

## 2011 年度前期試験模擬問題

[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  $8.31\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}=8.31\text{ Pa m}^3\text{ K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$  とする。原子量は  $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$  とする。 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  は  $273\text{ K}$  として計算せよ。

[1] 以下の物質(a)から(e)の点電子図を記せ。(20 点)

(a) 塩素  $\text{Cl}_2$ 、(b) クロロホルム  $\text{CHCl}_3$ 、(c) 水素  $\text{H}_2$ 、(d) ネオン  $\text{Ne}$ 、(e) 二酸化炭素  $\text{CO}_2$

[2] 以下の多原子イオンの化学式を記せ。(20 点)

(a) 水酸化物イオン、(b) シアン化物イオン、(c) 炭酸イオン、(d) 硝酸イオン、(e) リン酸イオン

[3] 以下の電磁波をエネルギーの高いものから順に並べよ。(20 点)

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

[4]  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  の氷  $350\text{ g}$  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)  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  の氷を温めて  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の氷にする
- (ii)  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の氷を  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の液体の水にする
- (iii)  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の液体の水を加熱して  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  にする
- (iv)  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  において液体の水を蒸発させる
- (v) (i)から(iv)を合計する

[5] ジエチルエーテル  $C_4H_{10}O$  の完全燃焼に関する以下の間に答えよ。(20点)

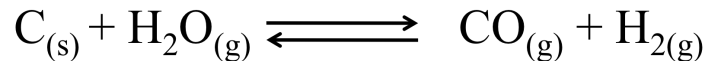
問1 ジエチルエーテル  $C_4H_{10}O$  の完全燃焼をあらわす化学反応式を記せ.

問2 222 g のジエチルエーテルを燃焼させる場合に必要な酸素  $O_2$  の物質  
量と質量を求めよ.

問3 このときに生じる二酸化炭素  $CO_2$  の物質量と質量を求めよ.

問4 このときに生じる水  $H_2O$  の物質量と質量を求めよ.

[6] 水素の合成反応に関する以下の間に答えよ。(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(s)は固体を, (g)は気体をあらわす. この反応で 1 mol の炭素  
が反応する際には 131 kJ の熱が吸収される. この平衡を, 水素  $H_2$   
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) 水を加える, (d) 触媒を加  
える.

問2 この反応を用いて炭素 C を 120 kg 消費したときに生産された水素  
 $H_2$  の, 物質量, 質量, および 1013 hPa, 27 °Cにおける体積を求め  
よ.

### 略解

[1] 省略

[2] (a)  $OH^-$ , (b)  $CN^-$ , (c)  $CO_3^{2-}$ , (d)  $NO_3^-$ , (e)  $PO_4^{3-}$

[3] (a) (c) (b) (e) (d)

[4] (i) 温度変化は  $\Delta T = 15 \text{ K}$ , 質量は  $350 \text{ g} = 0.350 \text{ kg}$

(比熱)(質量)(温度変化) =  $(2.1 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1})(0.350 \text{ kg})(15 \text{ K}) = 11.025 \text{ kJ}$   
=  $1.1 \times 10 \text{ kJ}$

(ii) (質量)(融解熱) =  $(0.350 \text{ kg})(335 \text{ kJ kg}^{-1}) = 117.25 \text{ kJ} = \underline{1.2 \times 10^2 \text{ kJ}}$

(iii) 温度変化は  $\Delta T = 100 \text{ K}$

(比熱)(質量)(温度変化) =  $(4.2 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1})(0.350 \text{ kg})(100 \text{ K}) = 147 \text{ kJ}$   
=  $1.5 \times 10^2 \text{ kJ}$

(iv) (質量)(蒸発熱) =  $(0.350 \text{ kg})(2.26 \times 10^3) = 791 \text{ kJ} = \underline{7.9 \times 10^2 \text{ kJ}}$

(v)  $14.7 \text{ kJ} + 117.25 \text{ kJ} + 147 \text{ kJ} + 791 \text{ kJ} = 1066.275 \text{ kJ} = \underline{1.1 \times 10^3 \text{ kJ}}$



問 2 ジエチルエーテルのモル質量は  $74.0 \text{ g mol}^{-1}$

$222 \text{ g}$  のジエチルエーテルの物質量を求める。

$$\text{物質量} = \text{質量} / \text{モル質量} = 222 \text{ g} / 74.0 \text{ g mol}^{-1} = 3.00 \text{ mol}$$

酸素のモル質量は  $32.0 \text{ g mol}^{-1}$

$3.00 \text{ mol}$  の燃焼に必要な酸素  $O_2$  の物質量は  $18.0 \text{ mol}$

$$\text{この質量は, 質量} = (\text{物質量}) \times (\text{モル質量}) = (18.0 \text{ mol})(32.0 \text{ g mol}^{-1}) = \underline{576 \text{ g}}$$

問 3 二酸化炭素のモル質量は  $44.0 \text{ g mol}^{-1}$

$3.00 \text{ mol}$  のジエチルエーテルから生じる二酸化炭素  $CO_2$  は  $12.0 \text{ mol}$

$$\text{この質量は, } (\text{物質量}) \times (\text{モル質量}) = (12.0 \text{ mol})(44.0 \text{ g mol}^{-1}) = \underline{528 \text{ g}}$$

問 4 水のモル質量は  $18.0 \text{ g mol}^{-1}$

$3.00 \text{ mol}$  のジエチルエーテルから生じる水は  $15.0 \text{ mol}$

$$\text{この質量は, } (\text{物質量}) \times (\text{モル質量}) = (15.0 \text{ mol})(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = \underline{270 \text{ g}}$$

[6] 問 1 (a)(c)

問 2  $120 \text{ kg}$  の  $C$  の物質量を求める。

$$\text{物質量} = \text{質量} / \text{モル質量} = 120 \times 10^3 \text{ g} / 12.0 \text{ g mol}^{-1} = 10 \times 10^3 \text{ mol} = 1.0 \times 10^4 \text{ mol}$$

これと同じ物質量の  $H_2$  が生産されるので物質量は  $1.0 \times 10^4 \text{ mol}$

$$\text{質量} = \text{物質量} \times \text{モル質量} = (1.0 \times 10^4 \text{ mol})(2.0 \text{ g mol}^{-1}) = \underline{2.0 \times 10^4 \text{ g}}$$

気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$\begin{aligned} V &= nRT/P = (1.0 \times 10^4 \text{ mol})(8.31 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(300 \text{ K}) / (1013 \times 10^2 \text{ Pa}) \\ &= 246 \text{ m}^3 = \underline{2.5 \times 10^2 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

またはシャルルの法則を用いて解いてもよい。この場合は

$V_1/T_1 = V_2/T_2$  を変形して  $1 \text{ mol}$  の気体に関して次のように計算する。

$$V_2 = V_1 T_2 / T_1 = (22.4 \text{ L mol}^{-1})(300 \text{ K}) / (273 \text{ K}) = 24.62 \text{ L} = 24.62 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$$

これは  $1 \text{ mol}$  あたりの体積をあらわすので、

$1.0 \times 10^4 \text{ mol}$  の場合は次のようになる。

$$(1.0 \times 10^4 \text{ mol})(24.62 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}) = 24.62 \times 10^1 \text{ m}^3 = \underline{2.5 \times 10^2 \text{ m}^3}$$

## 具体的な前期試験対策

試験は以下の 6 分野から出題する。それぞれに対する具体的な目標を挙げておく。

出題範囲	目標
(1)点電子図	講義で扱った物質に関して、点電子図を描けること。
(2)多原子イオン	講義で扱った多原子イオンの「名称→構造」と「構造→名称」を答えられること。
(3)電磁波	「エネルギー」の回で扱った電磁波の種類と、それらの波長(あるいはエネルギー)の相対的な関係を答えられること。
(4)状態変化の計算	物質を状態変化させるために必要なエネルギー、温度上昇させるために必要なエネルギーが計算できること。比熱、融解熱、蒸発熱を正しく使えること。
(5)化学反応に伴う物質の量的な関係の計算	化学反応式を立てられること。化学反応における物質量、質量、気体の体積、を計算できること。モル質量、モル体積(気体)を正しく使えること。気体の法則を理解していること。
(6)平衡を移動させる条件	平衡反応を用いた物質生産において、平衡を移動させるための条件を答えられること。また、物質量、質量、気体の体積、を計算できること。モル質量、モル体積(気体)を正しく使えること。気体の法則を理解していること。

### 共通してやっておくべきこと

●原子番号 1 番から 18 番までの元素記号と名称を覚える。←ここを覚えておかないと点電子図や多原子イオンの構造式を描くときに苦戦するかもしれない。それ以前に、これくらい覚えておかないと化学の勉強にならない。

### やらなくてよいこと

●数値の暗記。←原子量も物理定数も与えられる。

改訂 2011-07-09 : 問 6 の誤りを修正

