

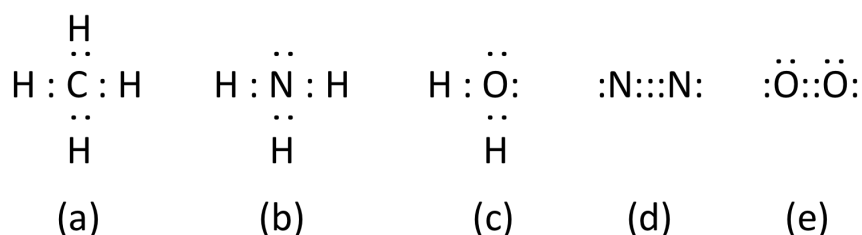
## 2011 年度前期試験問題と解答

[1]から[6]のうち 5 問を選んで解答用紙に解答せよ. いずれも配点は 20 点である. 5 問を超えて解答した場合, 正答していれば成績評価に加算する. 問題用紙は提出せず持ち帰ること. 気体 1 mol は  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $1013\text{ hPa}$  において  $22.4\text{ L}$  の体積を占めるものとする. 気体定数は  $8.31\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$  とする. 原子量は  $\text{H}=1.0$ ,  $\text{C}=12.0$ ,  $\text{N}=14.0$ ,  $\text{O}=16.0$  とする. 温度は  $0\text{ }^{\circ}\text{C}=273\text{ K}$  として計算せよ.

採点方法: 120 点満点からスタート. 以下の基準で減点して行き, 残った点数を前期の試験点数とした. 100 点を超えた場合は 100 点とした.

[1] 以下の物質(a)から(e)の点電子図を記せ. (20 点)

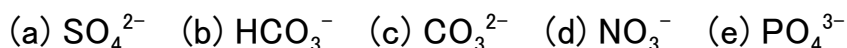
(a) メタン  $\text{CH}_4$ , (b) アンモニア  $\text{NH}_3$ , (c) 水  $\text{H}_2\text{O}$ , (d) 窒素  $\text{N}_2$ , (e) 酸素  $\text{O}_2$



●ミス 1 個ごとに 4 点減点.

[2] 以下の多原子イオンの化学式を記せ. (20 点)

(a) 硫酸イオン, (b) 炭酸水素イオン, (c) 炭酸イオン, (d) 硝酸イオン, (e) リン酸イオン



●ミス 1 個ごとに 4 点減点.

[3] 以下の電磁波を波長の長いものから順に並べよ. (a)から(e)の記号で答えよ. (20 点)

(a)  $\gamma$  線, (b) 可視光線, (c) 紫外線, (d) マイクロ波, (e) 赤外線

長 ← (e) (d) (b) (c) (a) → 短

●逆並べは 10 点減点, 1 箇所ミスは 10 点減点.

[4]  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷  $200\text{ g}$  に熱を与えて融解させ、さらに加熱して沸騰させて全量を蒸発させた。この操作に必要なとされた熱エネルギーを、以下の(i)から(v)の5段階に分けて計算せよ。操作は  $1013\text{ hPa}$  において行うものとする。氷の比熱は  $2.1\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1}$ 、液体の水の比熱は  $4.2\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1}$ 、氷の融解熱は  $335\text{ kJ kg}^{-1}$ 、水の蒸発熱は  $2.26 \times 10^3\text{ kJ kg}^{-1}$  とする。(20点)

(i)  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷を温めて  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷にする

$$(2.1\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1})(0.200\text{ kg})(20\text{ K}) = \underline{8.4\text{ kJ}}$$

(ii)  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷を  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の液体の水にする

$$(0.200\text{ kg})(335\text{ kJ kg}^{-1}) = \underline{67.0\text{ kJ}}$$

(iii)  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の液体の水を加熱して  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ にする

$$(4.2\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1})(0.200\text{ kg})(100\text{ K}) = \underline{84\text{ kJ}}$$

(iv)  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ において液体の水を蒸発させる

$$(2.26 \times 10^3\text{ kJ kg}^{-1})(0.200\text{ kg}) = \underline{452\text{ kJ}}$$

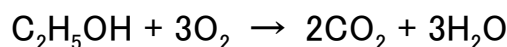
(v) (i)から(iv)を合計する

$$8.4\text{ kJ} + 67.0\text{ kJ} + 84\text{ kJ} + 452\text{ kJ} = 611.4\text{ kJ} = \underline{6.11 \times 10^2\text{ kJ}}$$

●ミス1個ごとに4点減点。桁のミスは1件につき1点減点。

[5] エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  の完全燃焼に関する以下の間に答えよ。(20点)

問1 エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  の完全燃焼をあらわす化学反応式を記せ。



問2  $92\text{ g}$  のエタノールを燃焼させる場合に必要な酸素  $\text{O}_2$  の物質質量と質量を求めよ。

$$92\text{ g のエタノールの物質質量} : (92\text{ g}) / (46.0\text{ g mol}^{-1}) = \underline{2.0\text{ mol}}$$

$$\text{これを完全燃焼させるために必要な酸素の物質質量} : (3)(2.0\text{ mol}) = \underline{6.0\text{ mol}}$$

$$\text{これの質量} : (6.0\text{ mol})(32.0\text{ g mol}^{-1}) = 192\text{ g} = \underline{1.9 \times 10^2\text{ g}}$$

問3 このときに生じる二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の物質質量と質量を求めよ。

$$\text{物質質量} : (2)(2.0\text{ mol}) = 4.0\text{ mol}$$

$$\text{これの質量} : (4.0\text{ mol})(44.0\text{ g mol}^{-1}) = 176\text{ g} = \underline{1.8 \times 10^2\text{ g}}$$

問4 このときに生じる水  $\text{H}_2\text{O}$  の物質量と質量を求めよ.

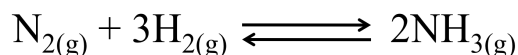
$$\text{物質量}:(3)(2.0 \text{ mol}) = 6.0 \text{ mol}$$

$$\text{これの質量}:(6.0 \text{ mol})(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 108 \text{ g} = 1.1 \times 10^2 \text{ g}$$

●問1は誤答すると8点減点. 問2以降はミス1件ごとに2点減点.

[6] アンモニア  $\text{NH}_3$  の合成反応に関する以下の問に答えよ. (20点)

問1 この反応は次の化学反応式であらわされる.



ここで(g)は気体をあらわす. アンモニア  $\text{NH}_3$  が 1 mol 生成する際には 46.11 kJ の熱が生じる. この平衡を, アンモニアの生成側に移動させるために有効な手段を, 以下から選び○を付けよ. (a) 熱を加える, (b) 冷却する, (c) 圧力を加える, (d) 圧力を下げる, (e) 触媒を加える.

●ミス1個ごとに2点減点.

問2 この反応を用いてアンモニアを 34.0 kg 生産したときに消費された窒素  $\text{N}_2$  の, 物質量, 質量, および 1013 hPa, 25 °Cにおける体積を求めよ.

$$\text{アンモニア } 34.0 \text{ kg の物質量}:(34 \times 10^3 \text{ g})/(17.0 \text{ g mol}^{-1}) = 2.0 \times 10^3 \text{ mol}$$

反応式より, アンモニア 2 mol を得るときに消費される窒素が 1 mol なので,  $2.0 \times 10^3 \text{ mol}$  のアンモニアを得るために消費される窒素は,

$$(1/2)(2.0 \times 10^3 \text{ g}) = \underline{1.0 \times 10^3 \text{ mol}}$$

$$\text{これの質量}:(1.0 \times 10^3 \text{ mol})(28.0 \text{ g mol}^{-1}) = 28 \times 10^3 \text{ g} = \underline{28 \text{ kg}}$$

体積: 気体の状態方程式  $PV=nRT$  を変形して用いる.

$$V = nRT/P$$

$$= (1.0 \times 10^3 \text{ mol})(8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(298 \text{ K})/(1013 \times 10^2 \text{ Pa})$$

$$= 24.446 \text{ m}^3$$

$$= \underline{2.5 \times 10 \text{ m}^3}$$

●ミス1個ごとに3点減点. 桁ミスは1件につき1点減点.

- いずれも講義において取り扱った内容である。講義終了時に行ってきた確認問題と類似した問題も出題してある。有効数字の処理に関しては減点対象とせず、ケタのミスも部分点を与えてある。
- 後期試験には前期試験範囲も含まれるので、今回解答できなかった問題は解答できる状態にしておくこと。

以上