LKPD
PERHITUNGAN ΔH REAKSI

TULISKAN IDENTITAS ANDA

NAMA SISWA :

NO PRESENSI :

KELAS :

PERSAMAAN TERMOKIMIA

Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang mengikutsertakan perubahan entalpinya.
Karena entalpi reaksi bergantung pada wujud zat yang terlibat dalam reaksi, maka wujud atau keadaan zat harus dinyatakan, yaitu dengan menuliskan huruf s (zat padat) , *l* (zat cair) , g (zat gas) dan *aq* (zat larutan) setelah rumus senyawa.

Contoh :

1). Reaksi 1 mol gas metana dengan 2 mol gas oksigen membebaskan kalor sebesar 802,3 kJ pada temperatur 298 K dan tekanan 1 atmosfer.
Maka persamaan termokimianya dapat dituliskan sebagai berikut:
$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H = -802{,}3$ kJ/mol

2) Reaksi antara karbon dan gas hydrogen membentuk 1 mol C_2H_2 pada temperatur 298 K dan tekanan 1 atmosfer membutuhkan kalor sebesar 226,7 kJ.
Maka persamaan termokimianya dapat dituliskan sebagai berikut:
$2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g) \quad \Delta H = +226{,}7$ kJ/mol

Perubahan entalpi standar

Perubahan entalpi reaksi yang diukur pada temperatur 25°C (298 K) dan tekanan 1 atm disepakati sebagai perubahan entalpi standar, dinyatakan dengan simbol ΔH^o

Jenis-jenis perubahan entalpi standar.

1. Perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH^o_f),
2. Perubahan entalpi penguraian standar (ΔH^o_d),
3. Perubahan entalpi pembakaran standar (ΔH^o_c).

1) Perubahan Entalpi Pembentukan Standar (ΔH^o_f)

Perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH^o_f), adalah kalor yang dikeluarkan atau diserap pada pembentukan 1 mol senyawa dari unsure-unsurnya pada suhu 25°C (298 K) dan tekanan 1 atmosfer.

Contoh :

$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(l) \Delta H^o_f = -285{,}8$ kJ/mol
$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \Delta H^o_f = -241{,}8$ kJ/mol

Misal reaksi pembentukan 1 mol H_2SO_4 memiliki nilai $\Delta H = -X$ kJ/mol
$H_2(g) + S(s) + 2O_2(g) \rightarrow H_2SO_4(l) \quad \Delta H = -X$ kJ/mol
Maka reaki pembentukan 2 mol H_2SO_4 memiliki nilai $\Delta H = -2X$ kJ
$2H_2(g) + 2S(s) + 4O_2(g) \rightarrow 2H_2SO_4(l) \quad \Delta H = -2X$ kJ

Berdasarkan perjanjian, perubahan entalpi untuk *unsur-unsur dalam bentuk paling stabil* memiliki nilai sebesar 0 kj/mol.

Contoh :

ΔH^o_f C(s) = 0 $\quad \Delta H^o_f$ $N_2(g) = 0$ $\quad \Delta H^o_f$ $O_2(g) = 0$
ΔH^o_f $H_2(g) = 0$ $\quad \Delta H^o_f$ Fe (s) = 0

2) Perubahan Entalpi Penguraian Standar ΔH^o_d

Perubahan entalpi penguraian standar merupakan kebalikan dari perubahan entalpi pembentukan standar, ΔH^o_d = kalor yang dilepas atau diserap pada penguraian 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya pada suhu 25°C (298 K) dan tekanan 1 atmosfer.

Oleh karena itu, perubahan entalpi penguraian suatu senyawa menjadi unsur-unsurnya sama besar dengan perubahan entalpi pembentukan, tetapi berlawanan tanda.
Jika perubahan entalpi bertanda negative (eksoterm), maka perubahan entalpi penguraian bertanda positif (eksoterm) dengan harga yang sama.

LIVEWORKSHEETS

Contoh :

H_2 (g) + ½ O_2 (g) → H_2O (l) ΔH^o_f = -285,8 kJ/mol (Eksoterm)

H_2O (l) → H_2 (g) + ½ O_2 (g) ΔH^o_d = +285,8 kJ/mol (Endoterm)

Reaksi pembentukan: $H_2(g) + S(s) + 2O_2(g) \rightarrow H_2SO_4(l)$ **ΔH = - X kJ/mol**

Reaksi penguraian : $H_2SO_4(l) \rightarrow H_2(g) + S(s) + 2O_2(g)$ **ΔH = + X kJ/mol**

3) Perubahan Entalpi Pembakaran Standar (ΔH^o_c)

Perubahan entalpi pembakaran standar (ΔH^o_c), adalah kalor yang dilepaskan dan atau diserap pada proses pembakaran 1 mol zat dalam keadaan standar (diukur pada temperature 298 K dan tekanan 1 atmosfer).

Contoh :

C (s) + O_2 (g) → CO_2 (g) ΔH^o_c = -393,5 kJ/mol

CH_4 (g) + 2 O_2 (g) → CO_2 (g) + 2 H_2O (l) ΔH^o_c = -889,5 kJ/mol

Penjelasan

1	$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	Perubahan entalpinya dapat sebagai ΔH_c^o C dan ΔH_f^o CO_2
2	$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$	Perubahan entalpinya dapat sebagai ΔH_c^o S dan ΔH_f^o SO_2
3	$SO_2(g) + ½ O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$	Perubahan entalpinya hanya sebagai ΔH_c^o SO_2 Tidak boleh sebagai ΔH_f^o SO_3 sebab ?
4	$S(s) + 1,5 O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$	Perubahan entalpinya hanya sebagai ΔH_f^o SO_3
5	$CO(g) + ½ O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	Perubahan entalpinya hanya sebagai ΔH_c^o CO Tidak boleh sebagai ΔH_f^o CO_2 sebab ?
6	$C(s) + ½ O_2(g) \rightarrow CO(g)$	Perubahan entalpinya hanya sebagai ΔH_f^o CO Tidak boleh sebagai ΔH_c^o C sebab ?

PERHITUNGAN ΔH REAKSI

Konsep: Perbandingan ΔH reaksi = Perbandingan mol zat

Contoh soal : (Ar H= 1, N= 14)

Dalam reaksi penguraian $2NH_3$ (g) → N_2(g) + $3H_2$(g) ΔH = +560 J

Tentukan nilai ΔH reaksi:

a. Penguraian 8,5 gram NH_3

b. Untuk menghasilkan 7 gram gas N_2

c. Untuk menghasilkan 24 gram H_2

d. Pembentukan 68 gram NH_3

Pembahasan :

Konsep :

Perbandingan koefisien reaksi = perbandingan mol zat

$2NH_3$ (g) → $1N_2$(g) + $3H_2$(g) ΔH = +560 J

Reaksi tersebut menyatakan:

- ✓ penguraian 2 mol NH_3 → ΔH = +560 J
- ✓ untuk menghasilkan 1 mol N_2 → ΔH = +560 J
- ✓ untuk menghasilkan 3 mol H_2 → ΔH = +560 J

Soal a

Perbandingan mol senyawa = perbandingan ΔH

Penguraian 2 mol NH_3 → ΔH = 560 J

Penguraian 8,5 gram NH_3 (massa molar = 17 gram/mol)

mol NH_3 = 8,5 gram : 17 gram/mol = 0,5 mol

Maka nilai ΔH untuk penguraian 0,5 mol NH_3 adalah

ΔH = 0,5/2 x 560 = 140

LIVEWORKSHEETS

soal b.
Tentukan nilai ΔH untuk menghasilkan 7 gram N_2 !

$2NH_3$ (g) → N_2(g) + $3H_2$(g) ΔH = +560
Untuk menghasilkan 1 mol N_2 dari penguraian 2 mol NH_3 → ΔH = +560 J
mol N_2 = 7 gram : 28 gram/mol = 0,25 mol
sehingga 0,25 mol N_2 memiliki nilai ΔH = (0,25 mol /1 mol) . 560 J
ΔH = 140 J

Soal c
Tentukan nilai ΔH untuk menghasilkan 24 gram H_2 (massa molar = 2 gram/mol) !

Mol H_2 = 24 gram: 2 gram/mol = 12 mol
Untuk menghasilkan 3 mol H_2 dari penguraian NH_3 → ΔH = +560 J
Untuk menghasilkan 12 mol H_2 memiliki nilai ΔH
→ ΔH = 12/3 x 560 J = 2240 J

Soal d
Tentukan nilai ΔH pembentukan 68 gram NH_3
Jawab :
$2NH_3$ (g) → N_2(g) + $3H_2$(g) ΔH = +560 J
N_2(g) + $3H_2$(g) → $2NH_3$ (g) ΔH = - 560 J
(reaksi dibalik maka nilai ΔH menjadi lawannya)
Pada pembentukan 2 mol NH_3 → ΔH = - 560 J
Pada pembentukan 68 gram NH_3 (mol NH_3 = 68/Mr)
= 68/17 mol = 4 mol
Sehingga ΔH = 4/2 x (– 560) J
= - 1120 J

KASUS 1

1. Diketahui persamaan termokimia $2SO_2$(g) + O_2(g) → $2SO_3$(g) ΔH = -198 kJ
(Ar S= 32, O= 16)
   a) Berapakah perubahan entalpi pembakaran standar (1 mol) gas SO_2?
      A. – 99 kJ D. + 396 kJ
      B. + 99 kJ E. – 19,8 kJ
      C. – 396 kJ

   b) Berapakah perubahan entalpi jika SO_2 yang bereaksi 12,8 gram?
      A. – 99 kJ D. + 396 kJ
      B. + 99 kJ E. – 19,8 kJ
      C. – 396 kJ

   c) Berapakah perubahan entalpi jika SO_3 yang terbentuk sebanyak 20 gram?
      A. – 99 kJ D. – 396 kJ
      B. + 99 kJ E. – 49,5 kJ
      C. – 24,75 kJ

   d) Berapakah perubahan entalpi jika volum SO_3 yang terjadi 10 liter saat dikur pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm ?
      (gunakan rumu P.V = n . R .T dan nilai R = 0,082 l.atm/mol.K)
      A. – 40,5 kJ D. – 396 kJ
      B. – 81 kJ E. – 49,5 kJ
      C. – 24,75 kJ

2. Pada reaksi pembakaran gas CO berikut:
CO(g) + ½ O_2(g) → CO_2(g) ΔH = - 485 kJ maka pada pembakaran 7 gram CO (C=12, O=16) dibebaskan kalor sebesar . . . kJ
   a) Jumlah mol 7 gram gas CO adalah
      A. 1,5 mol D. 0,07 mol
      B. 0,5 mol E. 0,05 mol
      C. 0,25 mol

LIVEWORKSHEETS

b) pembakaran 7 gram CO (C=12, O=16) dibebaskan kalor sebesar . . . kJ
A. 121,25 kJ D. 30,31 kJ
B. 242,5 kJ E. 49,5 kJ
C. 60,625 kJ

3. Diketahui reaksi pembakaran gas asetilena:
$C_2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$ $\Delta H = -120$ kJ.
Maka pada pembakaran 5,6 liter C_2H_2 keadaan standar (keadaan STP) dihasilkan kalor sebesar . . . . kJ
a) Jumlah mol 5,6 liter C_2H_2 keadaan standar (keadaan STP) adalah
A. 1,5 mol D. 0,07 mol
B. 0,5 mol E. 0,05 mol
C. 0,25 mol

b) pembakaran 5,6 liter C_2H_2 keadaan standar (keadaan STP) dihasilkan kalor sebesar . . . . kJ
A. 30 D. 60
B. 45 E. 90
C. 50

4. Gas asetilena dapat dibuat menurut reaksi:
$CaC_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2\ (aq) + C_2H_2\ (g)$
Kalor pembakaran gas ini adalah 320 kkal/mol. Jika dalam suatu proses digunakan 160 gram kalsium karbida dan dengan asumsi bahwa hanya 60% CaC_2 yang bereaksi, maka pada pembakaran gas asetilena yang terbentuk, akan dihasilkan kalor sebanyak . . . . . kkal. (Ar C = 12; Ca = 40)
a) Jumlah mol dari 160 gram kalsium karbida sebelum bereaksi adalah
A. 0,5 mol D. 2,0 mol
B. 0,75 mol E. 2,5 mol
C. 1,5 mol

b) Jumlah mol dari 160 gram kalsium karbida yang bereaksi bereaksi adalah
A. 0,5 mol D. 2,0 mol
B. 0,75 mol E. 2,5 mol
C. 1,5 mol

c) Jumlah mol gas asetinea yang terbentuk adalah
A. 0,5 mol D. 2,0 mol
B. 0,75 mol E. 2,5 mol
C. 1,5 mol

d) Pada pembakaran gas asetilena yang terbentuk, akan dihasilkan kalor sebanyak . . . . . kkal.
A. 160 D. 480
B. 240 E. 640
C. 320

Catatan
R = tetapan gas = 0,082 liter.atm/mol.K
Kondisi STP untuk gas : T = 0^oC dan tekanan 1 atm
Maka 1 mol gas kondisi STP volume ?
P. V = n . R .T
1 . V = 1 . 0,082 . 273
Maka V = 22,386 liter = 22,4 liter

Jika 1 mol gas pada suhu 25^oC dan tekanan 1 atm maka memiliki volume ?
P. V = n . R .T
1 . V = 1 . 0,082 . 298
Maka V = 24,436 liter

Kondisi satndar untuk persamaan termokimia : T = 25^oC dan tekanan 1 atm

LIVEWORKSHEETS

Contoh soal hubungan persamaan reaksi – diagram siklus – diagram tingkat energi

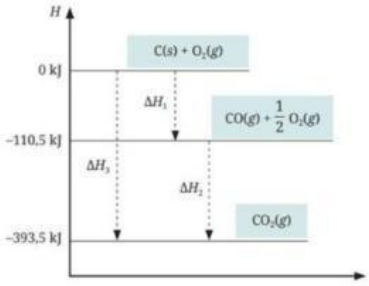
Hubungan persamaan reaksi – diagram siklus – diagram tingkat energi

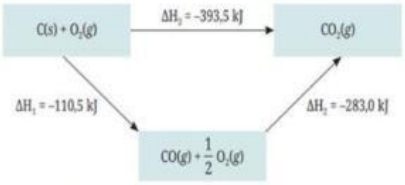
Persamaan reaksi

1). $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -393,5$ kj

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

3) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -283$ kj





Gambar 5.6 Diagram siklus pembentukan CO_2

KASUS 2

Diketahui diagram tingkat energi

ΔH kJ

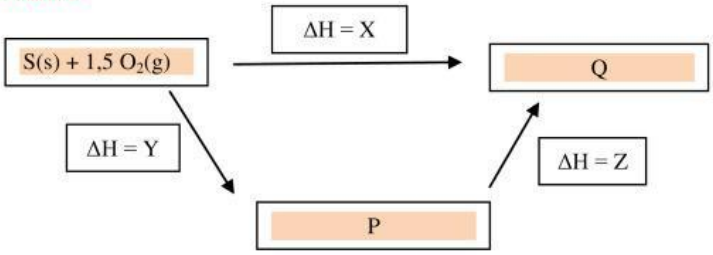
0 ..... $S(s) + 1,5\ O_2(g)$

-296 ..... $SO_2(g) + 0,5\ O_2(g)$

-398 ..... $SO_3(g)$

a) Tuliskan persamaan reaksi yang ada dari diagram tingkat energi tersebut
b) Gambarkan diagram siklus dari diagram tingkat energi tersebut
c) Hitung perubahan entalpi untuk reaksi $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$
d) Hitung perubahan entalpi untuk reaksi $2SO_2(g) \rightarrow 2S(s) + 2O_2(g)$

Pembahasan:



1. Nilai X adalah
   A. -29
   B. -102
   C. -398
   D. +102
   E. + 296

2. Nilai Y adalah
   A. -296
   B. -102
   C. -398
   D. +102
   E. + 296

3. Nilai Z adalah
   A. -296
   B. -102
   C. -398
   D. +102
   E. + 296

4. Kotak Q berisi:
   A. $SO_2(g) + 0,5\ O_2(g)$
   B. $S(s) + 1,5\ O_2(g)$
   C. $SO_2(g) + 0,5\ O_2(g)$
   D. $SO_2(g)$
   E. $SO_3(g)$

5. Kotak P berisi:
   A. $SO_2(g) + 0,5\ O_2(g)$
   B. $S(s) + 1,5\ O_2(g)$
   C. $SO_2(g) + 0,5\ O_2(g)$
   D. $SO_2(g)$
   E. $SO_3(g)$

6. Hitung perubahan entalpi untuk reaksi
   $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$
   A. -204
   B. -296
   C. -398
   D. -592
   E. -796

7. Hitung perubahan entalpi untuk reaksi
   $2SO_2(g) \rightarrow 2S(s) + 2O_2(g)$
   A. +204
   B. +296
   C. +398
   D. +592
   E. +796

LIVEWORKSHEETS

KASUS 3

Diketahui persamaan termokimia:

$C_2H_2 + 2{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ $\Delta H = -1300$ J

$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$ $\Delta H = -286$ J

$C_2H_6 + 3{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ $\Delta H = -1560$ J

Berdasarkan data tersebut

Soal 1

Hitung ΔH reaksi $C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6$

A. – 156 J
B. – 312 J
C. – 478 J
D. 1486 J
E. 2860 J

Soal 2

Hitung ΔH reaksi $C_2H_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_6 + O_2$

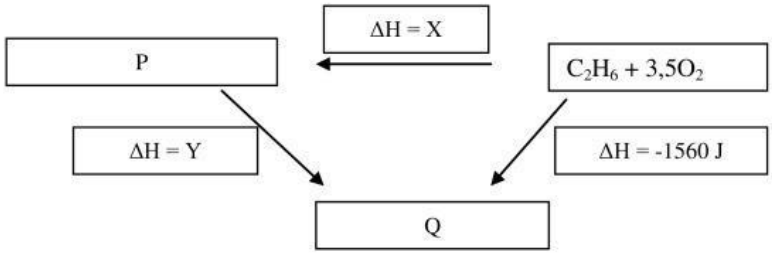
A. – 260
B. + 260
C. – 2860
D. + 2860
E. – 543

Soal 3

Gambarkan diagram siklus energi dari reaksi berikut

- ✓ $C_2H_2 + 2{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ $\Delta H = -1300$ J
- ✓ $C_2H_6 + 3{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ $\Delta H = -1560$ J
- ✓ $C_2H_6 + O_2 \rightarrow C_2H_2 + 2H_2O$ $\Delta H = ?$

Lengkapi diagram siklus berikut



1) Nilai X adalah:
   A. – 1300 J
   B. – 260 J
   C. - 130 J
   D. + 130 J
   E. + 260 J

2) Nilai Y adalah:
   A. – 1300 J
   B. – 260 J
   C. - 130 J
   D. + 130 J
   E. + 260 J

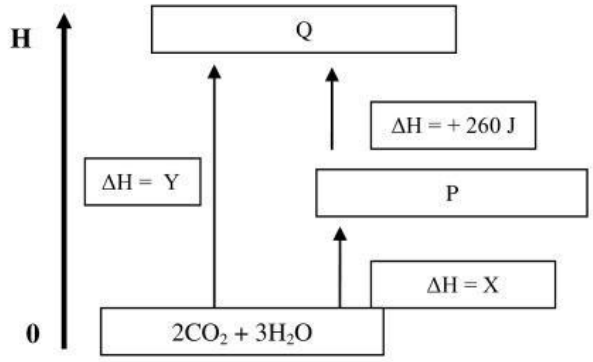
3) Kotak P berisi:
   A. $2CO_2 + 3H_2O$
   B. $CO_2 + 1{,}5H_2O$
   C. $C_2H_2 + 2{,}5O_2 + 2H_2O$
   D. $C_2H_2 + 2{,}5O_2$
   E. $2CO_2 + H_2O$

Soal 4

Gambarkan diagram tingkat energi

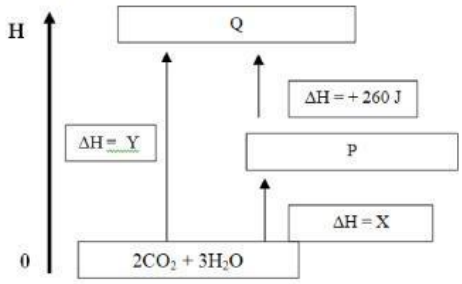
- ✓ $C_2H_2 + 2{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ $\Delta H = -1300$ J
- ✓ $C_2H_6 + 3{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ $\Delta H = -1560$ J
- ✓ $C_2H_6 + O_2 \rightarrow C_2H_2 + 2H_2O$ $\Delta H = ?$

Lengkapi diagram tingkat energi berikut



LIVEWORKSHEETS

Lengkapi diagram tingkat energi berikut



1) Kotak P berisi
   A. $C_2H_6 + 3{,}5O_2$
   B. $C_2H_2 + 2{,}5O_2 + 2H_2O$
   C. $CO_2 + H_2O$
   D. $C_2H_2 + O_2$
   E. $C_2H_2 + H_2O$

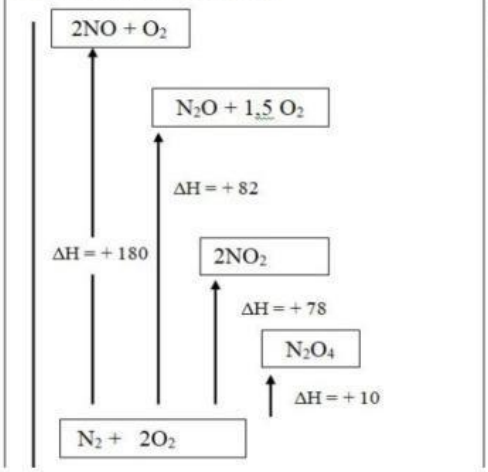
2) Kotak P berisi
   A. $C_2H_6 + 3{,}5O_2$
   B. $C_2H_2 + 2{,}5O_2 + 2H_2O$
   C. $CO_2 + H_2O$
   D. $C_2H_2 + O_2$
   E. $C_2H_2 + H_2O$

3) Nilai X sebesar
   A. – 1560 J
   B. – 1300 J
   C. – 260 J
   D. + 1560 J
   E. + 1300 J

4) Nilai Y sebesar . . . (tidak perlu dikerjakan)

KASUS 4

Soal Nomor 6
Diketahui diagram tingkat energi



Hitung ΔH dari reaksi
a. $NO_2 \rightarrow NO + ½\ O_2$
b. $2NO + O_2 \rightarrow N_2O_4$
c. $N_2O + 1{,}5\ O_2 \rightarrow N_2O_4$
d. $6NO_2 \rightarrow 2N_2O + N_2O_4 + 3O_2$
e. $3N_2O + 2{,}5\ O_2 \rightarrow N_2O_4 + 4NO$

LIVEWORKSHEETS