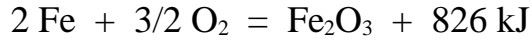


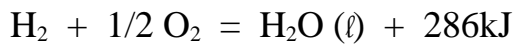
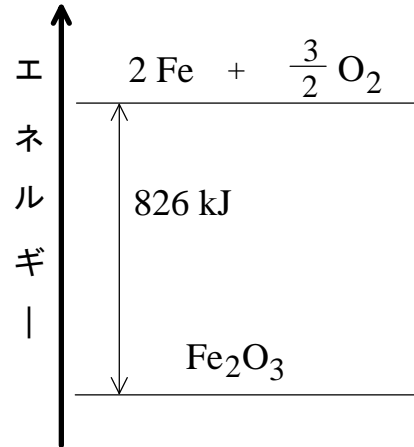
反応熱

反応熱 = (反応物のもつエネルギーの総和) - (生成物のもつエネルギーの総和)



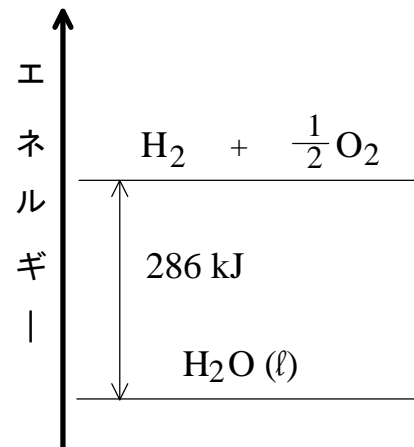
Fe 2 mol と O<sub>2</sub> 3/2 mol が反応すると  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 mol と 826 kJ の熱を発生する。

$(2 \text{Fe} + \frac{3}{2} \text{O}_2) - \text{Fe}_2\text{O}_3 = 826 \text{kJ}$   
Fe 2 mol と O<sub>2</sub> 3/2 mol の持つエネルギーは  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 mol の持つエネルギーより  
826 kJ だけ多い。

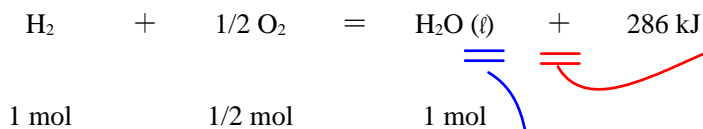


H<sub>2</sub> 1 mol と O<sub>2</sub> 1/2 mol が反応すると  
H<sub>2</sub>O (ℓ) 1 mol と 286 kJ の熱を発生する。

$(\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2) - \text{H}_2\text{O} (\ell) = 286 \text{kJ}$   
H<sub>2</sub> 1 mol と O<sub>2</sub> 1/2 mol の持つエネルギーは  
H<sub>2</sub>O (ℓ) 1 mol の持つエネルギーより  
286 kJ だけ多い。



熱化学方程式



+ は 発熱  
- は 吸熱

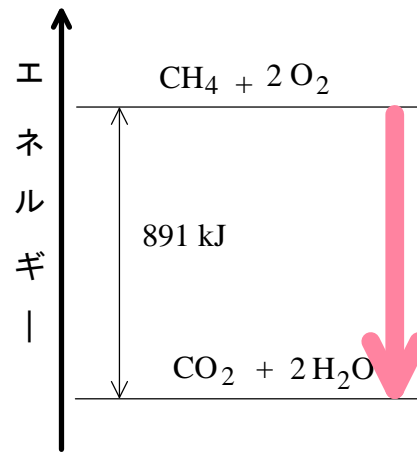
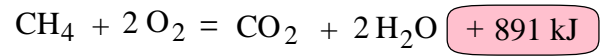
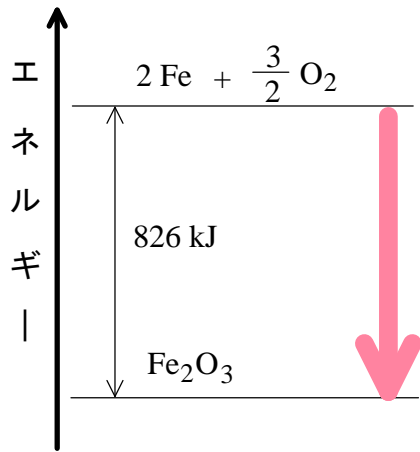
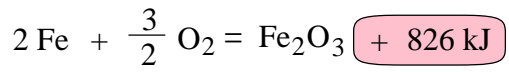
係数 は 物質質量

物質の状態

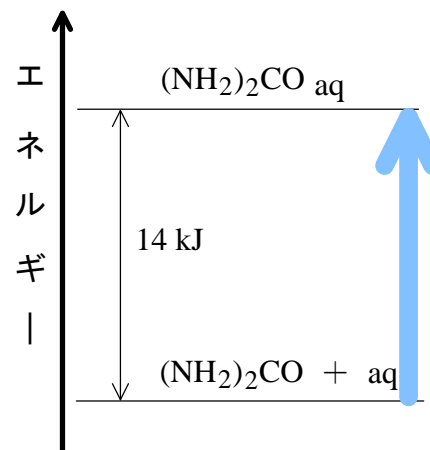
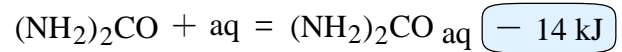
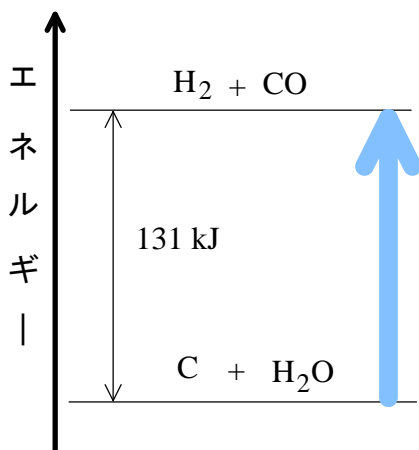
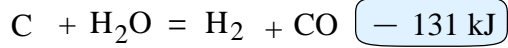
s (固) ℓ (液) g (気)

明らかな場合は書かないこともある

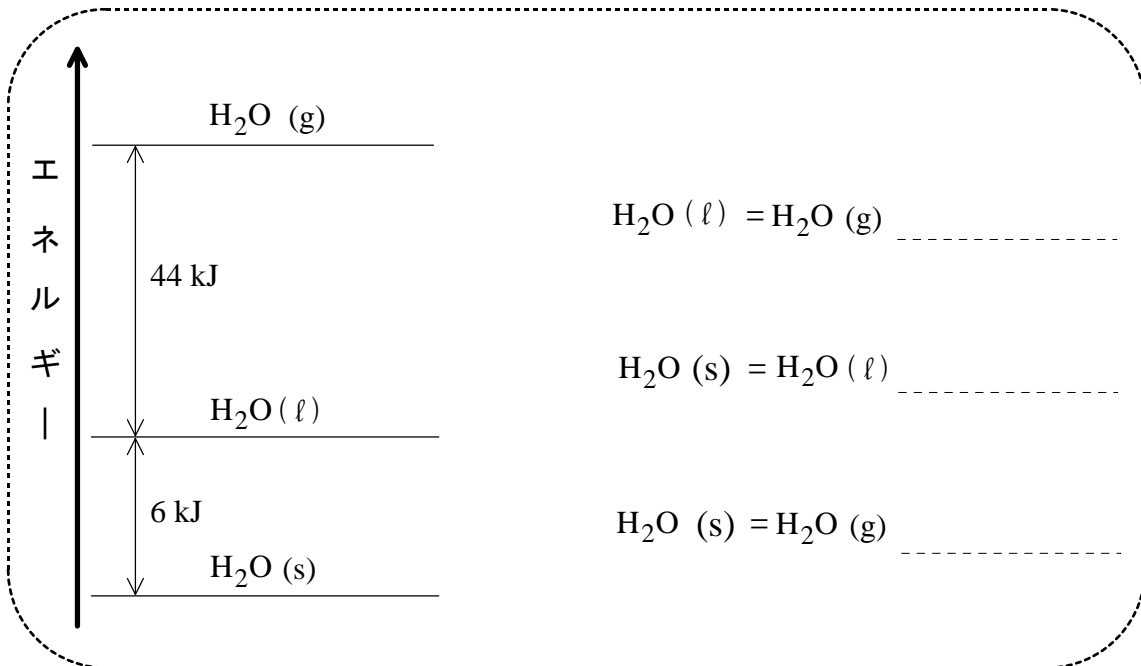
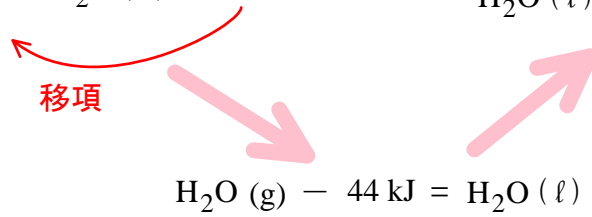
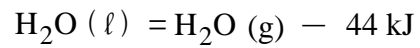
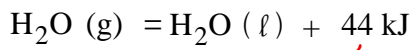
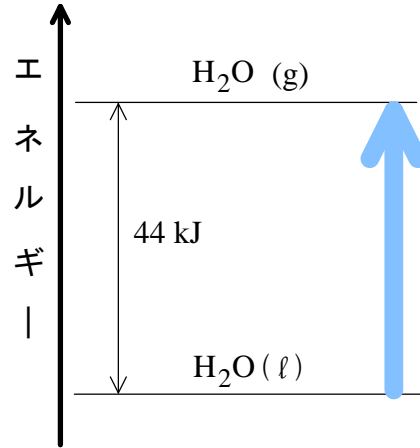
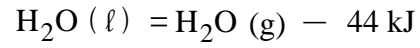
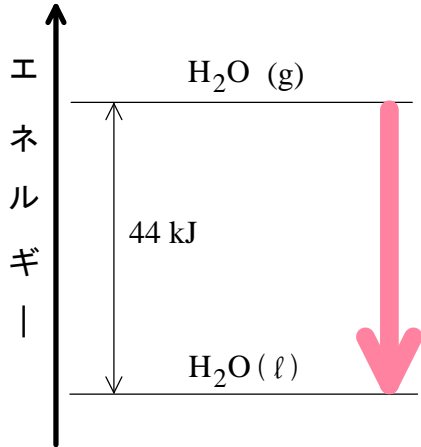
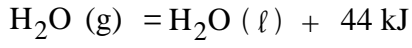
発熱反応



吸熱反応



状態変化と熱化学方程式



いろいろな反応熱

**燃焼熱** 物質 1 mol が，完全燃焼するときの反応熱

完全燃焼 ----- 生成物が燃焼しない物質

$$\text{C (黒鉛)} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 394 \text{ kJ}$$

$$\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O (l)} + 286 \text{ kJ}$$

(CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O は燃焼しない)

不完全燃焼 ----- 生成物が燃焼する物質

$$\text{C} + 1/2\text{O}_2 = \text{CO} + 111 \text{ kJ}$$

(CO + 1/2O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> + 283 kJ )

**生成熱** 化合物 1 mol が，その**成分元素の単体**から生成するときの反応熱

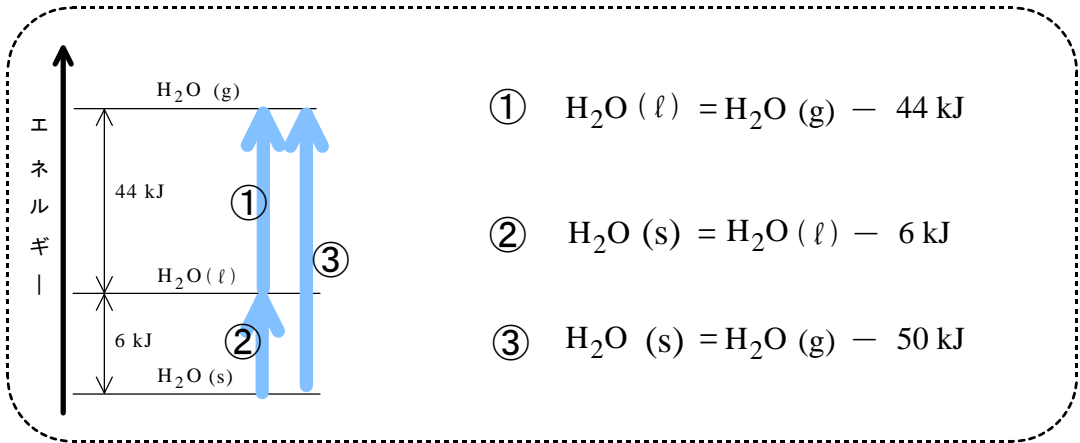
○ H<sub>2</sub> + 1/2O<sub>2</sub> = H<sub>2</sub>O (l) + 286 kJ

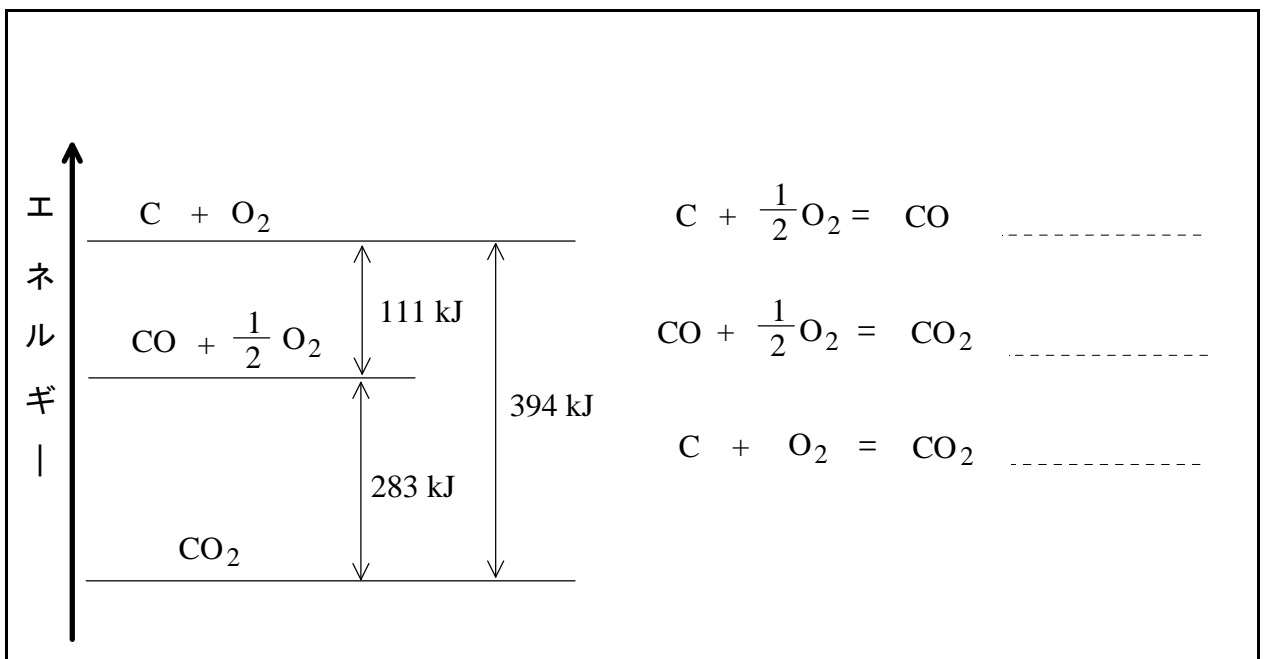
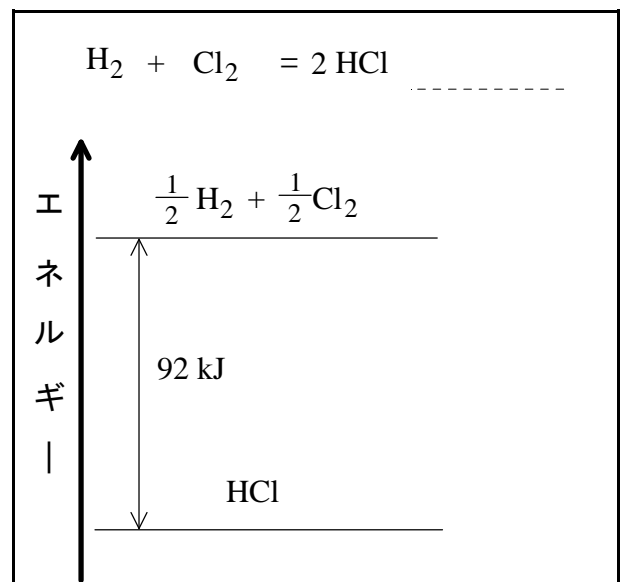
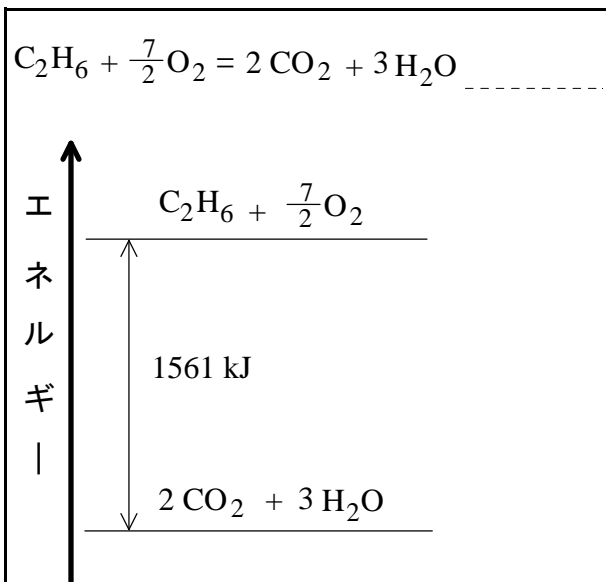
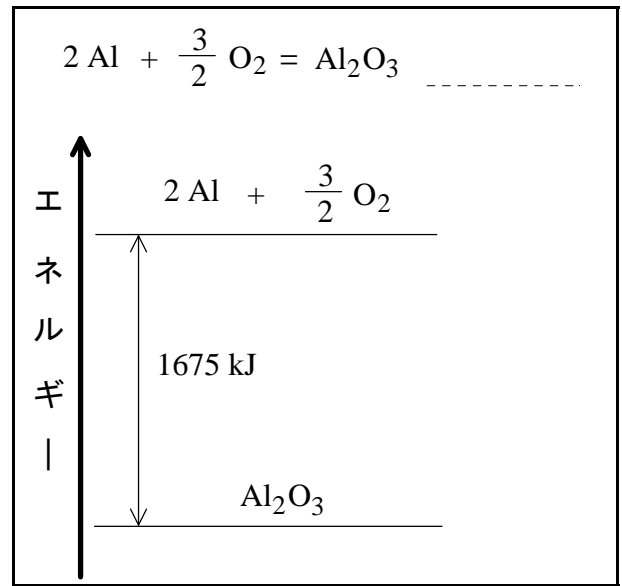
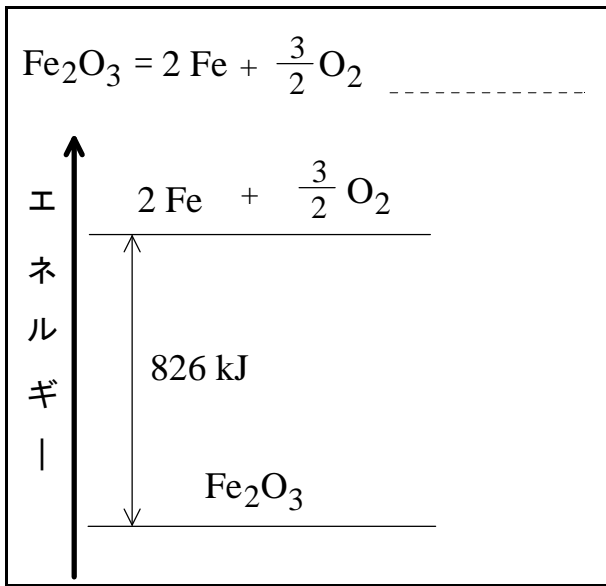
× 2H + O = H<sub>2</sub>O (l) + 965 kJ

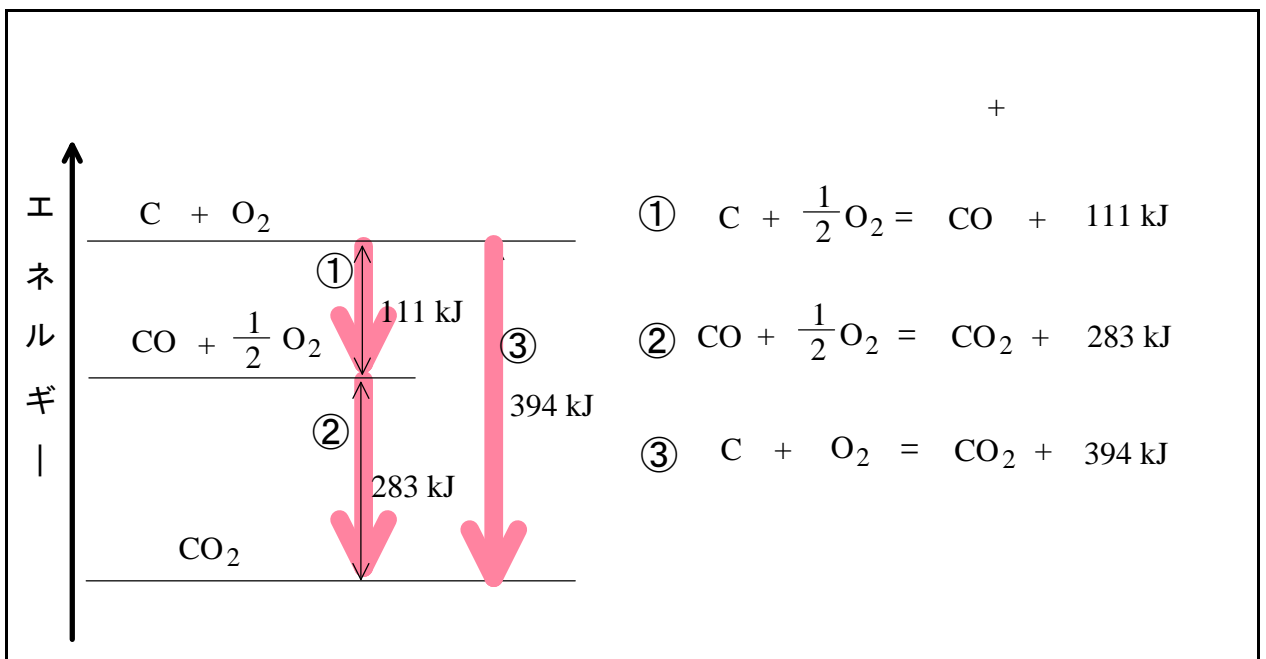
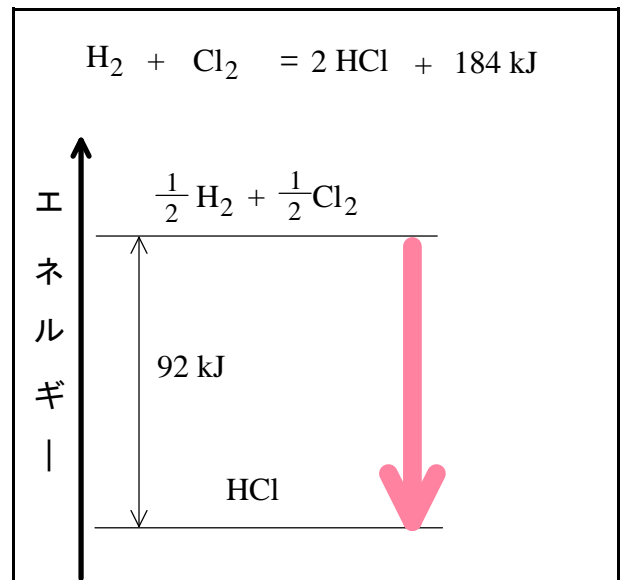
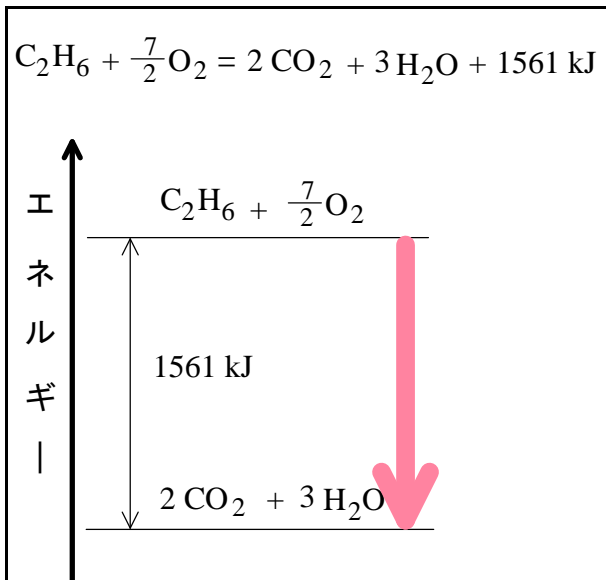
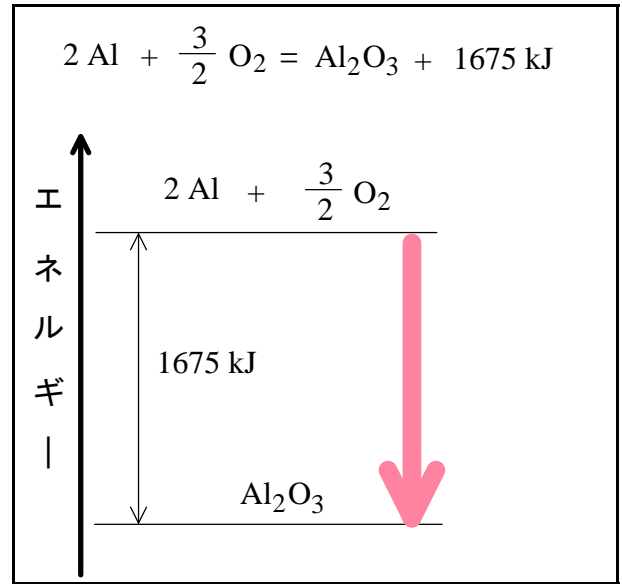
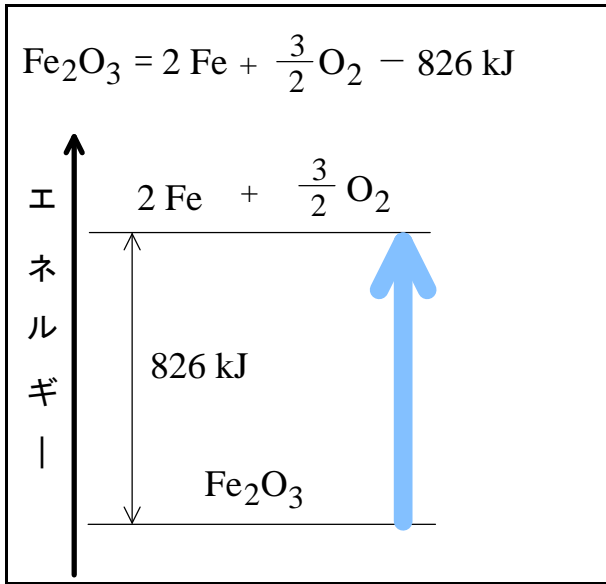
**中和熱** 酸と塩基が反応して，1 mol の水が生成する時の反応熱

$$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + 56.5 \text{ kJ}$$

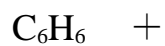
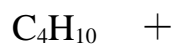
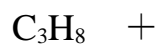
**溶解熱** 物質 1 mol を多量の溶媒に溶かしたときに，発生または吸収する熱量

$$\text{NaOH (s)} + \text{aq} = \text{NaOH aq} + 45 \text{ kJ}$$


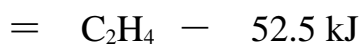
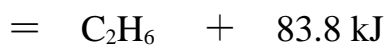
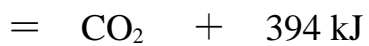
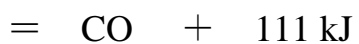
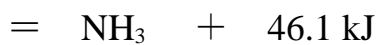
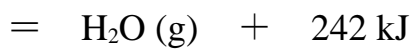




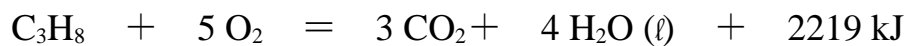
燃焼の熱化学方程式をかいてみよう



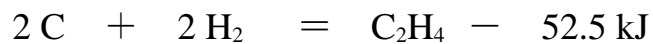
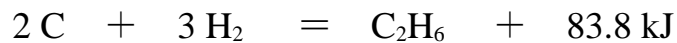
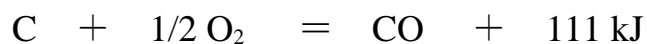
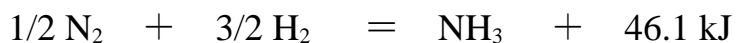
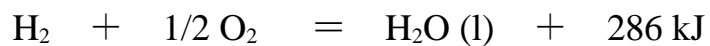
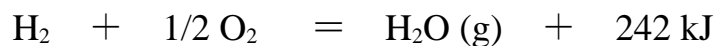
次の物質が生成するときの熱化学方程式をかいてみよう



燃焼の熱化学方程式をかいてみよう

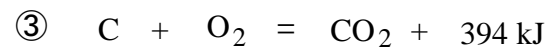
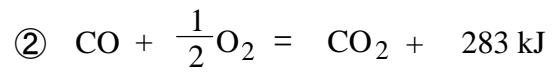
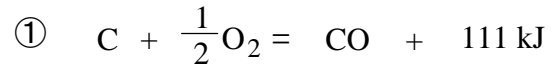
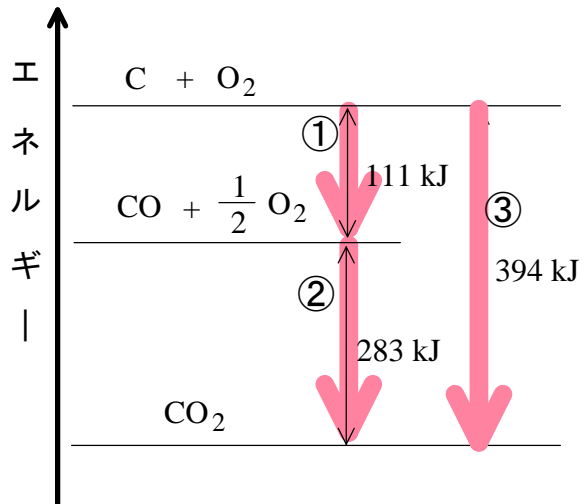


次の物質が生成するときの熱化学方程式をかいてみよう



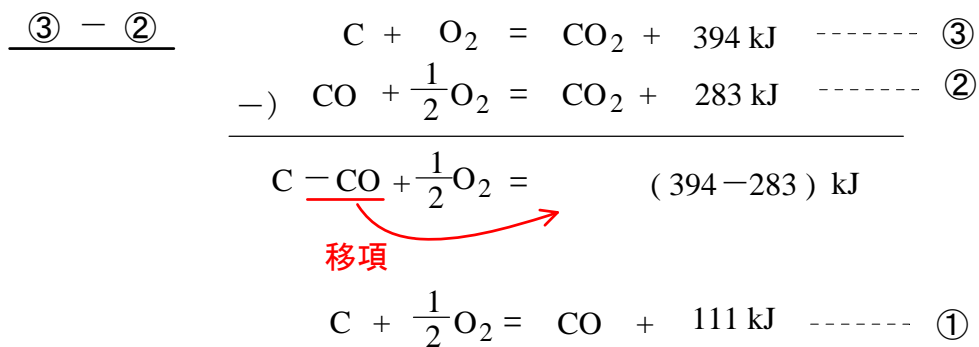
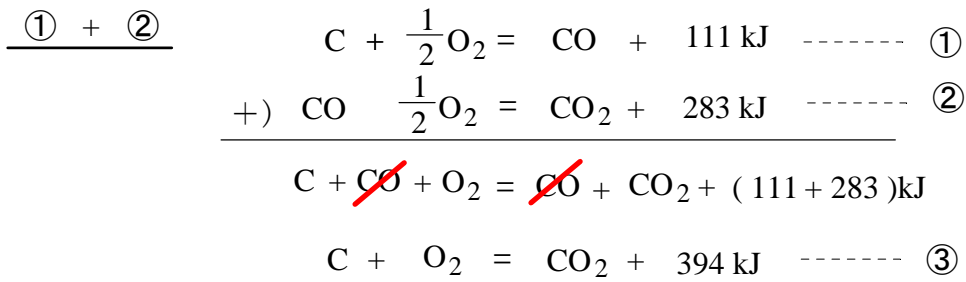
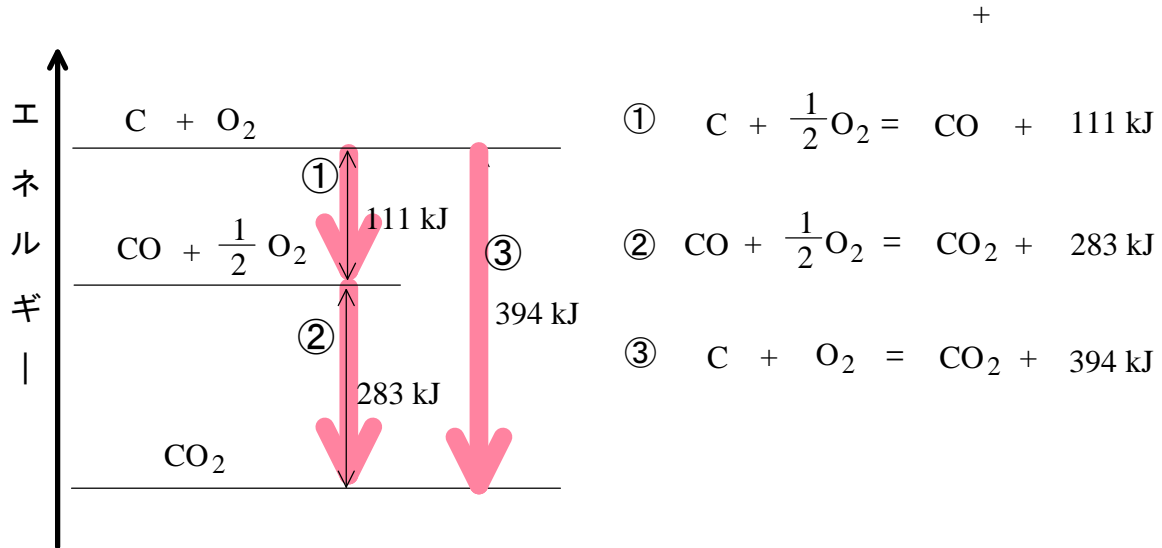


ヘスの法則

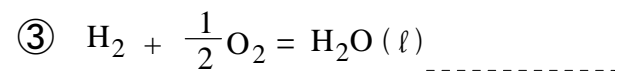
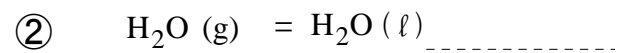
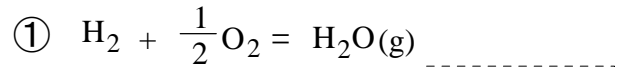
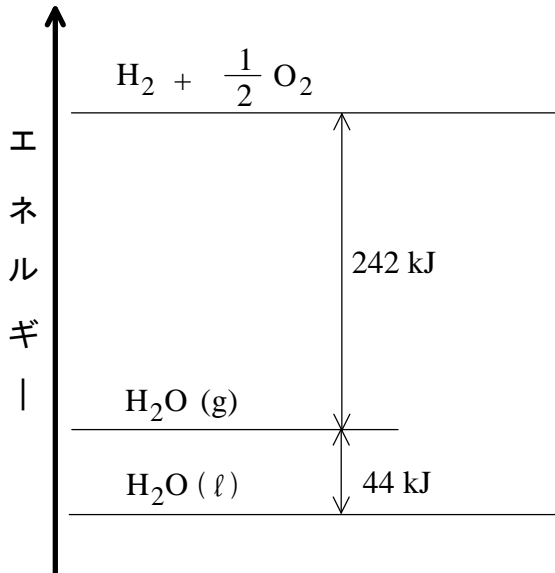


① + ②

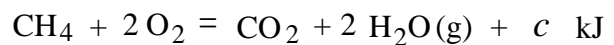
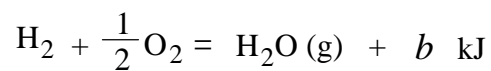
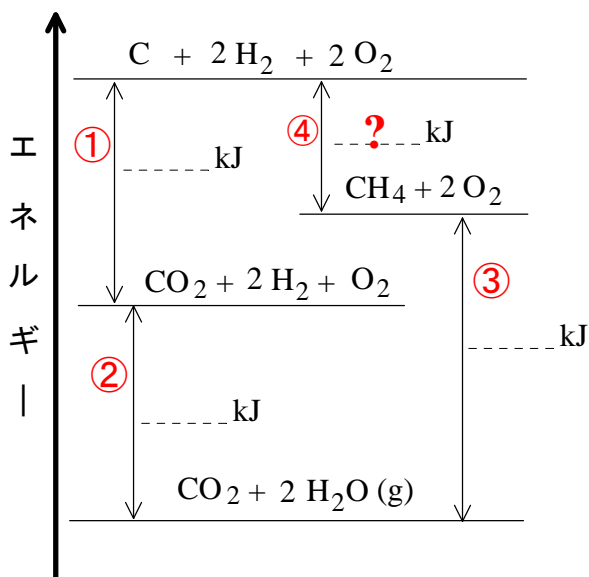
③ - ②



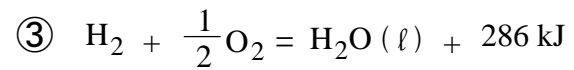
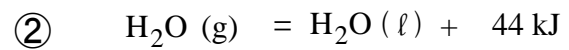
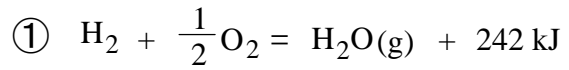
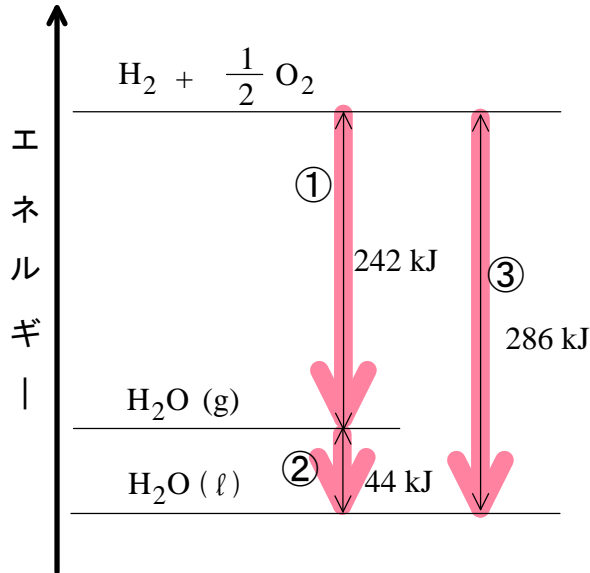
ヘスの法則の応用 1  
反応熱を求めなさい



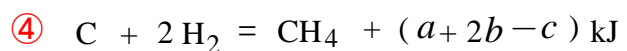
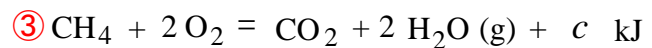
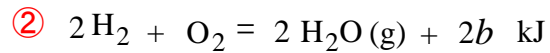
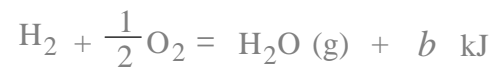
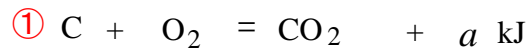
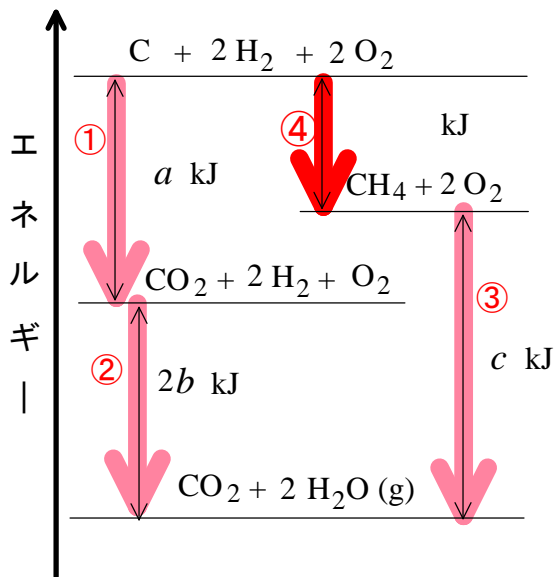
ヘスの法則の応用 2  
? の反応熱を求めなさい



ヘスの法則の応用 1  
反応熱を求めなさい



ヘスの法則の応用 2  
? の反応熱を求めなさい



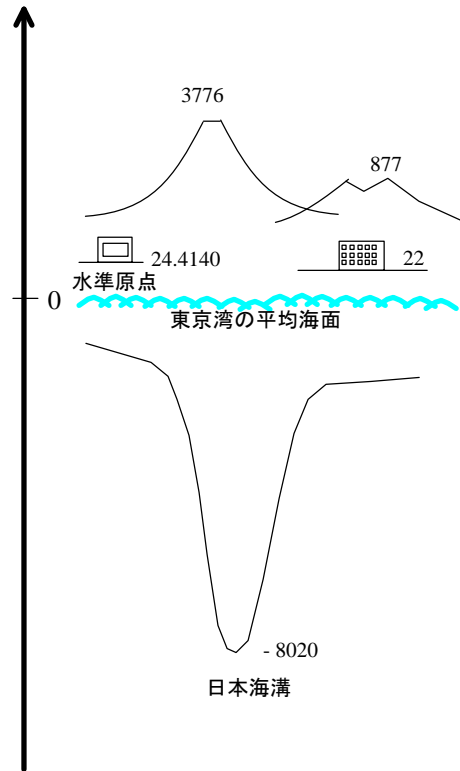
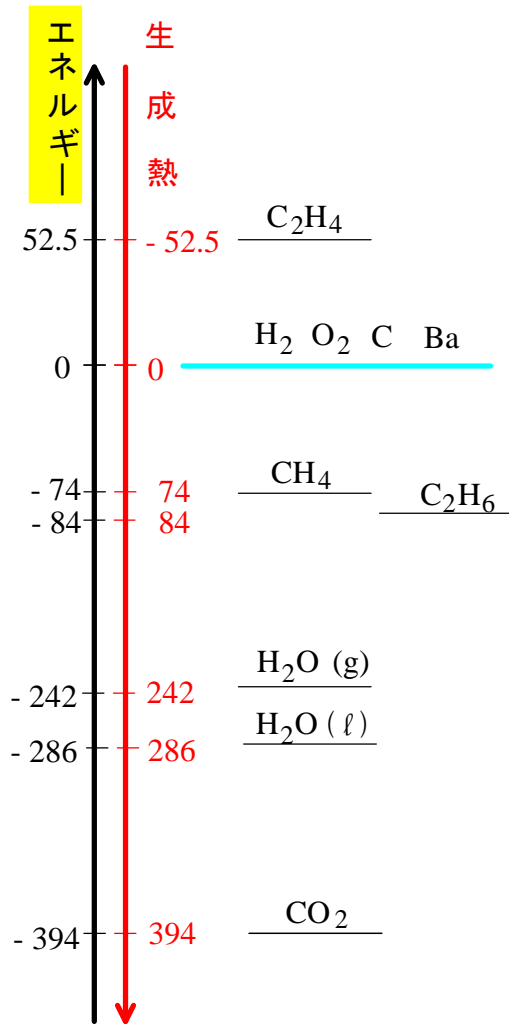
エネルギーの基準

単体 = 0

エネルギー = - (生成熱)

土地の高さの基準

東京湾の平均海面 = 0



- (生成熱) は、物質 1 mol の持つエネルギーの値と考えてよい。

－（生成熱）は、物質 1 mol の持つエネルギーの値と考えてよい。



方程式に、物質の持つエネルギーの値（－生成熱）を入れてみよう。

| 物質                            | 生成熱 | エネルギー       |
|-------------------------------|-----|-------------|
| 単体                            | 0   | <b>0</b>    |
| CO <sub>2</sub>               | 394 | <b>-394</b> |
| H <sub>2</sub> O (g)          | 242 | <b>-242</b> |
| H <sub>2</sub> O (l)          | 286 | <b>-286</b> |
| CH <sub>4</sub>               | 74  | <b>-74</b>  |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | -53 | <b>53</b>   |

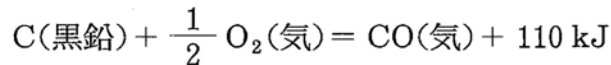
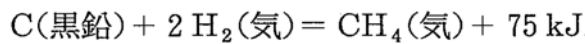
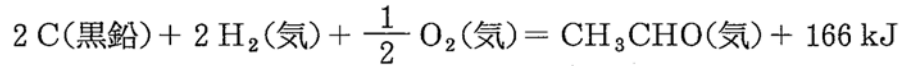
$$\begin{array}{rcccccccc}
 \text{CH}_4 & + & 2 \text{O}_2 & = & \text{CO}_2 & + & 2 \text{H}_2\text{O} (\ell) & + & 892 \text{ kJ} \\
 -74 & + & 0 & = & -394 & + & 2 \times (-286) & + & 892 \\
 & & -74 & = & -74 & & & & 
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcccccccc}
 \text{C}_2\text{H}_4 & + & 3 \text{O}_2 & = & 2 \text{CO}_2 & + & 2 \text{H}_2\text{O} (\ell) & + & 1413 \text{ kJ} \\
 53 & & 0 & = & 2 \times (-394) & & 2 \times (-286) & & 1413 \\
 & & 53 & = & 53 & & & & 
 \end{array}$$

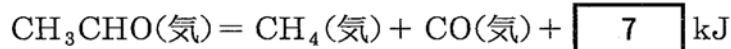
一生成熱（エネルギー）を使った反応熱の求め方

A

問 5 アセトアルデヒド、メタンおよび一酸化炭素の生成反応は、それぞれ次の熱化学方程式で表される。



アセトアルデヒドがメタンと一酸化炭素に熱分解する反応の熱化学方程式を



とするとき、空欄  $\boxed{7}$  に入れる数値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① -351

② -190

③ -19

④ 19

⑤ 190

⑥ 351

2002 センター試験

B

問 5 エチレンとエタンの生成熱は、それぞれ  $-52.2\text{ kJ/mol}$  と  $84.0\text{ kJ/mol}$  である。エチレンに水素が付加してエタンが生成する反応の反応熱として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  $\boxed{5}\text{ kJ/mol}$

① -136.2

② -68.1

③ -31.8

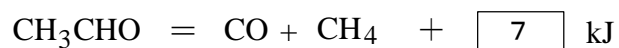
④ 31.8

⑤ 68.1

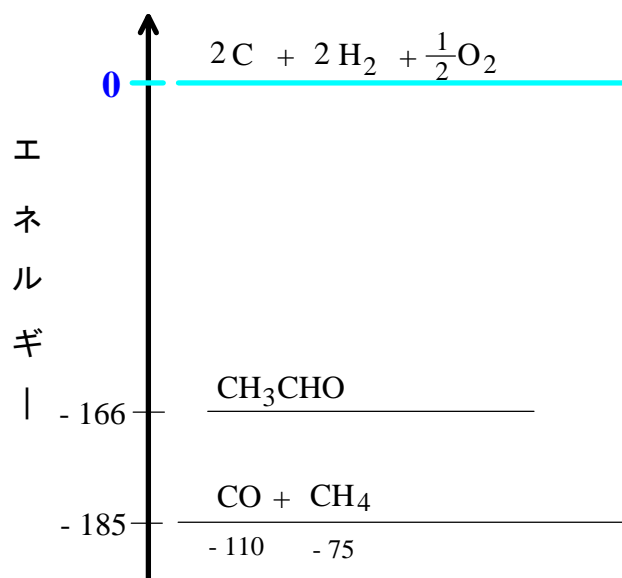
⑥ 136.2

2000 センター試験

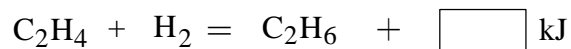
A



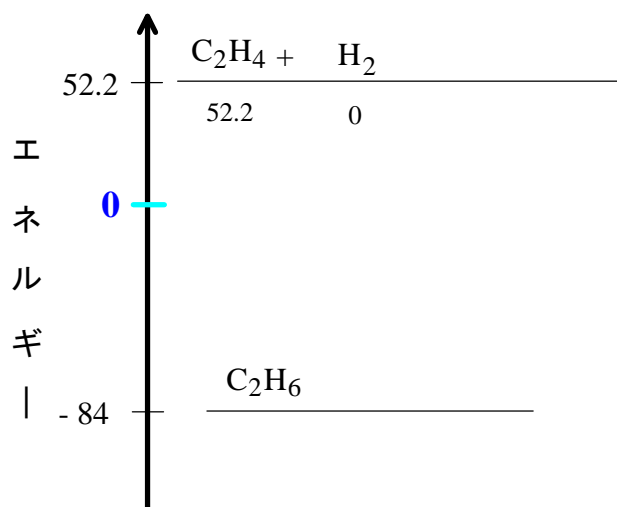
$$-166 = (-110) + (-75) + \boxed{7} \text{ kJ}$$



B

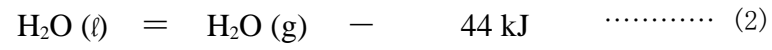
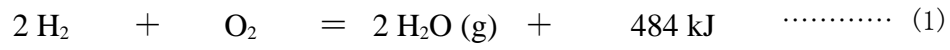


$$(52.2) + (0) = (-84.0) + \boxed{\phantom{00}} \text{ kJ}$$





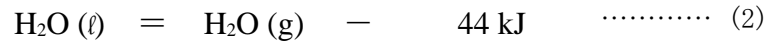
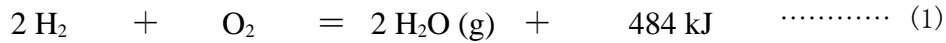
|   |
|---|
| C |
|---|



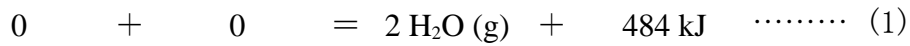
これらの式から、 $\text{H}_2\text{O}(\ell)$  の生成熱を求めよ。

|             |
|-------------|
| 1991 センター試験 |
|-------------|

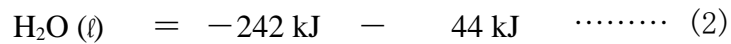
C



(1)式に,  $\text{H}_2 = 0$ ,  $\text{O}_2 = 0$  を代入

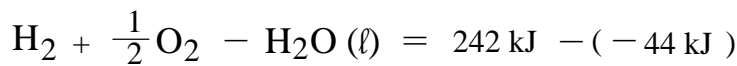
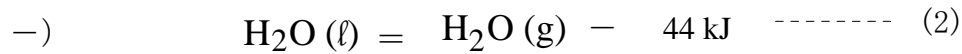
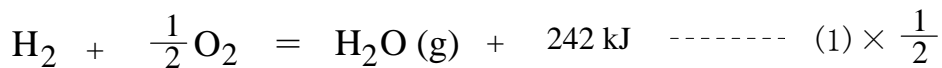


$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -242 \text{ kJ}$  を (2)式に代入



$\text{H}_2\text{O}(\ell) = -286 \text{ kJ}$  生成熱は, 286 kJ

[別解] (1)式(2)式から  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  を消す

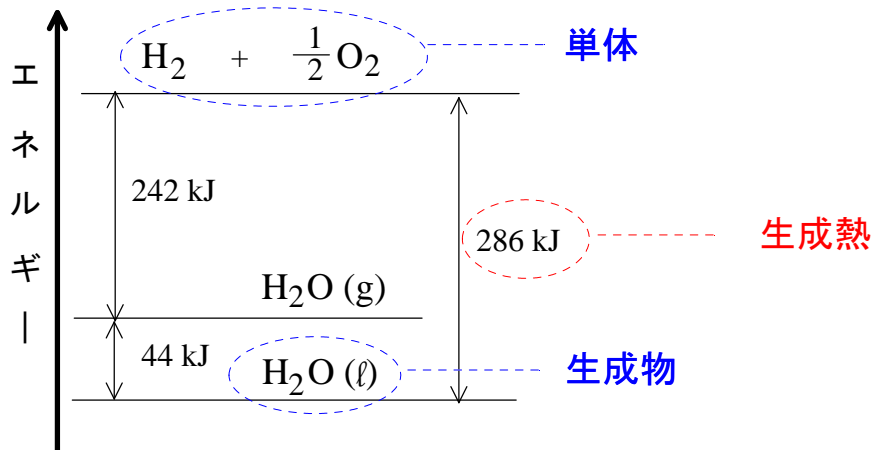


単体

生成物

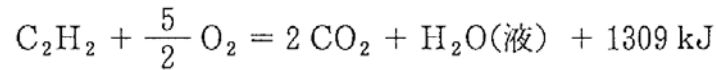
生成熱は, 286 kJ

[別解2] エネルギー図をつかう



**D**

問 5 アセチレンの燃焼反応は、次の熱化学方程式で表される。



CO<sub>2</sub> および H<sub>2</sub>O(気)の生成熱は、それぞれ 394 kJ/mol および 242 kJ/mol、  
また水の蒸発熱は 44 kJ/mol である。以上から、アセチレンの生成熱を計算  
するといくらになるか。次の①～⑥のうちから、最も適当な数値を一つ選べ。

kJ/mol

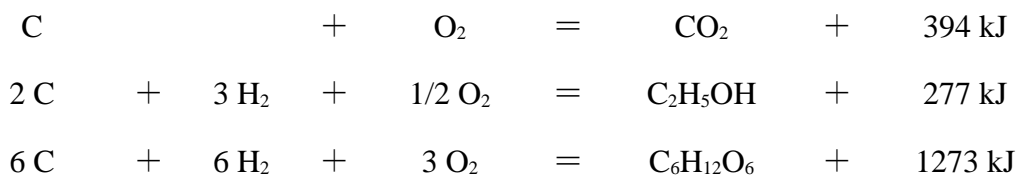
- ① 323      ② 279      ③ 235      ④ - 235      ⑤ - 279  
⑥ - 323

1998 センター試験

**E**

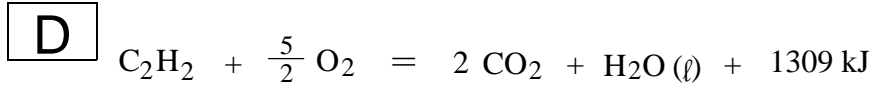


の反応熱  $Q$  を以下の反応式から求めよ。



- ① 69      ② 325      ③ 602      ④ -69      ⑤ -325      ⑥ -602

1997 センター試験



$$\text{H}_2\text{O}(\ell) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) - 44 \text{ kJ}$$

各物質の ー生成熱 (エネルギー) を代入

$$\text{O}_2 = 0 \quad \text{CO}_2 = -394 \quad \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -242$$

$$\text{C}_2\text{H}_2 + (0) = 2(-394) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + 1309 \text{ kJ}$$

$$\text{H}_2\text{O}(\ell) = (-242) - 44 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{C}_2\text{H}_2 &= 2(-394) + (-242) - 44 + 1309 \\ &= 235 \text{ kJ} \quad \text{----- エネルギー} \end{aligned}$$

生成熱 は  $-235 \text{ kJ}$

**E**



各物質の ー生成熱 (エネルギー) を代入

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = -1273 \quad \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = -277 \quad \text{CO}_2 = -394$$

$$-1273 = 2(-277) + 2(-394) + Q \text{ kJ}$$

$$Q = 69 \text{ kJ}$$

別解

次の計算で、目的の方程式が得られる。

$$2 \text{C} + 2 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 2 \times 394 \text{ kJ}$$

$$4 \text{C} + 6 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \times 277 \text{ kJ}$$

$$+) \quad -6 \text{C} + -6 \text{H}_2 + -3 \text{O}_2 = -\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + -1273 \text{ kJ}$$

---


$$0 = -\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2 + ( ) \text{ kJ}$$

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2 + Q \text{ kJ}$$

$$Q = 2 \times 394 + 2 \times 277 - 1273 = 69$$