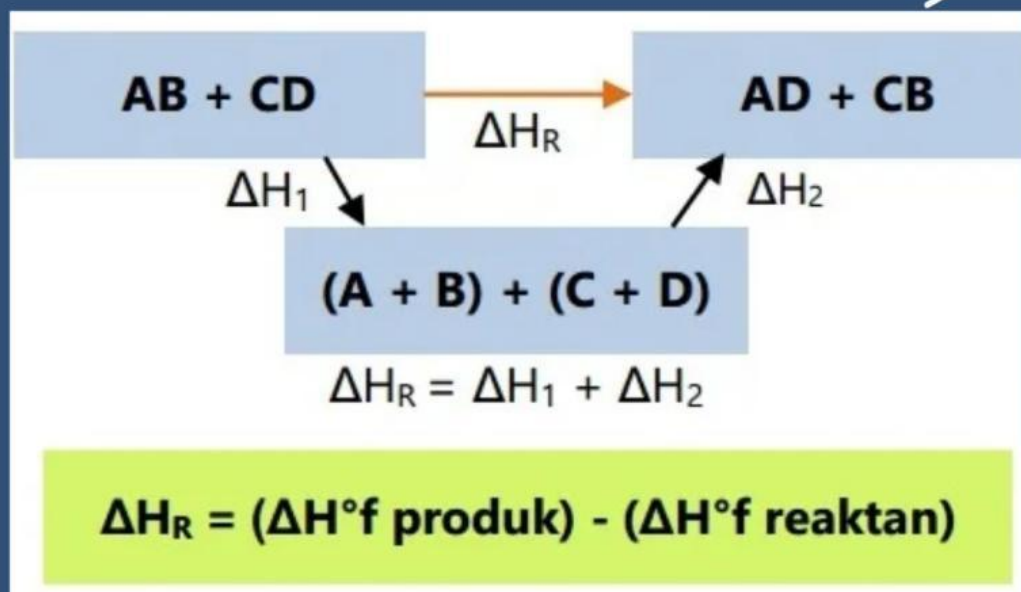




**PERTEMUAN 4**  
**E-LKPD**  
**TERMOKIMIA**  
**BERBASIS PQ4R**  
**UNTUK KELAS XI SMA/MA**

**“Hukum Hess dan Energi Ikatan”**



**Nama Penyusun:**  
**Izzati Hulwani**

**Dosen Pembimbing:**  
**Dr. Lenny Anwar, M.Si**  
**Dra. Hj. Erviyenni, M.Pd**

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

### Hukum Hess dan Energi ikatan



#### Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menghitung perubahan entalpi reaksi secara tidak langsung (Hukum Hess)
2. Peserta didik dapat menghitung perubahan entalpi reaksi berdasarkan data energi ikatan rata-rata

Assalamualaikum Ananda Semua, pada kegiatan pembelajaran kali ini, ibu akan ditemani oleh Farhan untuk menemani Ananda dalam pengerjaan E-LKPD ini

Assalamualaikum, halo teman-teman semua. Nama saya Farhan. Untuk mengerjakan E-LKPD ini silahkan isi data kalian pada kotak dibawah ini ya!



Kelas:  
Kelompok:  
Anggota Kelompok

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....



## Wacana 1

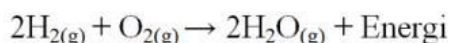


Gambar 10. *Fuel Cell Truck*  
Sumber: motomobinews

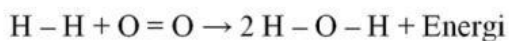
BBH atau bahan bakar hidrogen atau *fuel cell* adalah sumber energi masa depan bersifat *ecoenergy* dengan proses pembakaran yang hanya menghasilkan air dan energi (listrik dan panas). Gas hidrogen memiliki potensi yang luar biasa sebagai sumber bahan bakar dan energi

Ketika terbakar, hidrogen melepaskan energi berupa panas dan menghasilkan air sebagai bahan buangan, sama sekali tidak mengeluarkan karbon. Dengan reaksi sebagai berikut

Pembakaran hidrogen dapat diformulasikan:



atau jika ditulis dengan rumus bangunnya akan menjadi seperti berikut



Pembakaran hidrogen tersebut terjadi secara ekstermik. Hidrogen tergolong molekul yang sangat relatif sehingga pembakaran dapat berlangsung dengan mudah. Reaksi menghasilkan dua molekul air yang terdiri dari sepasang ikatan O-H. Energi total yang dihasilkan reaksi pembakaran hidrogen ini adalah -485 kJ, energi yang cukup besar untuk membuat suatu ledakan





## Wacana 2

Entalpi merupakan suatu fungsi keadaan, yang hanya bergantung dengan keadaan awal dan akhir dari tiap reaksi serta hasil reaksi dengan tanpa memperhatikan jalan dari perubahan zat tiap reaksi menjadi hasil reaksi. Dalam perhitungan entalpi yang sudah dilakukan sebelumnya, entalpi bisa ditentukan dengan cara menghitung kalor reaksi pada tekanan yang tetap.



Gambar 11. Germain Hess  
Sumber: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

Meski demikian, tak semua reaksi bisa diketahui dengan jelas jumlah kalor reaksinya pada saat itu juga. Pada tahun 1840, ahli Kimia yang berasal dari Rusia, bernama Germain Henri Hess, melakukan manipulasi terhadap persamaan termokimia guna untuk menghitung  $\Delta H$  yang terdapat dalam sebuah hukum yang dinamai dengan hukum Hess atau hukum penjumlahan kalor. Germain Henry Hess menyatakan bahwa :

“Apabila sebuah reaksi berlangsung dalam dua tahap reaksi atau pun lebih, maka perubahan entalpi terhadap reaksi tersebut akan bernilai sama dengan jumlah perubahan entalpi dari seluruh tahapan yang terjadi”.

Tuliskan ide pokok yang kamu temukan pada wacana sebelumnya!



## QUESTION

Buatlah pertanyaan berdasarkan ide pokok yang telah kamu peroleh pada kolom ini!

## READ



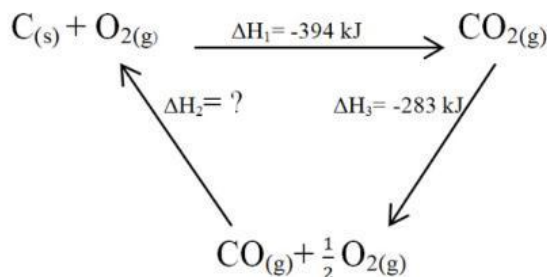
Bacalah materi dengan seksama dan jawablah pertanyaan yang telah kalian ajukan pada tahap *question*!

### Hukum Hess

Bunyi Hukum Hess:

"Entalpi reaksi tak tergantung pada jalannya sebuah reaksi, tetapi tergantung pada hasil akhir dari reaksi tersebut".

Tidak semua perubahan entalpi dapat ditentukan secara langsung dengan kalorimeter.



Gambar. Diagram Hess  
Sumber: Buku Erlangga

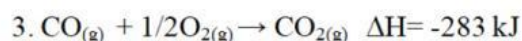
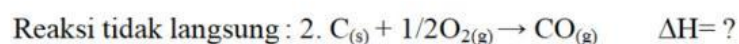
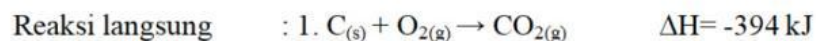
Perubahan entalpi hanya ditentukan oleh keadaan awal dan keadaan akhir dan tidak dipengaruhi oleh (langkah) jalannya reaksi, maka dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{langsung}} &= \Delta H_{\text{tak langsung}} \\ \Delta H_1 &= \Delta H_2 + \Delta H_3 \\ \Delta H_2 &= \Delta H_1 - \Delta H_3 \\ &= -394 \text{ kJ} - (-283 \text{ kJ}) \\ &= -111 \text{ kJ} \end{aligned}$$

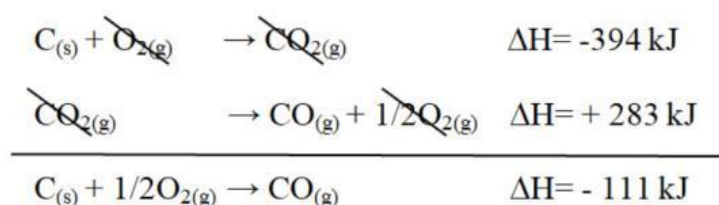


Dengan cara tersebut, maka dapat ditentukan perubahan entalpi pembentukan gas CO adalah sebesar -111 kJ.

Cara lain dapat dilakukan dengan analisis terhadap persamaan termokimia dari masing-masing reaksi berikut.



Apabila reaksi 3 dibalik dan dijumlahkan dengan reaksi 1, maka akan diperoleh reaksi pembentukan gas CO.



## Energi Ikatan

Energi ikatan adalah energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol ikatan dari satu molekul dalam wujud gas. Teruntuk molekul yang kompleks, memecahkan molekul itu menjadi bentuk-bentuk atom bebas dibutuhkan energi yang disebut energi atomisasi. Nilai dari energi atomisasi tersebut merumakan energi ikatan dari atom-atom di dalam molekul tersebut. Perhatikan reaksi berikut ini.



Dalam 1 mol Gas hidrogen diatomik ( $H_2$ ) terdapat sebuah ikatan antara H-H yaitu ikatan kovalen non polar. Pada proses penguraian gas  $H_2$  tersebut menjadi atom-atomnya akan terjadi pemutusan ikatan dengan sejumlah energi. Energi tersebutlah dikatakan sebagai energi ikatan (Das Salirawati:2007).





Berikut data energi ikatan rata-rata beberapa molekul:

Ikatan	Energi Ikatan Rata-rata (kJ/mol)	Ikatan	Energi Ikatan Rata-rata (kJ/mol)
C–C	384	C–Br	276
C=C	607	C–I	238
C≡C	833	H–H	436
C–O	356	H–F	563
C=O	724	H–Cl	432
C–N	292	H–Br	366
C=N	619	H–I	299
C≡N	879	H–N	391
C–H	415	H–O	463
C–F	484	H–S	338
C–Cl	338	H–Si	376

Tabel 1. Energi Ikatan Rata-rata  
Sumber: General Chemistry Principle and  
Structure, James E. Brady

Rumus Energi Ikatan adalah sebagai berikut :

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Sigma D_{\text{Reaktan}} - \Sigma D_{\text{Produk}}$$

Untuk materi lebih lengkapnya, bisa scan barcode atau klik link dibawah ini!



E-book

KLIK VIDEO

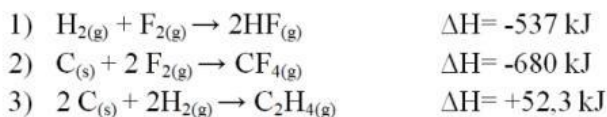


## REFLECT

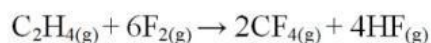


Jawablah pertanyaan dibawah ini berdasarkan informasi yang kalian dapat dari materi pada tahap *Read* serta wacana pada tahap *Preview*, dan tuliskan pada kolom ini!

- Diketahui perubahan entalpi dari reaksi:



Tentukanlah perubahan entalpi reaksi:



Jawab:

- Diketahui energi ikatan rata-rata dari:

C-C: 348 kJ/mol

C=C: 614 kJ/mol

C≡C: 839 kJ/mol

C-H: 413 kJ/mol

H-H: 436 kJ/mol

tentukan perubahan entalpi dari reaksi:  $\text{C}_2\text{H}_{2(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_{6(g)}$

Jawab:






## RECITE



Buatlah rangkuman berdasarkan wacana dan materi yang telah kalian baca!

## REVIEW



Komunikasikanlah hasil diskusi dan jawaban pertanyaan kelompokmu di depan kelas!



## Glosarium



- Energi: kapasitas untuk melakukan kerja ( $w$ ) atau menghasilkan panas ( $\text{kalar} = q$ ).
- Entalpi: jumlah total energi kalar yang terkandung dalam suatu materi.
- Kalar: perpindahan energi panas, atau termal dari dua benda yang berbeda suhunya.
- Lingkungan: hal-hal yang diluar sistem yang membatasi sistem dan dapat mempengaruhi sistem.
- Persamaan termokimia: terdiri atas persamaan reaksi kimia setara dan wujud masing-masing reaktan maupun produk serta perubahan entalpi yang menyertai reaksi tersebut.
- Perubahan entalpi: kalar yang diterima atau dilepas oleh suatu reaksi.
- Reaksi Eksoterm: reaksi yang melepas kalar dari sistem ke lingkungan, ditandai dengan kenaikan suhu sistem.
- Reaksi Endoterm: reaksi yang menyerap kalar dari lingkungan ke sistem, ditandai dengan penurunan suhu sistem.
- Sistem: segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam mempelajari perubahan energi.
- Termokimia: ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara kalar, panas dengan reaksi kimia atau proses-proses yang berhubungan dengan reaksi kimia.



## DAFTAR PUSTAKA



Crys Fajar Pratana, Antuni Wiyarsi. (2009), Mari Belajar Kimia. Jakarta: BSE

Brady, James E. (1990). General chemistry: principles and structure, fifth edition. John Wiley & Sons.

