

2012 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 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] 以下のイオンの化学式を記せ。(20 点)

- (a) 水酸化物イオン, (b) 塩化物イオン, (c) 炭酸イオン, (d) 酢酸イオン,
(e) ナトリウムイオン

[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) 赤外線, (c) γ 線, (d) 可視光線, (e) マイクロ波

[3] 物質の状態変化には熱の出入りが伴う。このことに関係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)

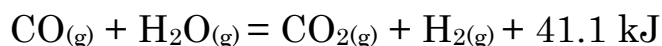
[4] 水溶液の調製に関する以下の問いに答えよ。有効数字は 3 桁である。(20 点)

問 1 5.00 mol L⁻¹の NaCl 水溶液を 250 mL 調製したい。このために必要な NaCl の質量は何 g か。

問 2 5.00 mol L⁻¹の NaCl 水溶液と、0.250 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 0.0125 mol L⁻¹ 含む水溶液を 200 mL 調製したい。このために必要な 5.00 mol L⁻¹の NaCl 水溶液と、0.250 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] 化学平衡に関する以下の問に答えよ。(20 点)

問 1 次の熱化学方程式であらわされる化学反応を考える。



この反応は平衡反応である。この平衡を、H₂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べ。

- (a) 冷却する, (b) 圧力を加える, (c) CO_(g)を加える, (d) CO_{2(g)}を加える, (e) 触媒を加える

問2 この反応を用いて H_2 を 50 kg 生産する際に消費される $\text{CO}_2(\text{g})$ の、物質量(mol)、質量(kg)、および 1013 hPa, 27 °C における体積(m^3)を求めよ。有効数字は 2 桁である。

[6] $-20\text{ }^\circ\text{C}$ の氷 400 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) $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 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

略解

[1]

(a) OH^- (b) Cl^- (c) HCO_3^- (d) CH_3COO^- (e) Na^+

●上記の他に以下のイオンも覚えておこう: 硫酸イオン, 炭酸イオン, 硝酸イオン, リン酸イオン, シアン化物イオン

[2]

長い ← (e)(b)(d)(a)(c) → 短い

[3]

氷のう, 打ち水, 水蒸気による火傷, エアコン, などの中から一つ例を挙げ, 状態変化に伴う熱エネルギーの移動に関連づけて説明してあれば OK.

[4]

問 1 NaCl のモル質量は $(23.0 + 35.5) \text{ g mol}^{-1} = 58.5 \text{ g mol}^{-1}$

必要な NaCl の物質量は (濃度)(体積) = $(5.00 \text{ mol L}^{-1})(0.250 \text{ L}) = 1.25 \text{ mol}$

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

問 2 NaCl について必要な体積を x とすると

$(5.00 \text{ mol L}^{-1})(x) = (0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})$

$x = 6.00 \times 10^{-3} \text{ L} = \underline{6.00 \text{ mL}}$

リン酸ナトリウムについて必要な体積を y とすると,

$(0.250 \text{ mol L}^{-1})(y) = (0.0125 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})$

$y = 10.0 \times 10^{-3} \text{ L} = \underline{10.0 \text{ mL}}$

[5]

問 1 (a)(c)

問 2 50 kg の H_2 の物質量を求める.

物質量 = (質量)/(モル質量) = $(50 \times 10^3 \text{ g})/(2.0 \text{ g mol}^{-1}) = 2.5 \times 10^4 \text{ mol}$

係数の比較から, これと同じ物質量の CO が必要なので, $2.5 \times 10^4 \text{ mol}$ 必要.

この質量は

(物質量)(モル質量) = $(2.5 \times 10^4 \text{ mol})(28.0 \text{ g mol}^{-1}) = 7.0 \times 10^5 \text{ g} = \underline{7.0 \times 10^2 \text{ kg}}$

気体の体積は理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ から

$V = nRT/P = (2.5 \times 10^4 \text{ mol})(8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(300 \text{ K})/(1013 \times 10^2 \text{ Pa})$

$= 615 \text{ m}^3 = \underline{6.2 \times 10^2 \text{ m}^3}$

状態方程式を使わず, 次のように計算しても OK.

$(22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1})(2.5 \times 10^4 \text{ mol})(300 \text{ K}/273 \text{ K}) = \underline{6.2 \times 10^2 \text{ m}^3}$

[6]

(i) (質量)(比熱)(温度変化)

$$= (0.400 \text{ kg})(2.1 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1})(20 \text{ K}) = 16.8 \text{ kJ} = \underline{17 \text{ kJ}}$$

$$(ii) \text{ (質量)(融解熱)} = (0.400 \text{ kg})(335 \text{ kJ kg}^{-1}) = \underline{134 \text{ kJ}}$$

$$(iii) \text{ (質量)(比熱)(温度変化)} = (0.400 \text{ kg})(4.2 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1})(100 \text{ K}) = 168 \text{ kJ} = \underline{1.7 \times 10^2 \text{ kJ}}$$

$$(iv) \text{ (質量)(蒸発熱)} = (0.400 \text{ kg})(2.26 \times 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}) = \underline{904 \text{ kJ}}$$

$$(v) 17 \text{ kJ} + 134 \text{ kJ} + 168 \text{ kJ} + 904 \text{ kJ} = 1223 \text{ kJ} = \underline{1.22 \times 10^3 \text{ kJ}}$$

前期試験範囲

- 指定教科書第1章から第11章, および第15章.
- 4月配布「エネルギー」
- 講義時間内に行った問題演習

注意事項

- 最終的な成績評価に関しては, 第1回目の講義(4月13日)に配布された資料に記載されている.
- 病欠や忌引など止むを得ない事情により試験を受験できなかった者に対する追試験を行うかどうかは, 試験終了後に発表する.
- 試験日時間の違いや遅刻により受験できなかった者に対する追試験は行わない.
- 前期試験範囲は後期試験範囲にも含まれるので, 問題用紙は持ち帰り, 解けなかった問題を解ける状態にしておくこと.
- 電卓使用可. 携帯電話の計算機能は使用できない. 電卓の貸し出しは行っていない.

以上