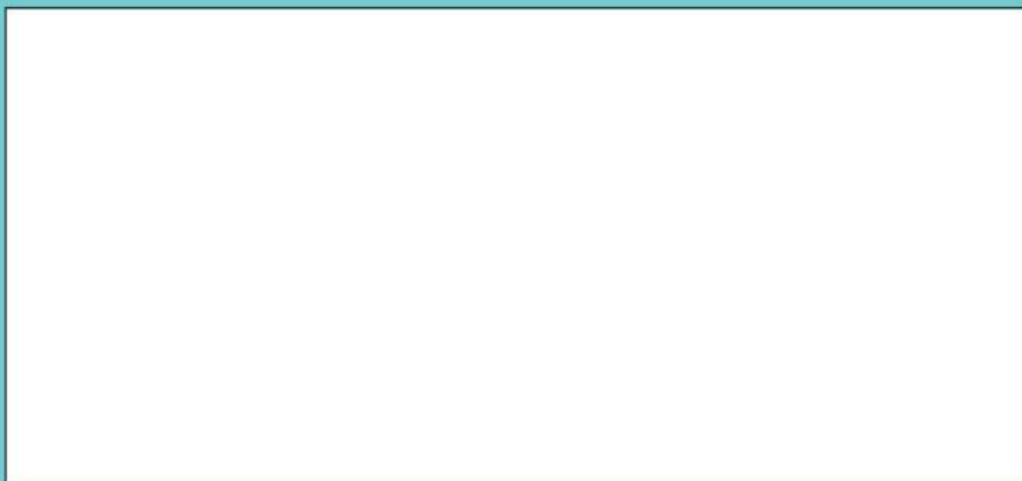
1. Hitunglah masing-masing mol dari 0,2 gr KOH, 0,1 M HCl, dan 0,05 HCl



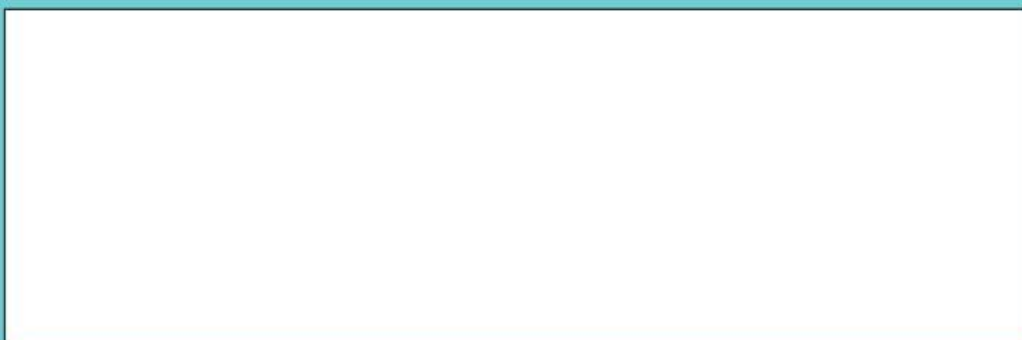
2. Tuliskanlah suhu awal dan suhu akhir di masing-masing percobaan!



3. Tuliskanlah persamaan reaksi HCl langsung dicampur dengan KOH dan persamaan reaksi HCl dengan KOH yang dilarutkan terlebih dahulu!



4. Hitunglah nilai masing-masing ΔH ! $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$



Reflecting

Merefleksikan

Berdasarkan penjelasan diatas dan analisis yang telah dilakukan mengenai pembuktian hukum hess, apa yang dapat anda simpulkan? Diskusikanlah bersama kelompok masing-masing!



Extending

Memperluas

Bacalah soal-soal pilihan ganda berikut dengan seksama sebelum anda menjawabnya.

<https://docs.google.com/forms/d/1SeLJk9OeUj4PWxqcjcxL1SGk11VLcf542XztT6cF98/prefill>

Daftar Pustaka

Haris Watoni, A. 2014. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Yrama Widya

Kuswati, Tine Maria, Ernavita, Ratih, dan Sukardjo. 2018. Kimia. Jakarta: Bumi aksara.

Rahardjo, Sentosa Budi dan Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen 2 untuk Kelas XI SMA/MA Kelompok Peminatan MIPA. Solo. Tiga Serangkai

Sudarmo, Unggul. 2016. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga.

Suyatno, Aris Purwadi, Hanang Widayanto, dan Kuncoro PR. 2007. Kimia SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Grasindo.

