化学の問題 熱化学反応はこうすれば簡単に計算できる どこにも書いてない新手法

基礎科目 解答 技術士一次試験

私は化学を生業としていますが、この手の問題は嫌いです。化学反応式同士を足したり引いたりしていれば、いつか答えにたどり着けるのですが、時間がかかる場合があります。答え候補の①から順番に手を付け、結局答えが⑤であった場合には多くの時間と気力をつぎ込むことになります。人によっては計算に絶対的な自信があり、④までが答えでないから⑤が答え、と決断できる人ならまだ少しは救われますが、普通の人はそれでも⑤を計算しないと自信が持てません。

参考書を調べても、やはり力ずくで足したり引いたり、これがこの問題の「常識」です。

それでも、もっと簡単に解ける方法がないかと私なりに考え、ある方法にたどり着きました。 少しは計算が楽になりますし、間違いもなくなると思います。

日本技術士会のホームページより

I-4-1 25℃, 1気圧における一酸化炭素,二酸化炭素,水の生成熱は次の熱化学方程式で表される。

- C (黒鉛) +  $1/2O_2$  (気) = CO (気) + 111 kJ
- C (黒鉛) +  $O_2$  (気) =  $CO_2$  (気) + 394 kJ
- $H_2$  (気) + 1/2O<sub>2</sub> (気) =  $H_2O$  (液) + 286 kJ

これらの熱化学方程式から25 $^{\circ}$ C、1気圧での① $^{\circ}$ 0の反応における反応熱を求めたとき、発熱反応であるものはどれか。

- ① CO(気) + H₂(気) → C(黒鉛) + H₂O(液)
- ② CO(気) + H<sub>2</sub>O(液) → H<sub>2</sub>(気) + CO<sub>2</sub>(気)
- ③ CO<sub>2</sub>(気) → CO(気) + 1/2O<sub>2</sub>(気)
- ④ C (黒鉛) + CO<sub>2</sub> (気) → 2 CO (気)
- ⑤ C (黒鉛) + 2H<sub>2</sub>O (液) → 2H<sub>2</sub> (気) + CO<sub>2</sub> (気)

まずは普通の解き方から。①の発熱量を求めてみます。

問題で与えられている反応式は、

$$C + 0$$
.  $5 O 2 = C O + 1 1 1$  (1)

$$C + O 2 = C O + 3 9 4$$
 (2)

$$H 2 + 0$$
.  $5 O 2 = H 2 O + 2 8 6$  (3)

## $(1)CO + H 2 \rightarrow C + H 2O + ?$

H2Oが含まれているのは(3)式だけです。O2は含まれていないので、とりあえず(3) - (1) としましょう。

$$H 2 - C = H 2 O - C O + 2 8 6 - 1 1 1$$
 (4)

CとCOを反対側に移行すれば、

$$CO + H2 = C + H2O + 175$$

発熱反応です。一発でうまくいきました。これが答えです。簡単ですね。

うまくいくとこのように喜べるわけですが、ともかくこれは偶然の成功です。しかも、精神 的に疲れました。

そこで機械的開放を求めて、式(1)~(4)を次のように変形します。化合物をすべて左辺へ、熱量は右に

$$C + 0$$
.  $5 O 2 - C O = 1 1 1 (1)$ 

$$C + O 2 - C O 2 = 3 9 4$$
 (2)

$$H 2 + 0$$
.  $5 O 2 - H 2 O = 2 8 6 (3)$ 

$$CO + H2 - C - H2O = ?$$
 (1)

登場人物(化合物)はC、CO、CO2、O2、H2、H2Oの6種類です。これを行列式のように並べます。

これを見ると一目瞭然ですね。①= (3) - (1)、したがって?=286-111=175>0、発熱です。

念のために②についても同じく、

$$CO + H2O = H2 + CO2 + ?$$
 2

CO + H2O - H2 - CO2 = ?

式を変形して、

C
 CO
 CO2
 O2
 H2
 H2O
 熱量

 1
 
$$-1$$
 0.5
 111
 (1)

 1
  $-1$ 
 1
 394
 (2)

 0.5
 1
  $-1$ 
 286
 (3)

 1
  $-1$ 
 $-1$ 
 1
 ?
 ②

(2)

②=-(1)+(2)-(3)ですね。従って、?=-111+394-286=-3<0、吸熱反応です。

どうです。簡単になったでしょ。