

# LKPD

## PERHITUNGAN $\Delta H$ REAKSI

### TULISKAN IDENTITAS ANDA

NAMA SISWA :

NO PRESENSI :

KELAS :

### PERSAMAAN TERMOKIMIA

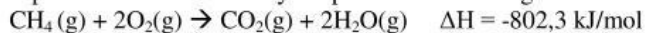
Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang mengikutsertakan perubahan entalpinya.

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 :

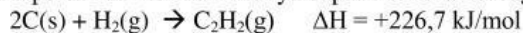
- 1). Reaksi 1 mol gas metana dengan 2 mol gas oksigen membebaskan kalor sebesar 802,3 kJ pada temperatur 298 K dan tekanan 1 atmosfer.

Maka persamaan termokimianya dapat dituliskan sebagai berikut:



- 2) Reaksi antara karbon dan gas hydrogen membentuk 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_2$  pada temperatur 298 K dan tekanan 1 atmosfer membutuhkan kalor sebesar 226,7 kJ.

Maka persamaan termokimianya dapat dituliskan sebagai berikut:



### 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  $\Delta H^\circ$

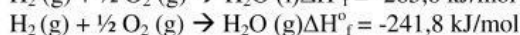
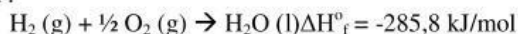
#### Jenis-jenis perubahan entalpi standar.

1. Perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ),
2. Perubahan entalpi penguraian standar ( $\Delta H_d^\circ$ ),
3. Perubahan entalpi pembakaran standar ( $\Delta H_c^\circ$ ).

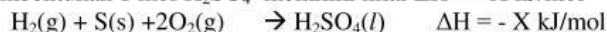
#### 1) Perubahan Entalpi Pembentukan Standar ( $\Delta H_f^\circ$ )

Perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ), adalah kalor yang dikeluarkan atau diserap pada pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya pada suhu 25°C (298 K) dan tekanan 1 atmosfer.

Contoh :



Misal reaksi pembentukan 1 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  memiliki nilai  $\Delta H = -X \text{ kJ/mol}$

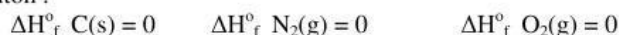


Maka reaksi pembentukan 2 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  memiliki nilai  $\Delta H = -2X \text{ kJ}$



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

Contoh :



#### 2) Perubahan Entalpi Penguraian Standar $\Delta H_d^\circ$

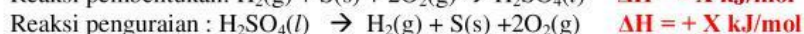
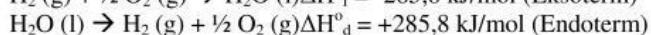
Perubahan entalpi penguraian standar merupakan kebalikan dari perubahan entalpi pembentukan standar,

$\Delta H_d^\circ$  = 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.

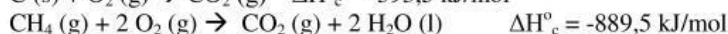
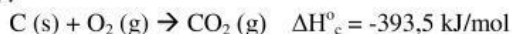
Contoh :



### 3) Perubahan Entalpi Pembakaran Standar ( $\Delta H_c^\circ$ )

Perubahan entalpi pembakaran standar ( $\Delta H_c^\circ$ ), 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 :



Penjelasan

|   |                                                                                              |                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$                | Perubahan entalpinya dapat sebagai $\Delta H_c^\circ \text{ C}$ dan $\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2$                               |
| 2 | $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$                | Perubahan entalpinya dapat sebagai $\Delta H_c^\circ \text{ S}$ dan $\Delta H_f^\circ \text{ SO}_2$                               |
| 3 | $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$ | Perubahan entalpinya hanya sebagai $\Delta H_c^\circ \text{ SO}_2$<br>Tidak boleh sebagai $\Delta H_f^\circ \text{ SO}_3$ sebab ? |
| 4 | $\text{S}(\text{s}) + 1,5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$            | Perubahan entalpinya hanya sebagai $\Delta H_f^\circ \text{ SO}_3$                                                                |
| 5 | $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$   | Perubahan entalpinya hanya sebagai $\Delta H_c^\circ \text{ CO}$<br>Tidak boleh sebagai $\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2$ sebab ?   |
| 6 | $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$      | Perubahan entalpinya hanya sebagai $\Delta H_f^\circ \text{ CO}$<br>Tidak boleh sebagai $\Delta H_c^\circ \text{ C}$ sebab ?      |

## PERHITUNGAN $\Delta H$ REAKSI

Konsep: Perbandingan  $\Delta H$  reaksi = Perbandingan mol zat

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

Dalam reaksi penguraian  $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +560 \text{ J}$

Tentukan nilai  $\Delta H$  reaksi:

- Penguraian 8,5 gram  $\text{NH}_3$
- Untuk menghasilkan 7 gram gas  $\text{N}_2$
- Untuk menghasilkan 24 gram  $\text{H}_2$
- Pembentukan 68 gram  $\text{NH}_3$

### Pembahasan :

Konsep :

Perbandingan koefisien reaksi = perbandingan mol zat



Reaksi tersebut menyatakan:

- ✓ penguraian 2 mol  $\text{NH}_3 \rightarrow \Delta H = +560 \text{ J}$
- ✓ untuk menghasilkan 1 mol  $\text{N}_2 \rightarrow \Delta H = +560 \text{ J}$
- ✓ untuk menghasilkan 3 mol  $\text{H}_2 \rightarrow \Delta H = +560 \text{ J}$

### Soal a

Perbandingan mol senyawa = perbandingan  $\Delta H$



Penguraian 8,5 gram  $\text{NH}_3$  (massa molar = 17 gram/mol)

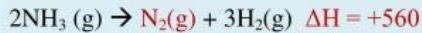
$$\text{mol } \text{NH}_3 = 8,5 \text{ gram} : 17 \text{ gram/mol} = 0,5 \text{ mol}$$

Maka nilai  $\Delta H$  untuk penguraian 0,5 mol  $\text{NH}_3$  adalah

$$\Delta H = 0,5/2 \times 560 = 140$$

**soal b.**

Tentukan nilai  $\Delta H$  untuk menghasilkan 7 gram  $N_2$  !



Untuk menghasilkan 1 mol  $N_2$  dari penguraian 2 mol  $NH_3 \rightarrow \Delta H = +560 \text{ J}$

mol  $N_2 = 7 \text{ gram} : 28 \text{ gram/mol} = 0,25 \text{ mol}$

sehingga 0,25 mol  $N_2$  memiliki nilai  $\Delta H = (0,25 \text{ mol} / 1 \text{ mol}) \cdot 560 \text{ J}$

$$\Delta H = 140 \text{ J}$$

**Soal c**

Tentukan nilai  $\Delta H$  untuk menghasilkan 24 gram  $H_2$  (massa molar = 2 gram/mol) !

Mol  $H_2 = 24 \text{ gram} : 2 \text{ gram/mol} = 12 \text{ mol}$

Untuk menghasilkan 3 mol  $H_2$  dari penguraian  $NH_3 \rightarrow \Delta H = +560 \text{ J}$

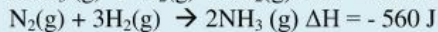
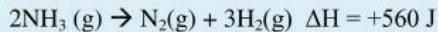
Untuk menghasilkan 12 mol  $H_2$  memiliki nilai  $\Delta H$

$$\rightarrow \Delta H = 12/3 \times 560 \text{ J} = 2240 \text{ J}$$

**Soal d**

Tentukan nilai  $\Delta H$  pembentukan 68 gram  $NH_3$

Jawab :



(reaksi dibalik maka nilai  $\Delta H$  menjadi lawannya)

Pada pembentukan 2 mol  $NH_3 \rightarrow \Delta H = -560 \text{ J}$

Pada pembentukan 68 gram  $NH_3$  (mol  $NH_3 = 68/\text{Mr}$ )

$$= 68/17 \text{ mol} = 4 \text{ mol}$$

Sehingga  $\Delta H = 4/2 \times (-560) \text{ J}$

$$= -1120 \text{ J}$$

**KASUS 1**

1. Diketahui persamaan termokimia  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H = -198 \text{ kJ}$   
(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?

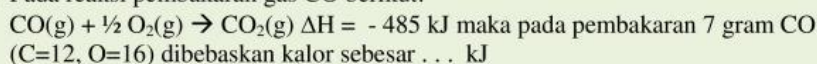
- A. - 99 kJ                      D. - 396 kJ  
B. + 99 kJ                      E. - 49,5 kJ  
C. - 24,75 kJ

d) Berapakah perubahan entalpi jika volum  $SO_3$  yang terjadi 10 liter saat dikur pada suhu  $25^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm ?

(gunakan rumu  $P.V = n \cdot R \cdot T$  dan nilai  $R = 0,082 \text{ l.atm/mol.K}$ )

- 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:

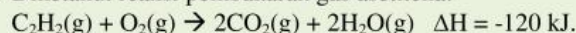


a) Jumlah mol 7 gram gas CO adalah

- A. 1,5 mol                      D. 0,07 mol  
B. 0,5 mol                      E. 0,05 mol  
C. 0,25 mol

- 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

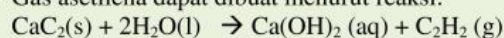
3. Diketahui reaksi pembakaran gas asetilena:



Maka pada pembakaran 5,6 liter  $\text{C}_2\text{H}_2$  keadaan standar (keadaan STP) dihasilkan kalor sebesar . . . . kJ

- a) Jumlah mol 5,6 liter  $\text{C}_2\text{H}_2$  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  $\text{C}_2\text{H}_2$  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:



Kalor pembakaran gas ini adalah 320 kkal/mol. Jika dalam suatu proses digunakan 160 gram kalsium karbida dan dengan asumsi bahwa hanya 60%  $\text{CaC}_2$  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 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 asetilena 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°C dan tekanan 1 atm

Maka 1 mol gas kondisi STP volume ?

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1 \cdot V = 1 \cdot 0,082 \cdot 273$$

$$\text{Maka } V = 22,386 \text{ liter} = 22,4 \text{ liter}$$

Jika 1 mol gas pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm maka memiliki volume ?

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1 \cdot V = 1 \cdot 0,082 \cdot 298$$

$$\text{Maka } V = 24,436 \text{ liter}$$

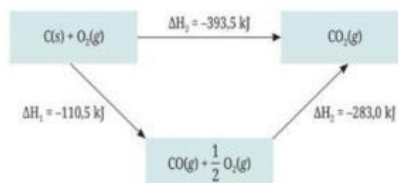
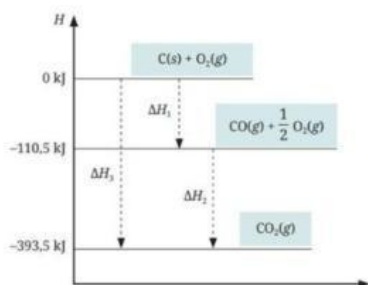
Kondisi standar untuk persamaan termokimia : T = 25°C dan tekanan 1 atm

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

### Hubungan persamaan reaksi – diagram siklus – diagram tingkat energi

Persamaan reaksi

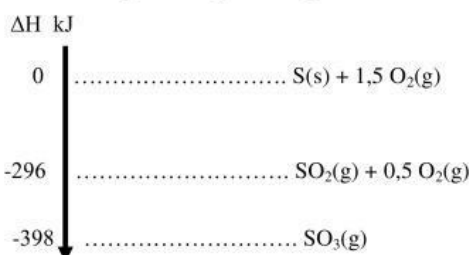
- 1)  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ}$
- 2)  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \quad \Delta H = -110,5 \text{ kJ}$
- 3)  $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -283 \text{ kJ}$



Gambar 3.6 Diagram siklus pembentukan  $CO_2$

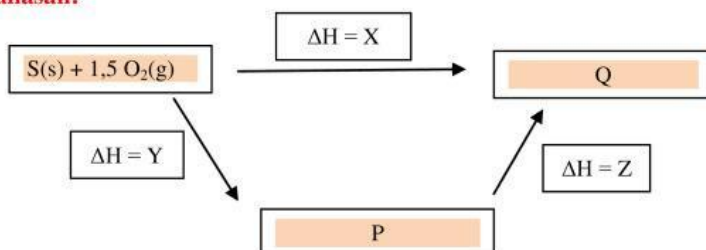
## KASUS 2

Diketahui diagram tingkat energi



- 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  $2SO_2(g) \rightarrow 2S(s) + 2O_2(g)$

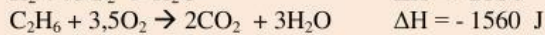
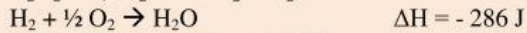
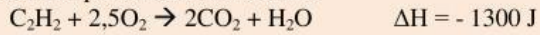
### Pembahasan:



|                           |              |                                          |              |
|---------------------------|--------------|------------------------------------------|--------------|
| 1. Nilai X adalah         |              | 5. Kotak P berisi:                       |              |
| A. -29                    | D. +102      | A. $SO_2(g) + 0,5 O_2(g)$                | D. $SO_2(g)$ |
| B. -102                   | E. +296      | B. $S(s) + 1,5 O_2(g)$                   | E. $SO_3(g)$ |
| C. -398                   |              | C. $SO_2(g) + 0,5 O_2(g)$                |              |
| 2. Nilai Y adalah         |              | 6. Hitung perubahan entalpi untuk reaksi |              |
| A. -296                   | D. +102      | $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ |              |
| B. -102                   | E. +296      | A. -204                                  | D. -592      |
| C. -398                   |              | B. -296                                  | E. -796      |
| 3. Nilai Z adalah         |              | C. -398                                  |              |
| A. -296                   | D. +102      | 7. Hitung perubahan entalpi untuk reaksi |              |
| B. -102                   | E. +296      | $2SO_2(g) \rightarrow 2S(s) + 2O_2(g)$   |              |
| C. -398                   |              | A. +204                                  | D. +592      |
| 4. Kotak Q berisi:        |              | B. +296                                  | E. +796      |
| A. $SO_2(g) + 0,5 O_2(g)$ | D. $SO_2(g)$ | C. +398                                  |              |
| B. $S(s) + 1,5 O_2(g)$    | E. $SO_3(g)$ |                                          |              |
| C. $SO_2(g) + 0,5 O_2(g)$ |              |                                          |              |

**KASUS 3**

Diketahui persamaan termokimia:



Berdasarkan data tersebut

**Soal 1**

Hitung  $\Delta H$  reaksi  $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$

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

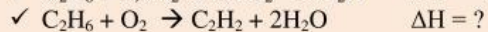
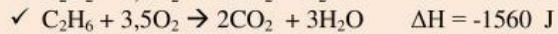
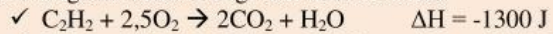
**Soal 2**

Hitung  $\Delta H$  reaksi  $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2$

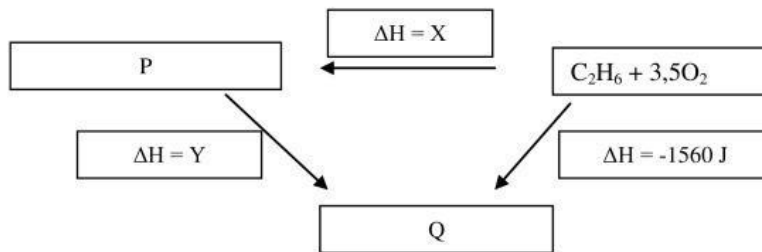
- A. -260                      D. +2860  
B. +260                      E. -543  
C. -2860

**Soal 3**

Gambarkan diagram siklus energi dari reaksi berikut



Lengkapi diagram siklus berikut



1) Nilai X adalah:

- A. -1300 J                      D. +130 J  
B. -260 J                      E. +260 J  
C. -130 J

2) Nilai Y adalah:

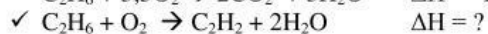
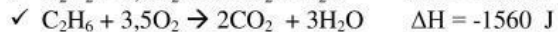
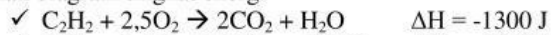
- A. -1300 J                      D. +130 J  
B. -260 J                      E. +260 J  
C. -130 J

3) Kotak P berisi:

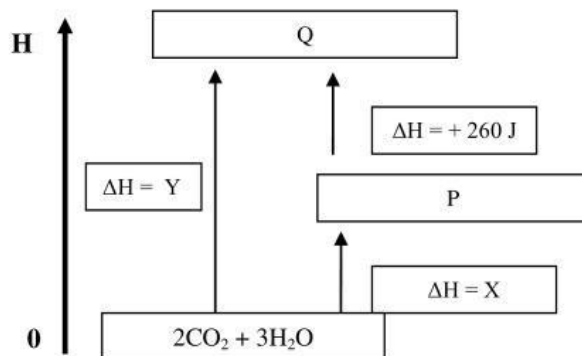
- A.  $2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$                       D.  $\text{C}_2\text{H}_2 + 2,5\text{O}_2$   
B.  $\text{CO}_2 + 1,5\text{H}_2\text{O}$                       E.  $2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
C.  $\text{C}_2\text{H}_2 + 2,5\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**Soal 4**

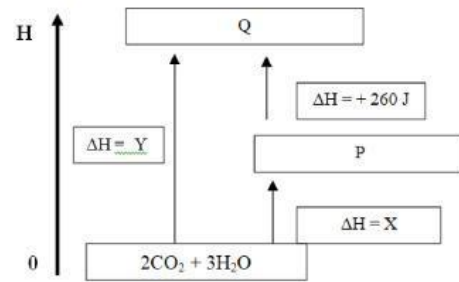
Gambarkan diagram tingkat energi



Lengkapi diagram tingkat energi berikut



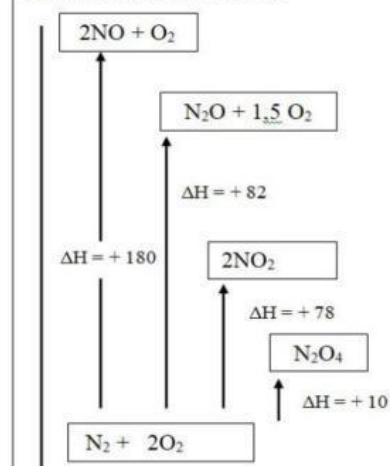
Lengkapi diagram tingkat energi berikut



|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1) Kotak P berisi</p> <p>A. <math>C_2H_6 + 3,5O_2</math>      D. <math>C_2H_2 + O_2</math><br/>         B. <math>C_2H_2 + 2,5O_2 + 2H_2O</math>      E. <math>C_2H_2 + H_2O</math><br/>         C. <math>CO_2 + H_2O</math></p> | <p>3) Nilai X sebesar</p> <p>A. - 1560 J      D. + 1560 J<br/>         B. - 1300 J      E. + 1300 J<br/>         C. - 260 J</p> |
| <p>2) Kotak P berisi</p> <p>A. <math>C_2H_6 + 3,5O_2</math>      D. <math>C_2H_2 + O_2</math><br/>         B. <math>C_2H_2 + 2,5O_2 + 2H_2O</math>      E. <math>C_2H_2 + H_2O</math><br/>         C. <math>CO_2 + H_2O</math></p> | <p>4) Nilai Y sebesar ... (tidak perlu dikerjakan)</p>                                                                          |

#### KASUS 4

Soal Nomor 6  
Diketahui diagram tingkat energi



Hitung  $\Delta H$  dari reaksi

- $NO_2 \rightarrow NO + \frac{1}{2} O_2$
- $2NO + O_2 \rightarrow N_2O_4$
- $N_2O + 1,5 O_2 \rightarrow N_2O_4$
- $6NO_2 \rightarrow 2N_2O + N_2O_4 + 3O_2$
- $3N_2O + 2,5 O_2 \rightarrow N_2O_4 + 4NO$