KURIKULUM MERDEKA

KELOMPOK 4

NADYA SUSI PRISKILA POENDEY
RAHMATIA
A. SELFIRA GANDI

E-LKPD

XI SMA

TERMOKIMIA



LIVEWORKSHEETS

KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

Termokimia adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari perubahan kalor atau enerrgi yang menyertai suatu reaksi kimia, baik yang diserap maupun yang dilepaskan. Perubahan energi dalam reaksi kimia terjadi dalam bentuk kalor reaksi, yang sebagian besar berlangsung pada keadaan tetap sehingga kalor reaksi dinyatakan sebagai perubahan entalpi (ΔH). Kalor adalah salah satu bentuk energi yang dapat diterima atau dilepaskan oleh suatu materi.

A. Hukum Kekekalan Energi (Hukum I Termodinamika)

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa "energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya" ini lebih dikenal dengan hukum Termodinamika I. Hukum ini ditemukan berkat beberapa precobaan yang dilakukan James Prescott Joule (1818-1889), seorang ahli fisika berkebangsaan inggris.





Menurut hukum kekekalan energi (Hukum I Termodinamika), yang benar mengenai energi dalam suatu sistem adalah ...

- [ ] a. Energi dapat diciptakan dan dimusnahkan sesuai kebutuhan reaksi
- [ ] b.Energi dapat berubah bentuk, tetapi jumlahnya tetap konstan
- [ ] c. Energi hanya dapat bertambah tanpa dapat berkurang dalam sistem
- [ ] d. Energi hanya dapat berpindah dari lingkungan ke sistem dalam reaksi eksoterm



LIVEWORKSHEETS

KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

B. Sistem dan Lingkungan

Sistem merupakan reaksi atau proses yang sedang menjadi pusat perhatian kita, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar atau di sekitar sistem.



Gambar 1. Campuran Zn dan asam klorida

Berdasarkan reaksi pada gambar disamping, logam seng dan asam klorida merupakan sistem, sedangkan tabung reaksi dan udara di sekitarnya disebut lingkungan. Berdasarkan interaksi yang terjadi antara sistem dan lingkungan, dibedakan tiga macam sistem yaitu sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi.



Gambar 2. Contoh sistem (a) terbuka (b) tertutup dan (c) terisolasi

a. Sistem Terbuka
Sistem terbuka adalah suatu sistem yang memungkinkan terjadi perpindahan energi dan zat (materi) antara lingkungan dengan sistem. Pertukaran materi artinya ada hasil reaksi yang dapat meninggalkan sistem (wadah reaksi), misalnya gas, atau ada sesuatu dari lingkungan yang dapat memasuki sistem.
b. Sistem Tertutup
Sistem tertutup adalah suatu sistem yang memungkinkan terjadi perpindahan energi antara sistem dan lingkungan, tetapi tidak dapat terjadi pertukaran materi.
c. Sistem Terisolasi
Sistem terisolasi adalah sistem yang tidak memungkinkan terjadinya perpindahan energi dan materi antara sistem dengan lingkungan

Hubungkan gambar berikut dengan pernyataan yang sesuai:







Sistem Terbuka

Sistem Tertutup

Sistem Terisolasi

LIVEWORKSHEETS

KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

C. ENERGI DALAM

Energi dalam (internal energy) merupakan jumlah energi yang dimiliki oleh suatu zat atau sistem yang dilambangkan E. Energi dalam suatu zat tidak dapat diukur rnamun yang penting dalam termokimia adalah menentukan perubahan energi dalam (ΔE), yaitu selisih antara energi dalam produk (EP) dengan energi dalam pereaksi (ER).

Rumus:

$$\Delta E = E_P - E_R$$

Ket:

E_P = energi dalam produk

E_R = energi dalam pereaksi

Perubahan energi dalam dapat berupa kalor yang diserap atau dibebaskan (q) dan kerja yang dilakukan atau diterima (w). Sehingga, perubahan energi sistem sama dengan:

Rumus:

$$\Delta E = q + w$$

Keterangan:

ΔE = perubahan energi dalam (J)

q = jumlah kalor yang diserap atau dilepas sistem (J)

w = kerja yang dilakukan sistem (J)

Perpindahan energi antara sistem dan lingkungan dapat berupa kalor (q) maupun berupa kerja (w). Harga q dan w dapat bernilai positif atau negatif, jika:

- Sistem menerima kalor (q > 0), q bertanda positif (+).
- Sistem membebaskan kalor (q < 0), q bertanda negatif (-).
- Sistem melakukan kerja (w < 0), w bertanda negatif (-).
- Sistem menerima kerja (w > 0), w bertanda positif (+)

sebutkan cara baca rumus berikut dengan benar

$$\Delta E = E_P - E_R$$

$$\Delta E = q + w$$

LIVEWORKSHEETS

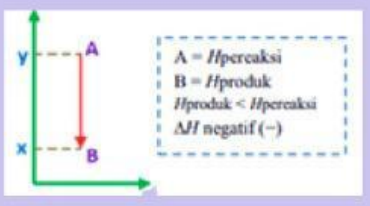
KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

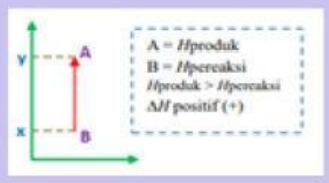
D. REAKSI EKSOTERMIK DAN ENDOTERMIK

I. REAKSI EKSOTERM

Reaksi eksoterm adalah reaksi yang disertai dengan perpindahan kalor dari sistem ke lingkungan. Artinya, sistem membebaskan energi, sehingga entalpi sistem akan berkurang dimana entalpi produk lebih kecil dari pada entalpi pereaksi. Oleh karena itu perubahan entalpi (ΔH) bertanda negatif. Contohnya reaksi pembakaran.



$$C_3H_8\,(g) + 5O_2\,(g) \rightarrow 3CO_2\,(g) + 4H_2O(l) + \text{panas}$$



2. Reaksi Endoterm

Reaksi endoterm adalah reaksi perpindahan kalor dari lingkungan ke sistem. Artinya, sistem menyerap energi, sehingga entalpi sistem akan bertambah dimana produk lebih besar dari pada entalpi pereaksi. Oleh karena itu perubahan entalpi (ΔH) bertanda positif.

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$$

dengarkan suara berikut dan tuliskan jawabanya



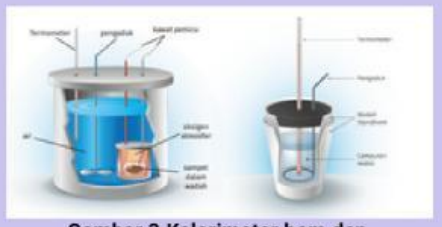
LIVEWORKSHEETS

KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

E. KALORIMETRI

Di laboratorium, pertukaran kalor dalam proses fisika ataupun kimia diukur dengan menggunakan suatu alat yang disebut kalorimeter, sedangkan kegiatan pengukuran perubahan kalor dengan menggunakan kalorimeter disebut dengan kalorimetri. Kalor yang dilepas oleh satu benda akan diserap oleh benda yang lain sesuai dengan hukum kekekalan energi. Sebenarnya, kalor tidak dapat diukur secara langsung dengan alat, tetapi kita dapat mengukur perubahan suhu dengan menggunakan termometer.



Gambar 3 Kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana

Kapasitas kalor adalah energi yang diperlukan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1°C. Antara suhu dan kalor dihubungkan dengan persamaan sebagai berikut:

Rumus:

$$q = C.\Delta T$$

Keterangan:
- q = kalor yang dilepaskan/diserap (J)
- C = kapasitas kalor ($J.°C^{-1}$)
- ΔT = perubahan suhu (°C)

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diserap atau diperlukan oleh 1 gram zat untuk menaikkan suhu sebesar 1°C. Jika kita menghitung kalor suatu zat berdasarkan massa zat tersebut maka digunakan persamaan berikut:

Rumus: $q = m.c.\Delta T$

Keterangan:
- q = kalor yang dilepaskan/diserap (J)
- m = massa (g)
- c = kalor jenis ($J.g^{-1}.°C^{-1}$)
- ΔT = perubahan suhu (°C)

Perbedaan utama antara energi dan kalor adalah Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja, sedangkan.....adalah energi yang berpindah karena perbedaan suhu



s	a	r	f	y	l	b
c	k	a	l	o	r	s
d	g	w	b	p	v	x
s	u	h	r	q	l	t
e	o	y	l	n	m	i

lengkapi titik titik diatas dengan mencari kata kunci pada kotak disamping

LIVEWORKSHEETS

KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

F. Entalpi dan Perubahan Entalpi

Ketika reaksi sedang berlangsung pada tekanan tetap, sistem dapat melakukan pertukaran kalor (qp) dan melakukan kerja (w), sehingga dapat digunakan rumus berikut untuk menghitung harga ΔE.



$$\Delta E = q_p + w$$
$$\Delta E = q_p - P.\Delta V$$
$$q_p = \Delta E + P.\Delta V$$

Karena P tetap maka $P.\Delta V = \Delta(PV)$ dan persamaannya menjadi:

$$q_p = \Delta(E + PV)$$

Kombinasi (E + PV) yang ada di ruas kanan dideinisikan sebagai entalpi (H). Entalpi disebut juga sebagai heat content (H), yakni besarnya kalor reaksi yang diukur pada tekanan tetap. Entalpi (H) dirumuskan sebagai jumlah energi yang terkandung dalam sistem (E) dan kerja (W).

$$H = E + PV$$

Dengan:
W = PV; dimana: W = kerrja sistem (J), V = Volume (l), E = energi (J), P = tekanan (atm)

Sehingga pada tekanan tetap berlaku: $q_p = \Delta(E + PV) = \Delta H$

Reaksi kimia banyak berlangsung dalam kondisi tekanan tetap, sehingga pertukaran kalor sama dengan perubahan entalpi. Perubahan entalpi dapat dideinisikan dengan persamaan:

$$\Delta H = H_{akhir} - H_{awal} \quad \text{atau} \quad \Delta H = H_{produk} - H_{reaktan}$$

Perubahan entalpi dapat bernilai positif dan negatif

G. Persamaan Termokimia

Persamaan termokimia merupakan persamaan reaksi kimia yang menyertakan jumlah kalor yang terlibat di dalam reaksi tersebut. Kalor yang terlibat dalam reaksi tersebut dilambangkan dengan ΔH. Jika reaksi tersebut melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan (reaksi eksotemik), maka ΔH akan berharga negatif. Sebaliknya, jika reaksi tersebut berlangsung dengan menyerap kalor dari lingkungan ke sistem (reaksi endotermik), maka ΔH akan berharga positif.

Perhatikan contoh-contoh persamaan termokimia berikut.

1. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ $\Delta H = +40{,}7\ kJ.mol^{-1}$
Artinya, untuk menguapkan 1 mol air diserap kalor sebesar 40,7 kJ (ΔH positif)
2. $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\Delta H = -40{,}7\ kJ.mol^{-1}$
terjadi pelepasan kalor sehingga harga ΔH menjadi negatif.

LIVEWORKSHEETS

H. PERUBAHAN ENTALPI DALAM KEADAAN STANDAR

Nilai suhu yang umum digunakan pada perubahan entalpi standar adalah 25°C dan tekanan 1 atm. Perubahan entalpi standar dilambangkan dengan ΔH°. Beberapa perubahan entalpi standar di antaranya perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°f), perubahan entalpi penguraian standar (ΔH°d), perubahan entalpi pembakaran standar (ΔH°c), dan perubahan entalpi pelarutan standar (ΔH°s).

Apabila pengukuran ΔH dilakukan untuk 1 mol zat pada kondisi standar, maka ΔH tersebut dinamakan sebagai entalpi molar. Entalpi molar adalah perubahan entalpi reaksi yang berkaitan dengan kuantitas zat yang terlibat dalam reaksi. Satuan ΔH adalah kJ dan satuan ΔH molar reaksi adalah kJ/mol.



a) Perubahan entalpi pembentukan standar

Perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°f) adalah perubahan entalpi yang terjadi dalam pembentukan 1 mol senyawa dari unsur unsurnya yang paling stabil pada keadaan standar (298 K, 1 atm, 1 molar).

Contoh:

$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H2O(g)$ $\quad \Delta H°_f = -241.8$ kJ Artinya, perubahan entalpi yang dilepaskan (ΔH negatif) untuk membentuk 1 mol gas H_2O dari unsur-unsurnya pada keadaan standar adalah 214.8 kJ.



b) Perubahan entalpi penguraian standar

Perubahan entalpi penguraian standar (ΔH°d) adalah perubahan entalpi yang terjadi pada penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya yang stabil pada keadaan standar (298 K, 1 atm, 1 molar).

Contoh:

Jika pada bahasan sebelumnya dibahas mengenai entalpi pembentukan standar ($\Delta H°_f$) H_2O:

$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ $\quad \Delta H°_f = -241.8$ kJ

maka untuk entalpi penguraian standar ($\Delta H°_d$) H_2O adalah:

$H_2O(g) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$ $\quad \Delta H°_d = +241.8$ kJ

Artinya, perubahan entalpi yang diserap (ΔH positif) untuk menguraikan 1 mol gas H_2O menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar adalah 241,80 kJ.

c) Perubahan entalpi pelarutan standar

Perubahan entalpi pelarutan standar (ΔH°s) adalah perubahan entalpi yang terjadi pada pelarutan 1 mol senyawa pada keadaan standar (298 K, 1 atm, 1 molar).

Contoh:

$HCl(g) \rightarrow HCl(aq)$ $\quad \Delta H°_s = -75,14$ kJ.mol^{-1}

Artinya, perubahan entalpi yang dilepaskan (ΔH negatif) pada pelarutan 1 mol HCl dalam keadaan standar adalah 75,14 kJ.

LIVEWORKSHEETS

KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

I. HUKUM HESS

Entalpi adalah suatu fungsi keadaan yang hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir reaksi, tanpa peduli tahapan-tahapan reaksi dari awal sampai akhir. Pada tahun 1840, seorang ilmuwan kimia bernama Germain Henri Hess melakukan manipulasi pada persamaan termokimia untuk menghitung perubahan entalpi (ΔH) dan dikenal dengan hukum Hess. Yang berbunyi "Apabila sebuah reaksi berlangsung dalam dua tahap reaksi atau lebih maka perubahan entalpi terhadap reaksi tersebut akan bernilai sama dengan jumlah perubahan entalpi dari seluruh tahapan yang terjadi".

Beberapa reaksi kimia dapat berlangsung melalui beberapa tahapan, misalnya reaksi pembakaran karbon. Jika karbon dibakar dengan menggunakan gas oksigen yang berlebih, maka akan terbentuk gas karbon dioksida, menurut reaksi berikut.

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -393{,}5\ kJ$

Perkiraan perubahan reaksi tersebut dapat berlangsung dalam dua tahap

Tahap 1: $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g) \qquad \Delta H = -110{,}5\ kJ$

Tahap 2: $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \Delta H = -283{,}0\ kJ$

Jika kedua tahap di atas digabungkan maka akan terbentuk reaksi berikut.

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -393{,}5\ kJ$$

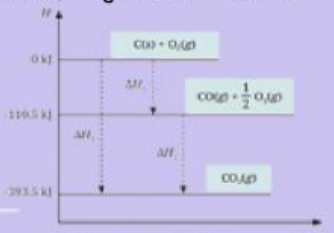
Hukum Hess dapat dinyatakan dalam bentuk diagram siklus atau diagram tingkat energi. Untuk reaksi pembakaran karbon di atas, kalian dapat memerhatikan gambar berikut.



Gambar 4 Diagram siklus pembentukan CO2

Gambar di atas merupakan diagram siklus dari reaksi pembakaran karbon. Dapat kalian lihat bahwa harga ΔH3 merupakan penjumlahan dari ΔHI dan ΔH2.

Perhatikan pula gambar di bawah ini:



Gambar 5 Diagram tingkat energi pembentukan CO2

Berdasarkan diagram tingkat energi dari reaksi pembakaran karbon diatas, dapat ditentukan harga ΔH2 dengan melihat harga ΔHI dan ΔH3. Sehingga dapat kita tuliska persamaan matematikanya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= \Delta H_1 + \Delta H_2 \\ -393{,}5\ kJ &= -110{,}5\ kJ + \Delta H_2 \\ \Delta H_2 &= -393{,}5\ kJ + 110{,}5\ kJ = -283{,}0\ kJ \end{aligned}$$

LIVEWORKSHEETS

KURIKULUM MERDEKA

TERMOKIMIA

J. Energi Ikatan

Energi ikatan adalah energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan kimia dalam 1 mol senyawa berwujud gas menjadi atom atom gas pada keadaan standar. Energi ikatan dinyatakan dalam kilojoule per mol (kJ/mol) dan diberi sombol D. Energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol ikatan dari suatu molekul yang berwujud gas disebut dengan energi ikatan rata-rata. Perhitungan energi rata-rata diperoleh dengan menggunakan perubahan entalpi pembentukan standar dan perubahan entalpi atominasi standar.

$$\Delta H_{atominasi} = \sum energi\ ikatan$$

Reaksi kimia merupakan proses penyusunan ulang suatu zat (reaktan) menjadi zat lain (produk). Pada proses penyusunan ulang tersebut, terjadi peristiwa pemutusan ikatan (pada reaktan) dan pembentukan ikatan (pada produk). Ketika terjadi proses pemutusan dan pembentukan ikatan tersebut, ada energi yang terlibat. Selisih antara jumlah energi ikatan yang terputus dan jumlah energi ikatan yang terbentuk, menghasilkan perubahan entalpi reaksi (ΔH), sehingga dapat ditulis dalam persamaan matematika: $\Delta H_{reaksi} = \sum energi\ ikatan\ terputus \quad \sum energi\ ikatan\ terbentuk$

Dengan menyatakan jumlah ikatan yang terlibat, D menyatakan energi ikatan rata-rata per mol ikatan.



AYO BERPIKIR

Pilihlah jawaban yang benar!



1. Pernyataan tentang pengertian entalpi yang tepat adalah..
   a. Jumlah energi yang dimiliki suatu zat
   b. Jumlah energi yang dilepaskan suatu zat
   c. Jumlah energi yang diterima suatu zat
   d. Reaksi yang membebaskan kalor

   a b c d

2. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$; $\Delta H = -570KJ$
   $2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$ $\Delta H = -570KJ$
   $aO + H_2O \rightarrow Ca(OH$; $\Delta H = -64KJ$

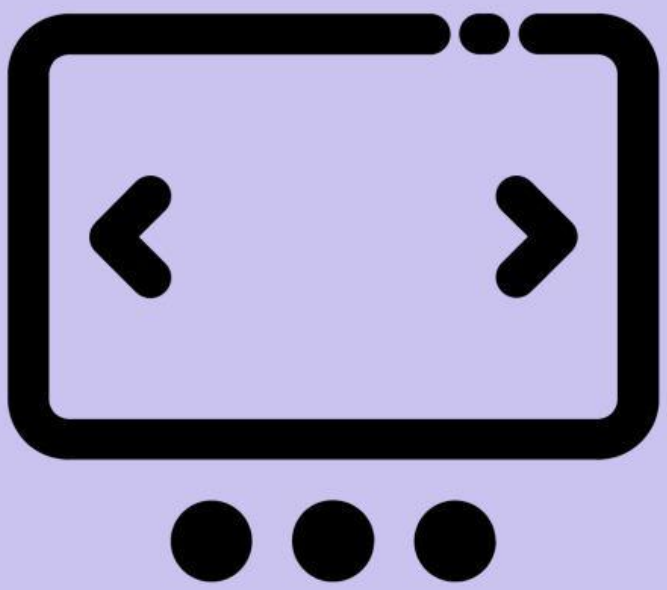
   Entalpi pembentukan Ca(OH)2 adalah....
   a. -984 Kj
   b. -856 KJ
   c. -1161 KJ
   d. -1966KJ

   a b c d





LIVEWORKSHEETS



LIVEWORKSHEETS