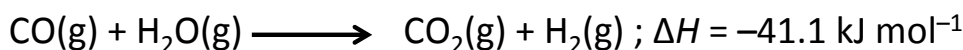


医療工学科 2015 年度前期試験模擬問題

[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、正答していれば通年成績評価の際に加算する。0 °C = 273 K, 原子量は H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5 とする。273 K, 1013 hPa において気体 1 mol は 22.4 L の体積を占めるものとする。

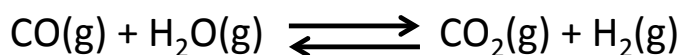
[1] ある金属のかたまり 50 g の温度を 0 °C から 100 °C まで変化させる操作に、1.9 kJ の熱エネルギーが必要であった。この金属の比熱容量を求めよ。答えの単位には $\text{J K}^{-1} \text{kg}^{-1}$ を用いよ。この温度範囲におけるこの金属の比熱容量は一定と考える。

[2] 以下の化学反応に関する問 1～問 3 に答えよ。



問 1 この反応は発熱反応か、吸熱反応か。

問 2 この反応は可逆反応であり、以下の化学平衡が成立する。



ここに水蒸気を加えた際に、減少する物質はどれか。あてはまるものをすべて選べ。あてはまるものが無ければ「なし」を選べ。

CO, CO₂, H₂, なし

問 3 この反応を加圧した際に増加する物質はどれか。あてはまるものをすべて選べ。あてはまるものが無ければ「なし」を選べ。

CO, H₂O, CO₂, H₂, なし

[3] 水溶液の調製に関する以下の問いに答えよ。

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 か求め、調製方法を述べよ。

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 か求め、調製方法を述べよ。

[4] エタノール C_2H_5OH の燃焼熱を用いて水を加熱する操作を考える。
450 mL の水の温度を $20\text{ }^\circ\text{C}$ から $75\text{ }^\circ\text{C}$ まで温度上昇させるために必要なエタノールの体積は何 mL か。液体の水の密度は 1.0 g cm^{-3} ，水のモル比熱は $75\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ，エタノールの密度は 0.79 g cm^{-3} ，エタノールの燃焼熱は $1.4 \times 10^3\text{ kJ mol}^{-1}$ とする。燃焼によって生じる熱はすべて水の温度上昇に用いられるものとする。

[5] プロパン C_3H_8 の完全燃焼に関する以下の問に答えよ。

問1 プロパンの完全燃焼をあらわす化学反応式を記せ。

問2 200 g のプロパンを完全燃焼させるために必要な酸素の体積は $25\text{ }^\circ\text{C}$ ， 1013 hPa において何 L か。

問3 200 g のプロパンを完全燃焼させたときに生じる二酸化炭素を純水に溶解させるためには， $25\text{ }^\circ\text{C}$ ， 1013 hPa において少なくとも何 L の純水が必要か。この条件では 100 mL の水に 0.145 g の二酸化炭素が溶解するものとせよ。

[6] 反応速度に関する以下の問に答えよ。

問1 オキシドールを用いて患部を殺菌する際，過酸化水素の分解速度は次の微分方程式であらわされる。

$$-\frac{dC}{dt} = kC$$

ここで時間 t における過酸化水素の存在量を C ，速度定数を k としてある。 $t=0$ における過酸化水素の存在量を C_0 ，自然対数の底を e とするとき，以下の関係式が成り立つことを，上記の微分方程式を解くことによって導き出せ。

$$C = C_0 e^{-kt}$$

問2 上記関係式から， n 半減期後において次の関係が成り立つことを示せ。

$$C = C_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

略解

[1]

エネルギーは $E = 1.9 \text{ kJ} = 1.9 \times 10^3 \text{ J}$

質量は $m = 50 \text{ g} = 50 \times 10^{-3} \text{ kg}$

温度変化は $\Delta T = 100 \text{ K}$

比熱容量は $C = E/(m \Delta T) = (1.9 \times 10^3 \text{ J})/\{(50 \times 10^{-3} \text{ kg})(100 \text{ K})\} =$
 $3.8 \times 10^2 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

[2]

問 1 発熱反応. $\Delta H < 0$ は反応物のもっているエネルギーが減少する変化なのでエネルギーは外部に熱として放出され, 発熱する.

問 2 CO が減少する. ルシャトリエの原理.

問 3 なし

[3]

問 1 $(5.00 \text{ mol L}^{-1})(0.250 \text{ L})(58.5 \text{ g mol}^{-1}) = \underline{73.1 \text{ g}}$

73.1 g の NaCl を水に溶解して, 水溶液の体積を 250 mL にする.

問 2 NaCl について

$(0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})/(5.00 \text{ mol L}^{-1}) = 6.00 \times 10^{-3} \text{ L} = \underline{6.00 \text{ mL}}$

リン酸ナトリウムについて

$(0.0125 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})/(0.250 \text{ mol L}^{-1}) = 10.0 \times 10^{-3} \text{ L} = \underline{10.0 \text{ mL}}$

5.00 mol L⁻¹ の NaCl 6.00 mL と 0.250 mol L⁻¹ のリン酸ナトリウム 10.0 mL を水で希釈して, 水溶液の体積を 200 mL にする.

[4]

450 mL の水の物質量は $(450 \text{ cm}^3)(1.0 \text{ g cm}^{-3})/(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 25.0 \text{ mol}$

これを温度上昇させるために必要な熱エネルギーは

$(25.0 \text{ mol})(75 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(55 \text{ K}) = 104 \times 10^3 \text{ J}$

この熱エネルギーを得るために燃焼させなければならないエタノールの物質量は $(104 \times 10^3 \text{ J})/(1.4 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}) = 74.3 \times 10^{-3} \text{ mol}$

この体積は $(74.3 \times 10^{-3} \text{ mol})(46.0 \text{ g mol}^{-1})/(0.79 \text{ g mL}^{-1}) = \underline{4.3 \text{ mL}}$

[5]

問 1 $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

問 2 200 g のプロパンの物質量は $(200 \text{ g})/(44.0 \text{ g mol}^{-1}) = 4.545 \text{ mol}$

必要な酸素の物質量は $(5)(4.545 \text{ mol}) = 22.73 \text{ mol}$

この体積はシャルルの法則より

$$(22.73 \text{ mol})(22.4 \text{ L mol}^{-1})(298 \text{ K})/(273 \text{ K}) = \underline{556 \text{ L}}$$

問3 生じる二酸化炭素の物質量は(3)(4.545 mol) = 13.635 mol

この質量は(13.635 mol)(44.0 g mol⁻¹) = 600 g

$$100 \text{ mL} : 0.145 \text{ g} = x : 600 \text{ g}$$

$$x = (100 \text{ mL})(600 \text{ g}) / (0.145 \text{ g}) = 414 \times 10^3 \text{ mL} = \underline{414 \text{ L}}$$

[6] 省略. 講義ノート参照.

前期試験範囲

- 指定教科書: 第1章から第11章.
- 教科書には書かれていないが講義で解説した内容.
- 講義時間内に行った問題演習と, 解答に記載されていた応用問題.

注意事項

- 1年間を通じての最終的な成績評価に関しては, 第1回目の講義で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. 追試験を行う場合の受験資格は大学の規則に従う.
- 前期試験においても後期試験においても, **成績不良者に対する再試験は行わない.**
- 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. 前期試験問題の略解は掲示するとともに後期講義初回に配布する.
- 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わない.

これまでの配布物ダウンロード

<http://bit.ly/1aB1QkS>



以上