

R4.3.26 化学 化学反応と熱

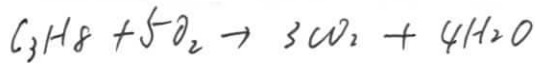
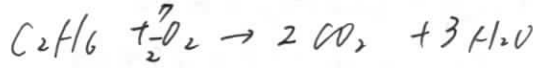
1

標準状態のエタン  $C_2H_6$  とプロパン  $C_3H_8$  の混合気体 22.4 L を完全燃焼させたところ、4.00 mol の酸素が消費され、1780 kJ の発熱があった。

- エタンとプロパンの物質量の比を簡単な整数比で示せ。
- エタンの燃焼熱を 1560 kJ/mol とし、プロパンの燃焼熱を求めよ。

(1) エタン  $x$  mol, プロパン  $y$  mol とする

$$x + y = 1 \dots (1)$$



$$\frac{7}{2}x + 5y = 4 \dots (2)$$

$$x = \frac{2}{3}, y = \frac{1}{3} \quad \frac{2}{3} : \frac{1}{3} = 2 : 1$$

プロパンの燃焼熱を  $Q$  kJ/mol とする

$$(2) 1560 \times \frac{2}{3} + Q \times \frac{1}{3} = 1780$$

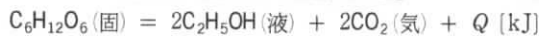
$$5/20 + Q = 5340$$

$$\therefore Q = 2220$$

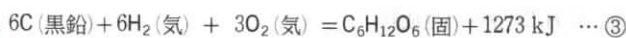
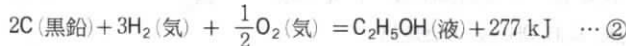
$$2220 \text{ kJ/mol}$$

2

エタノール  $C_2H_5OH$  の製法の一つとして、グルコース  $C_6H_{12}O_6$  を原料とするアルコール発酵があり、その熱化学方程式は次のように表される。



この反応の反応熱  $Q$  [kJ] を、次の熱化学方程式 ①~③ を用いて求めよ。



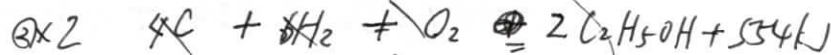
① 反応熱 = 生成物の生成熱 - 反応物の生成熱

$$Q = (277 \times 2 + 394 \times 2) - 1273$$

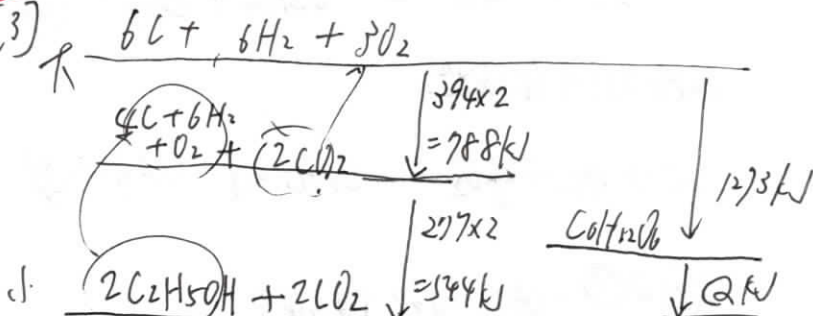
$$= 554 + 788 - 1273 = 69 \text{ kJ}$$

$$Q = (2) \times 2 + (1) \times 2 - (3)$$

②

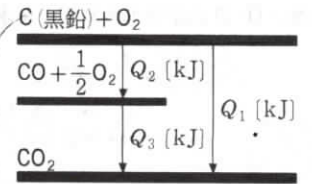
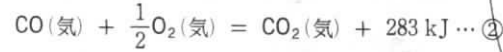


③



3

一酸化炭素の生成熱を実験で直接求めるのは難しいが、次に示す熱化学方程式を使えば、計算によって求められる。



- ①, ② の反応熱は図中の  $Q_1, Q_2, Q_3$  のうち、どれに当てはまるか。

- 一酸化炭素の生成熱は、図中の  $Q_1, Q_2, Q_3$  のうち、どれに当てはまるか。

- 一酸化炭素の生成熱は何 kJ/mol と求められるか。

(1)  $Q_1$ , (2)  $Q_3$

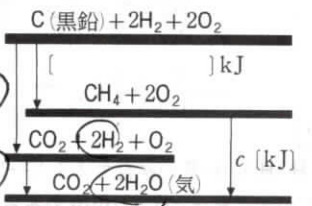
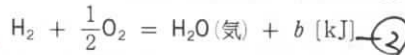
(2)  $Q_2$

(3)  $Q_2 = Q_1 - Q_3$

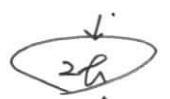
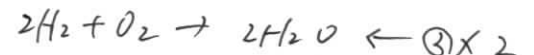
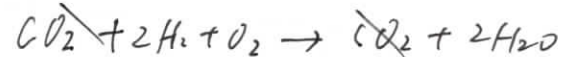
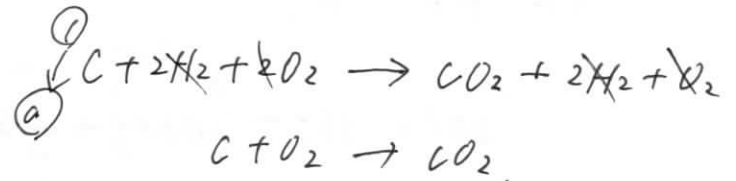
$$= 394 - 283 = 111 \text{ kJ/mol}$$

4

右の図は、黒鉛、水素および酸素から、二酸化炭素と水蒸気が生成する反応の2つの経路と反応熱を示すもので、下向きの矢印は発熱を表す。次の熱化学方程式と図を参考にして、図の [ ] に当てはまる反応熱を、 $a \sim c$  を用いて表し、図中に書き入れよ。



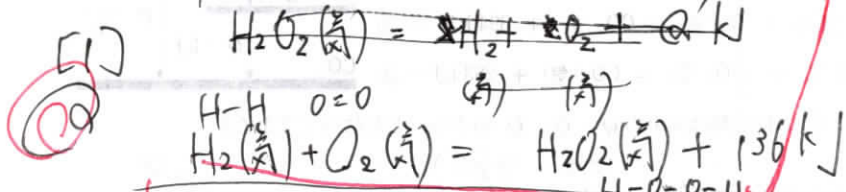
$$a + 2b - c$$



5

気体の過酸化水素 (H-O-O-H) の生成熱は、136 kJ/mol であり、H-H, O=O, O-H の結合エネルギーは、それぞれ 436 kJ/mol, 498 kJ/mol, 463 kJ/mol である。過酸化水素の O-O の結合エネルギーを求めよ。

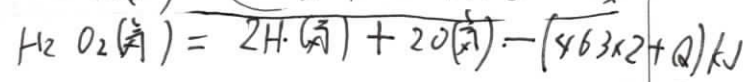
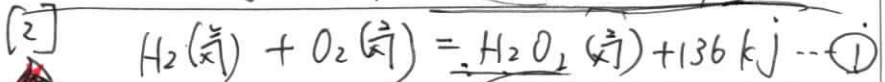
Q kJ/mol を求めよ。



反応熱 = 生成物の結合エネルギー - 反応物の結合エネルギー

$$136 = (Q + 463 \times 2) - (436 + 498)$$

$$Q - 1 = 136 \quad Q = 144 \text{ kJ/mol}$$



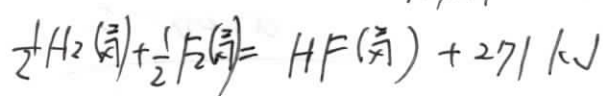
$$(4) = (2) + (3) - (1)$$

$$-(463 \times 2 + Q) = -436 - 498 - 136$$

$$Q = 144$$

6

H-H と H-F の結合エネルギーは、それぞれ 436 kJ/mol および 563 kJ/mol であり、HF の生成熱は 271 kJ/mol である。F-F の結合エネルギーは何 kJ/mol か。



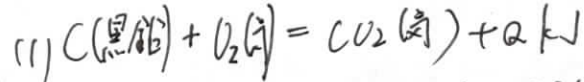
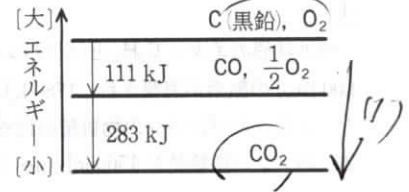
$$271 = 563 - (436 \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2}Q)$$

$$Q = 148 \text{ kJ/mol}$$

7

次の問いに答えよ。C=12

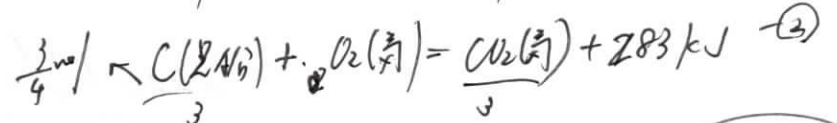
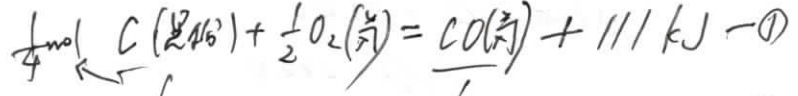
- (1) 右のエネルギー図を用いて、炭素(黒鉛)の燃焼熱、二酸化炭素の生成熱をそれぞれ求めよ。
- C の燃焼熱 [ 394 ] kJ/mol  
CO<sub>2</sub> の生成熱 [ 394 ] kJ/mol
- (2) 炭素 12 g をある条件で燃焼させると、CO と CO<sub>2</sub> の体積比 1 : 3 の混合気体が生成した。この燃焼で発生した熱量は何 kJ か。



$$Q = 111 + 283 = 394 \text{ kJ}$$

$$\frac{1}{4}C - \frac{1}{2}O_2 = \frac{1}{4}CO$$

$$\frac{323}{93}$$



$$111 \times \frac{1}{4} + 283 \times \frac{3}{4} = 323 \text{ kJ}$$

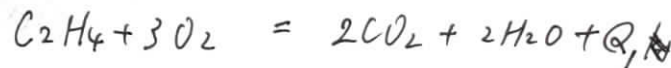
8

次の熱化学方程式の Q [kJ] を求めることができる反応熱の組合せは、(ア)~(エ)のどれか。

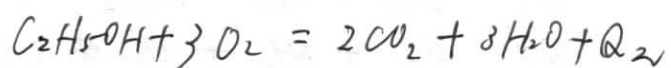
$$C_2H_4(g) + H_2O(l) = C_2H_5OH(l) + Q \text{ [kJ]}$$

- (ア) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(気)の燃焼熱, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH(液)の燃焼熱
- (イ) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(気)の燃焼熱, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH(液)の生成熱
- (ウ) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(気)の生成熱, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH(液)の燃焼熱
- (エ) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(気)の生成熱, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH(液)の生成熱

C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> の燃焼熱



C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH の燃焼熱



C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> の生成熱



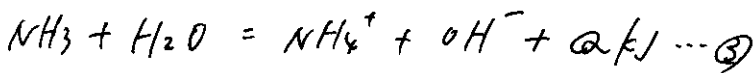
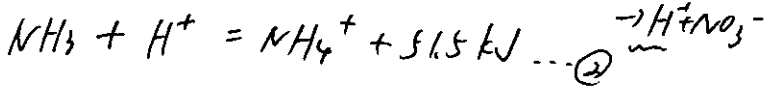
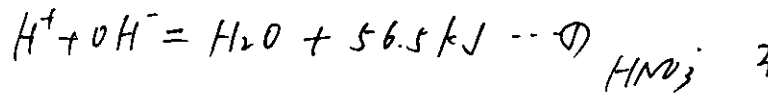
C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH の生成熱



(ア) (イ) (ウ) (エ) のどれか

9

水溶液中で水素イオンと水酸化イオンから水 1 mol が生じるとき、56.5 kJ/mol の中和熱が発生する。また、水に溶けているアンモニア 1 mol と硝酸 1 mol (電離度 1 とする) が反応するときの反応熱は 51.5 kJ である。水に溶けているアンモニアが水と反応して、アンモニウムイオンが生じるときに出入りする熱量は何 kJ/mol か。発熱、吸熱を付して答えよ。



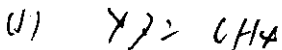
$$\textcircled{3} = \textcircled{2} - \textcircled{1}$$

$$Q = 51.5 - 56.5 = -5.0 \text{ kJ/mol}$$

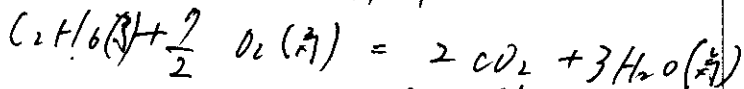
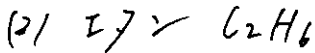
10

O-H, C=O, O=O の結合エネルギーは、それぞれ 463 kJ/mol, 799 kJ/mol, 498 kJ/mol, エタンの燃焼熱は 1429 kJ/mol, メタン分子 1 mol をすべて C 原子と H 原子にするときの熱量は 1652 kJ/mol である。ただし、燃焼で生じる気体はすべて気体とする。

- (1) メタンにおける C-H の結合エネルギー [kJ/mol] を求めよ。
- (2) エタンにおける C-H の結合エネルギー [kJ/mol] を求めよ。
- (3) プロパン C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> の燃焼熱 [kJ/mol] を求めよ。



$$1652 \div 4 = 413 \text{ kJ/mol}$$

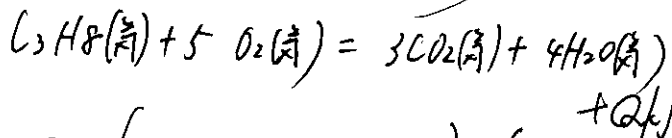


$$1652 - 413 \times 6 = 1429$$

$$1429 = 2 \times 799 + 3 \times 498 - (x + 6 \times 413)$$

$$1429 = 5974 - (x + 2478 + 1743)$$

$$x = 324 \text{ kJ/mol}$$



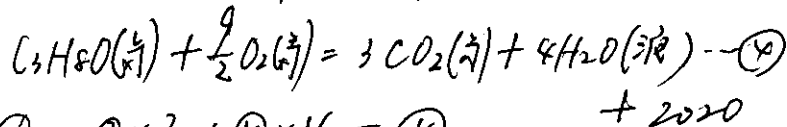
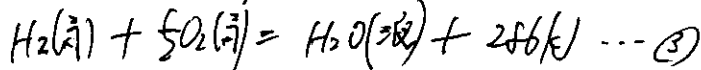
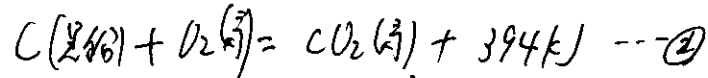
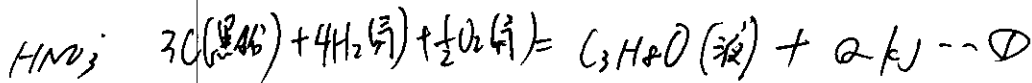
$$Q = (1598 \times 3 + 926 \times 4) - (324 \times 3 + 413 \times 8 + 498 \times 5)$$

$$Q = 6442 - 6766 = -324 \text{ kJ/mol}$$

11

黒鉛(グラファイト), 水素, 1-プロパノール C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O の燃焼熱を用いて 1-プロパノールの生成熱を計算すると、何 kJ/mol になるか。最も適当な数値を、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。燃焼熱は、黒鉛 394 kJ/mol, 水素 286 kJ/mol, 1-プロパノール 2020 kJ/mol とする。

- ① -612 ② -306 ③ -102 ④ 102 ⑤ 306 ⑥ 612

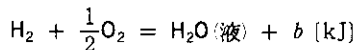
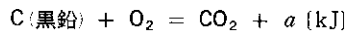
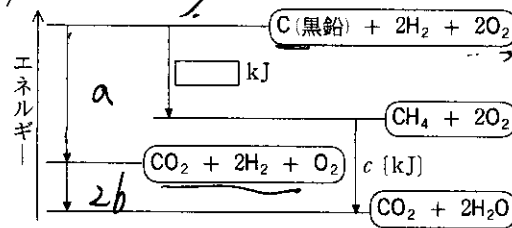


$$\textcircled{1} = \textcircled{2} \times 3 + \textcircled{3} \times 4 - \textcircled{4}$$

$$Q = 394 \times 3 + 286 \times 4 - 2020 = 306 \text{ kJ/mol}$$

12

図は、黒鉛, 水素および酸素から、二酸化炭素と液体の水が生成する反応の二つの経路と反応熱を示すもので、下向きの矢印は発熱を表す。次の熱化学方程式と図を参考にして、図中の [ ] に当てはまる反応熱を、下の ①~⑤ のうちから一つ選べ。



- ① a-c ② b-c ③ a-b+c ④ a+b-c ⑤ a+2b-c

0  
E.E.  
/