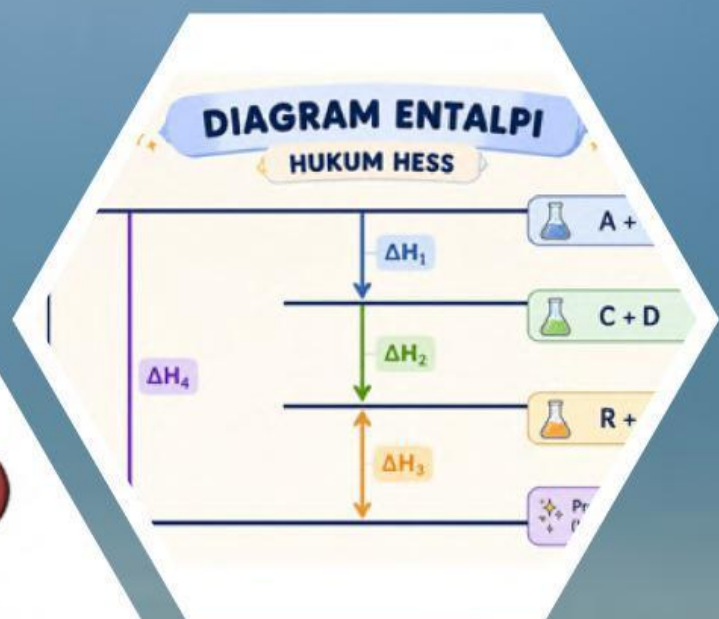
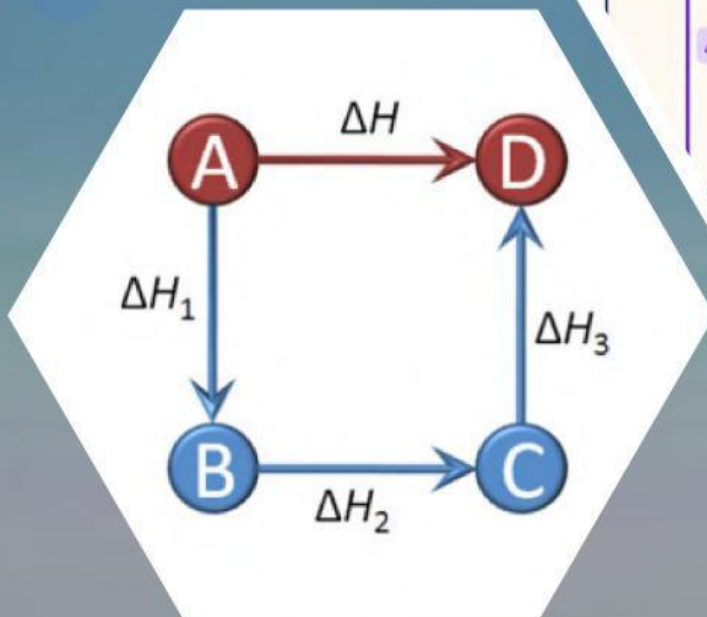


E-LKPD INTERAKTIF

BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS (KPS)

HUKUM HESS



UNTUK
SMA/MA

11

Disusun Oleh :
Nurfika Putri Utami
Dr. Rahmi Susanti, M.Si.
Desi, S.Pd., M.T., M.A., Ph.D.

IDENTITAS DIRI

Nama : _____

Kelas : _____

Sekolah : _____



PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

1. Gunakan E-LKPD ini untuk mempelajari materi melalui kegiatan berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS).
2. Tuliskan identitas diri pada bagian yang telah disediakan.
3. Bacalah petunjuk dan tujuan pembelajaran terlebih dahulu.
4. Pelajari materi yang tersedia pada E-LKPD dengan teliti.
5. Kerjakan setiap kegiatan sesuai urutan yang ada.
6. Tuliskan jawaban pada tempat yang telah disediakan.
7. Periksa kembali jawaban sebelum melanjutkan kegiatan berikutnya.
8. Pastikan semua kegiatan telah dikerjakan dengan lengkap.



CAPAIAN PEMBELAJARAN

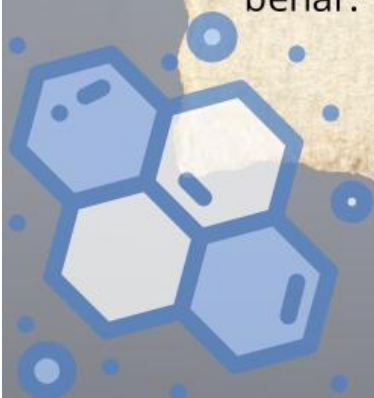


Pada akhir Fase F, peserta didik memiliki kemampuan:

1. menganalisis hubungan struktur atom dengan sistem periodik unsur;
2. membandingkan jenis ikatan kimia serta kaitannya dengan bentuk molekul dan gaya intermolekuler dalam memprediksi sifat fisik materi;
3. **mengaitkan perubahan entalpi standar dari suatu reaksi kimia dengan sumber energi yang ada di lingkungan sekitar;**
4. menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi;
5. menganalisis kesetimbangan kimia dan penerapannya;
6. menjelaskan daya hantar listrik dan sifat koligatif larutan;
7. menjelaskan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari;
8. menjelaskan senyawa karbon dan makromolekul.

TUJUAN PEMBELAJARAN

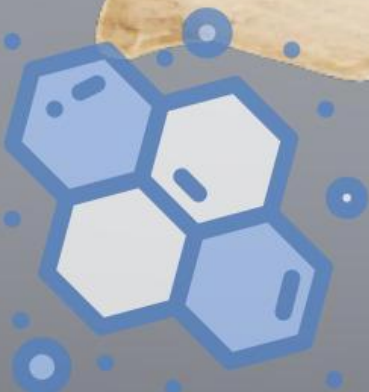
1. Melalui pengamatan video, peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi (ΔH) berdasarkan Hukum Hess.
2. Melalui analisis diagram siklus reaksi, peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi dengan benar.



ASPEK-ASPEK KETERAMPILAN PROSES SAINS



Aspek	Deskriptor
Mengamati	Menggunakan lima indera untuk mencari informasi tentang objek seperti karakteristik objek, sifat, persamaan, dan fitur identifikasi lain.
Mengkomunikasikan	Menggunakan multimedia, tulisan, grafik, gambar, atau cara lain untuk berbagi temuan
Mengukur	Membandingkan kuantitas yang tidak diketahui dengan jumlah yang diketahui, seperti: standar dan non-standar satuan pengukuran.
Menyimpulkan	Membentuk ide-ide untuk menjelaskan pengamatan.





Kegiatan Pembelajaran 4



Aspek KPS: Mengamati

A. Perubahan Entalpi Berdasarkan Hukum Hess

Tidak semua reaksi kimia berlangsung dalam satu tahap. Salah satu contohnya adalah proses pembentukan gas metana dari sampah organik yang kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memasak. Untuk memahami proses tersebut, amatilah tayangan video berikut ini!



Sumber: youtube.com/ArasyArt

Pindai kode batang untuk melihat video



Video 1. Pengolahan sampah menjadi gas metana

Gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari pengolahan sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk memasak, pembangkit listrik, atau bahan bakar kendaraan. Namun, jika dibiarkan lepas ke lingkungan tanpa pengelolaan, metana dapat menjadi gas rumah kaca yang memicu terjadinya pemanasan global.

Pembentukan gas metana melibatkan reaksi kimia yang disertai perubahan entalpi. Pada beberapa reaksi, perubahan entalpi tidak dapat ditentukan secara langsung sehingga perlu dihitung menggunakan data reaksi lain yang telah diketahui. Perhitungan tersebut dapat dilakukan menggunakan Hukum Hess, yang menyatakan bahwa perubahan entalpi total suatu reaksi hanya bergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir reaksi.

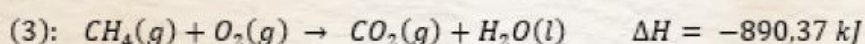
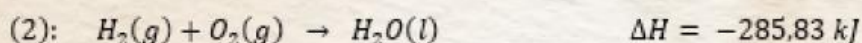
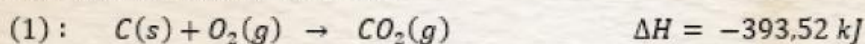


Yuk Berpikir

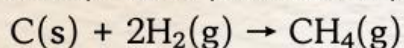
Setelah mengamati video di atas, jawablah pertanyaan berikut!

1. Bagaimana proses pengolahan sampah agar dapat menghasilkan gas metana untuk bahan bakar memasak?

2. Perhatikan reaksi berikut:



Setarakan terlebih dahulu ketiga persamaan reaksi di atas. Selanjutnya, gunakan Hukum Hess untuk menentukan perubahan entalpi (ΔH) pada reaksi pembentukan 1 mol gas metana berikut.

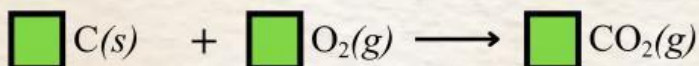


Lengkapilah persamaan reaksi dan nilai ΔH pada kotak-kotak berikut sesuai langkah penyelesaian yang diberikan!

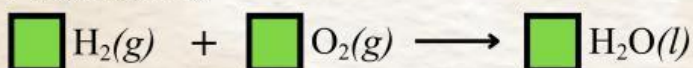
Penyelesaian:

1. Setarakan terlebih dahulu ketiga persamaan reaksi berikut dengan menambahkan koefisien pada kotak kosong.

Persamaan 1:



Persamaan 2:



Persamaan 3:





2. Persamaan (1) ditulis tetap (koefisien dan ΔH tidak berubah).



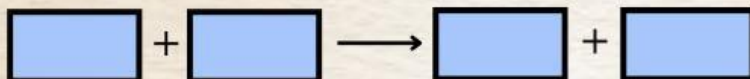
$\Delta H =$

3. Persamaan (2) dikali 2 sehingga seluruh koefisien dan nilai ΔH juga dikali 2.



$\Delta H =$

4. Persamaan (3) dibalik sehingga ruas kiri dan kanan bertukar serta tanda ΔH berubah.



$\Delta H =$

5. Eliminasi zat-zat yang sama yang muncul pada ruas kiri dan ruas kanan sehingga diperoleh persamaan reaksi yang lebih sederhana dan tentukan nilai perubahan entalpinya.



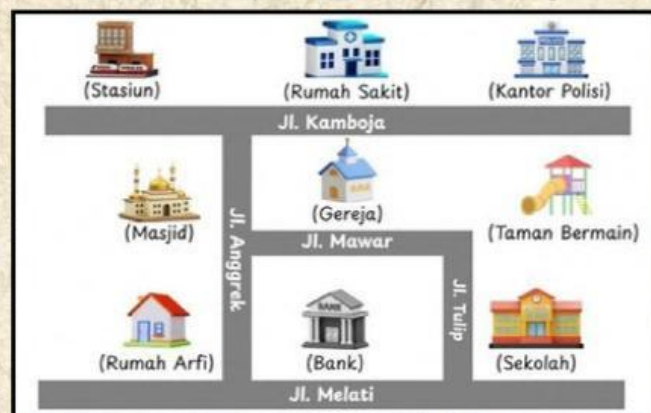
$\Delta H =$



B. Perubahan Entalpi Berdasarkan Diagram Siklus

Bacalah wacana berikut untuk memahami konsep perubahan entalpi berdasarkan diagram siklus!

Seorang siswa yang akan berangkat ke sekolah memiliki dua pilihan rute perjalanan. Rute pertama melalui Jalan Melati yang langsung mengarah ke sekolah. Rute kedua, melewati Jalan Anggrek, lalu ke Jalan Mawar, dan ke Jalan Tulip hingga sampai di sekolah. Meskipun rute yang dilalui berbeda, Arfi tetap tiba di tujuan yang sama.



Gambar 2. Denah Lokasi

Meskipun jalur yang ditempuh berbeda, tujuan akhir yang dicapai tetap sama. Hal ini serupa dengan reaksi kimia yang dapat melalui berbagai tahap, tetapi menghasilkan perubahan energi yang sama.

Yuk Berpikir

1. Dalam kehidupan sehari-hari, kendaraan bermotor menggunakan bensin sebagai bahan bakar agar mesin dapat bekerja. Bensin mengandung unsur karbon (C) yang akan mengalami pembakaran saat mesin menyala. Proses pembakaran tersebut menghasilkan gas buang, seperti gas karbondioksida (CO_2) dan gas karbonmonoksida (CO). Karbonmonoksida yang terbentuk berbahaya bagi tubuh jika terhirup di ruang tertutup dengan mesin kendaraan menyala.

Aspek KPS: Mengkomunikasikan dan Mengukur



Gas karbondioksida dapat terbentuk melalui dua cara, yaitu secara langsung dan tidak langsung.

1. Pada cara langsung, karbon dalam bensin bereaksi dengan oksigen membentuk karbondioksida.
2. Pada cara tidak langsung, karbon terlebih dahulu membentuk karbonmonoksida dan melepaskan kalor sebesar 111 kJ. Selanjutnya, gas tersebut bereaksi kembali dengan oksigen membentuk karbondioksida dan melepaskan kalor sebesar 283 kJ.

Penyelesaian:

1. Gunakan informasi pada wacana di atas untuk menentukan nilai ΔH_1 yang belum diketahui. Perhatikan arah panah pada diagram, kemudian tuliskan nilai ΔH_1 pada kotak yang tersedia.
2. Pindahkan jawaban yang tersedia berikut ke dalam kotak kosong pada diagram siklus sehingga menunjukkan bahwa karbondioksida terbentuk melalui dua tahapan reaksi.

Pilihan Jawaban

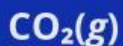
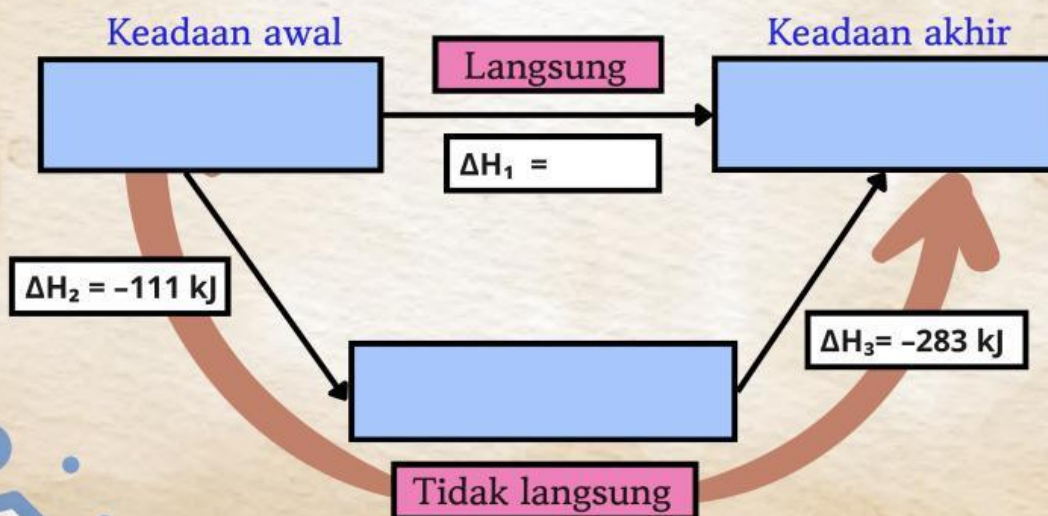


Diagram siklus pembentukan karbondioksida:



Aspek KPS: Mengkomunikasikan dan Mengukur



2. Gas nitrogen dioksida (NO_2) merupakan salah satu gas pencemar udara yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor dan industri. Pembentukan NO_2 dapat berlangsung melalui dua tahap reaksi, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung, nitrogen bereaksi dengan oksigen membentuk nitrogen dioksida. Secara tidak langsung, nitrogen terlebih dahulu membentuk nitrogen monoksida (NO), kemudian NO bereaksi kembali dengan oksigen membentuk nitrogen dioksida.

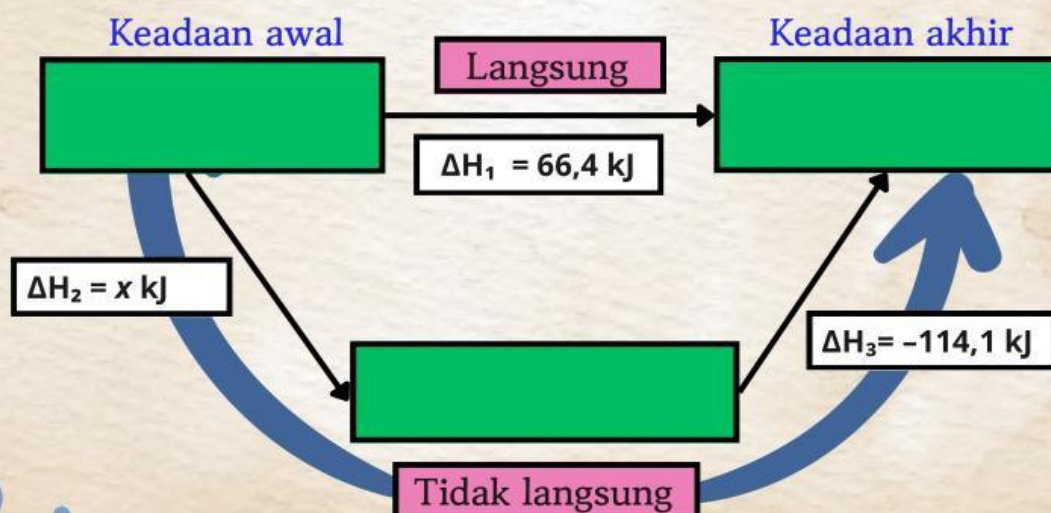
Penyelesaian:

1. Tentukan nilai ΔH_2 yang belum diketahui berdasarkan data pada diagram siklus.
2. Lengkapilah diagram siklus dengan memindahkan pilihan jawaban ke posisi yang tepat.

Pilihan Jawaban



Diagram siklus pembentukan nitrogen dioksida:



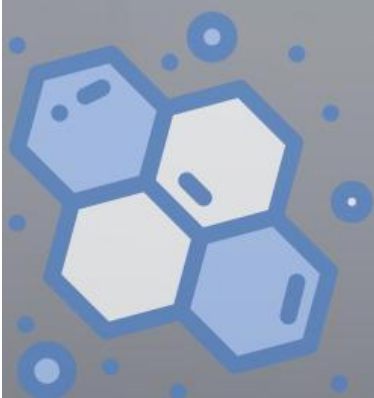
KESIMPULAN



Simpulkan hasil kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan dengan menjawab pertanyaan berikut!

1. Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi berdasarkan Hukum Hess?

2. Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi melalui diagram siklus reaksi?

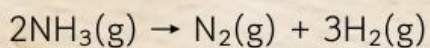


LATIHAN SOAL



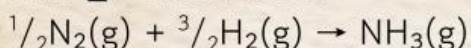
Bacalah soal dengan teliti, lalu pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Diketahui:



mempunyai $\Delta H = +92 \text{ kJ}$

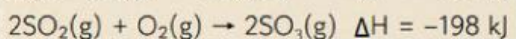
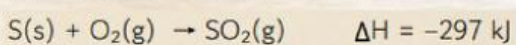
Nilai ΔH untuk reaksi:



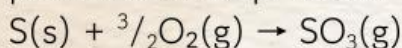
adalah

- 184 kJ
- +92 kJ
- 92 kJ
- +46 kJ
- 46 kJ

2. Perhatikan reaksi berikut.



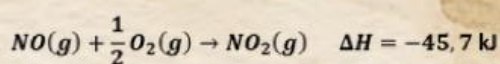
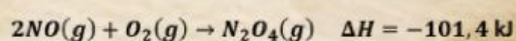
Berdasarkan Hukum Hess, perubahan entalpi reaksi:



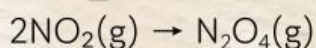
adalah

- 396 kJ
- 495 kJ
- 594 kJ
- +396 kJ
- +495 kJ

3. Diketahui data berikut.



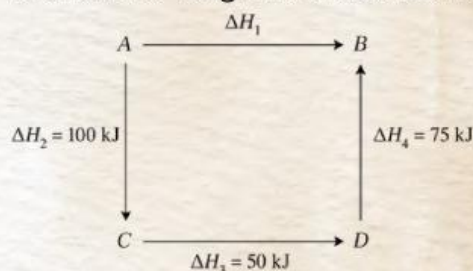
Nilai ΔH untuk reaksi:



adalah

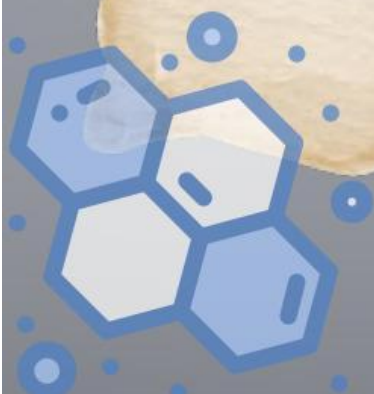
- 10,0 kJ
- +10,0 kJ
- 55,7 kJ
- +55,7 kJ
- 147,1 kJ

4. Perhatikan diagram siklus berikut.



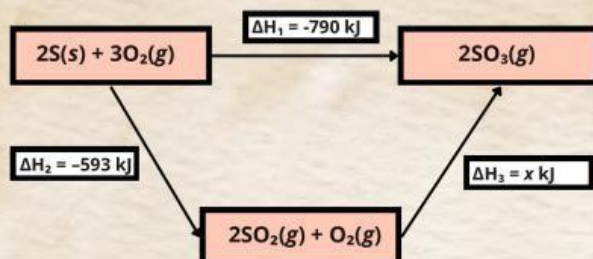
Berdasarkan diagram tersebut, nilai ΔH_1 pada siklus tersebut adalah

- 125 kJ
- 175 kJ
- 225 kJ
- 250 kJ
- 275 kJ



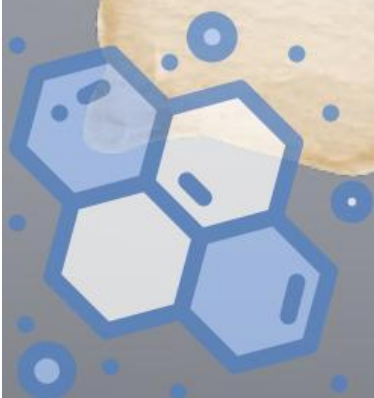


5. Perhatikan diagram siklus berikut.



Maka nilai ΔH_3 pada siklus tersebut adalah

- a. -1.383 kJ
- b. -197 kJ
- c. $+1.383 \text{ kJ}$
- d. -790 kJ
- e. $+593 \text{ kJ}$



DAFTAR PUSTAKA



Arasy Art. (2022). *Pembentukan gas metana* [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/hMd6S4r19Vg>

Bashyal, J. (2026, Juni 28). *Hess's law (AS and A Level Chemistry)*. Science Info.
<https://scienceinfo.com/hesss-law/>

Purba, M., & Sarwiyati, E. (2018). *Kimia untuk SMA/MA kelas XI*. Erlangga.

Sudarmo, U. (2023). *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Erlangga.

