

## 2009 年度「化学」(担当:野島高彦) 前期試験模擬問題

以下の各問に関して解答用紙に解答せよ。解答順序は問わない。問題用紙は提出せず持ち帰ること。原子量は H:1.0, C:12.0, O:16.0 とし、大気圧を 1 気圧=1 013 hPa, 0 °C を 273 K, 1 cal=4.18 J とする。

[1] 夏休みに温水プールに行く者も多いであろう。全長 25 m, 幅 10 m, 水深 1.2 m のプールの水温を温める場合に関して以下の問いに答えよ。燃料としてはメタン  $\text{CH}_4$  を使うこととし、メタンの完全燃焼に伴う反応熱を  $\Delta H = -891 \text{ kJ mol}^{-1}$  とする。液体の水の密度は  $1.0 \text{ g ml}^{-1}$ , 比熱は  $1.0 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$  とせよ。

- i. メタン  $\text{CH}_4$  の完全燃焼をあらわす化学反応式を記せ。(10 点)
- ii. このプールの水温を  $20^\circ\text{C}$  から  $30^\circ\text{C}$  まで上昇させるために必要とされるメタンの質量および排出される二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の質量を求めよ。(10 点)

[2] 私たちの体重の 6 割から 7 割は水  $\text{H}_2\text{O}$  である。水に対する理解は生命現象を化学のレベルで理解する際に避けては通れないものである。この水  $\text{H}_2\text{O}$  に関して以下の問いに答えよ。

- i. 水素  $\text{H}_2$  と酸素  $\text{O}_2$  が反応し水  $\text{H}_2\text{O}$  が生じる反応をあらわす化学反応式を記せ。(10 点)
- ii. 水素  $\text{H}_2$  と酸素  $\text{O}_2$  の混合ガスを放置しておいても水蒸気  $\text{H}_2\text{O}$  にはならない。この理由を説明せよ。(10 点)
- iii.  $-10^\circ\text{C}$  の氷を加熱して行き  $110^\circ\text{C}$  の水蒸気にする際の時間に対する温度変化と状態変化に関してグラフ(加熱曲線)を用いて説明せよ。融解および蒸発の際の熱の出入りに関しても記すこと。大気圧を 1 気圧とする。(15 点)

[3] 原子の構造に関する以下の問いに答えよ。

- i. 原子量, 質量数, 原子番号, 陽子数, 中性子数, 電子数, の関係を説明せよ。(10 点)
- ii. 同位体とはどのようなものか例を挙げて説明せよ。(10 点)

[4] 理想気体に関して説明せよ。(10 点)

[5] 電気陰性度に関する以下の問いに答えよ。ただし水素の電気陰性度は 2.1, 炭素の電気陰性度は 2.5, 酸素の電気陰性度は 3.5 とする。

- i.  $\text{C}=\text{O}$  結合および  $\text{H}-\text{O}$  結合において結合に用いられている電子はどちらの原子に偏っていると考えられるか。(5 点)
- ii. 二酸化炭素分子  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$  および水分子  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$  の極性に関して述べよ。(10 点)

#教科書第 1 章から第 9 章を前期試験範囲とする。

## 解答

[1]

- i.  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ii. プールの体積は  $25 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} = 300 \text{ m}^3$ . この質量は  $300 \times 10^6 \text{ g}$ .  
この温度を 10 K 上昇させるために必要な熱エネルギーは  
 $(10 \text{ K})(1.0 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1})(300 \times 10^6 \text{ g}) = 3.0 \times 10^9 \text{ cal} = 12.54 \times 10^9 \text{ J} = 12.54 \times 10^6 \text{ kJ}$   
この熱量を生み出すために燃焼されなければならないメタンの物質量は, 1 mol の  
メタンが燃焼する際に生じる熱が 891 kJ であることから,  
 $(12.54 \times 10^6 \text{ kJ}) / 891 \text{ kJ mol}^{-1} = 14.1 \times 10^3 \text{ mol}$   
メタン  $\text{CH}_4$  のモル質量  $16.0 \text{ g mol}^{-1}$  より上記物質量の質量は  
 $(14.1 \times 10^3 \text{ mol})(16.0 \text{ g mol}^{-1}) = 226 \times 10^3 \text{ g} = 226 \text{ kg} = \underline{2.3 \times 10^2 \text{ kg}}$

また, 1 mol のメタンから 1 mol の二酸化炭素が生じるので, 生じる二酸化炭素(モル質量  $44.0 \text{ g mol}^{-1}$ )の質量は  
 $(14.1 \times 10^3 \text{ mol})(44.0 \text{ g mol}^{-1}) = 620 \text{ kg} = \underline{6.2 \times 10^2 \text{ kg}}$

[2]

- i. p123 に記載されている
- ii. ヒント→活性化エネルギー
- iii. ヒント→p153 図 6.4

[3]

- i. ヒント→p62 以降参照
- ii. ヒント→p65

[4] ヒント→p176 に記載されている

[5]

- i.  $\text{C}=\text{O}$  では O に,  $\text{H}-\text{O}$  では O に引き寄せられる.
- ii. ヒント→p106 表 4.6