

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 20 点の配点である。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。断りのない限り大気圧は 1013 hPa とする。気体 1 mol が 0 °C, 1013 hPa において占める体積は 22.4 L とする。気体定数は $8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, 原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{C}=12.0$, $\text{N}=14.0$, $\text{O}=16.0$, $\text{Na}=23.0$, $\text{Cl}=35.5$ とする。

[1] 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

[2] 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) 紫外線, (b) 可視光線, (c) マイクロ波, (d) γ 線, (e) 赤外線

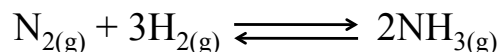
[3] 物質の状態変化には熱の出入りが伴う。このことに関する現象や応用例を一つ挙げ、その仕組みを簡潔に説明せよ。(20 点)

[4] 水溶液の調製に関する以下の問いに答えよ。有効数字は 3 桁である。(20 点)

問 1 2.50 mol L^{-1} の NaCl 水溶液を 500 mL 調製したい。このために必要な NaCl の質量は何 g か。

問 2 2.50 mol L^{-1} の NaCl 水溶液と、 0.300 mol L^{-1} のリン酸ナトリウム水溶液を混合して、NaCl を 0.150 mol L^{-1} , リン酸ナトリウムを $0.0150 \text{ mol L}^{-1}$ 含む水溶液を 200 mL 調製したい。このために必要な 2.50 mol L^{-1} の NaCl 水溶液と、 0.300 mol L^{-1} のリン酸ナトリウム水溶液の体積はそれぞれ何 mL か。

[5] アンモニア NH_3 の合成反応に関する以下の問いに答えよ。(20 点)



問 1 この反応は次の化学反応式であらわされる。

この反応は発熱反応である。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すべて選び、解答欄のあてはまる記号に○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。

問 2 この反応を用いてアンモニアを 34 kg 生産する際に消費される窒素

の, 物質量(mol), 質量(kg), および 1013 hPa, 27 °Cにおける体積(m³)
を求めよ. 有効数字は 2 桁である.

[6] -20 °C の氷 200 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. 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 kJ kg^{-1} , 水の蒸発熱は
 $2.26 \times 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}$ とする. (v)の有効数字は 3 桁である. (20 点)

- (i) -20 °C の氷を温めて 0 °C の氷にする
- (ii) 0 °C の氷を 0 °C の液体の水にする
- (iii) 0 °C の液体の水を加熱して 100 °C にする
- (iv) 100 °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

解答

[1] (a) SO_4^{2-} (b) HCO_3^- (c) CO_3^{2-} (d) NO_3^- (e) PO_4^{3-}

[2] cebad

[3] 氷のうと氷の融解熱，打ち水と水の蒸発熱，エアコンと冷媒の蒸発熱，氷河と氷の融解熱，などの例を挙げ，その仕組みを説明してあること。

(例)打ち水：液体の水が蒸発する際に，液体から気体への状態変化に必要な蒸発熱を地面から奪って行くことにより，周囲の気温が下がる。

[4]

問1 NaCl のモル質量は 58.5 g mol^{-1}

必要な NaCl の物質量は $(2.50 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L}) = 1.25 \text{ mol}$

この質量は $(1.25 \text{ mol})(58.5 \text{ g mol}^{-1}) = 73.125 \text{ g} = \underline{73.1 \text{ g}}$

問2 NaCl について必要な体積を x とすると

$(2.50 \text{ mol L}^{-1})(x) = (0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})$

これを解いて $x = 0.0120 \text{ L} = \underline{12.0 \text{ mL}}$

同様にリン酸ナトリウムについても必要な体積を y とすると

$(0.300 \text{ mol L}^{-1})(y) = (0.0150 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})$

これを解いて $y = 0.0100 \text{ L} = \underline{10.0 \text{ mL}}$

[5]

問1 b c

問2 アンモニア NH_3 のモル質量は 17.0 g mol^{-1}

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

化学反応式より，2 mol の NH_3 が生じる際に消費される N_2 は 1 mol なので， $2.0 \times 10^3 \text{ mol}$ の NH_3 を生産するために必要な H_2 は $\underline{1.0 \times 10^3 \text{ mol}}$

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

この体積を求めるときには $PV = nRT$ を変形して

$$V = nRT/P$$

$$= (1.0 \times 10^3 \text{ mol})(8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(300 \text{ K}) / (1013 \times 10^2 \text{ Pa})$$

$$= 24.62 \text{ m}^3 = \underline{25 \text{ m}^3}$$

[6]

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

$$(ii) (0.200 \text{ kg})(335 \text{ kJ kg}^{-1}) = \underline{67 \text{ kJ}}$$

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

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

$$(v) (8.4 + 67 + 84 + 452) \text{ kJ} = 611.4 \text{ kJ} = \underline{611 \text{ kJ}}$$