

[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。有効数字を適切に処理せよ。断りのない限り大気圧は1013 hPaとする。 $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$ ,  $1\text{ cal} = 4.184\text{ J}$ ,  $1\text{ atm} = 1013\text{ hPa} = 760\text{ mmHg}$ , 重力加速度は  $9.806\text{ m s}^{-2}$ , 気体1 molが  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1013 hPaにおいて占める体積を22.4 Lとして計算せよ。原子量は  $\text{H} = 1.0$ ,  $\text{C} = 12.0$ ,  $\text{O} = 16.0$ ,  $\text{Na} = 23.0$ ,  $\text{Cl} = 35.5$  とする。

[1] 単位換算せよ。(20点)

問1  $1.987\text{ cal K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ は何  $\text{atm L K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ か。

問2  $1250\text{ mmHg}$ は何  $\text{kgf cm}^{-2}$ か。

問3 酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$ の比熱は  $2.15\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1}$ である。モル比熱は何  $\text{J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ か。

問4 質量/体積パーセント濃度で2.20%のNaCl水溶液の濃度はモル濃度で何  $\text{mol L}^{-1}$ か。

[2] 水溶液の調製に関する以下の問いに答えよ。(20点)

問1  $2.50\text{ mol L}^{-1}$ のNaCl水溶液を200 mL調製するために必要なNaClの質量は何gか。

問2  $2.50\text{ mol L}^{-1}$ のNaCl水溶液と、 $0.300\text{ mol L}^{-1}$ のリン酸ナトリウム水溶液を混合して希釈し、NaClを  $0.150\text{ mol L}^{-1}$ 、リン酸ナトリウムを  $0.0150\text{ mol L}^{-1}$ 含む水溶液を500 mL調製したい。このために必要な  $2.50\text{ mol L}^{-1}$ のNaCl水溶液と、 $0.300\text{ mol L}^{-1}$ のリン酸ナトリウム水溶液の体積はそれぞれ何mLか。

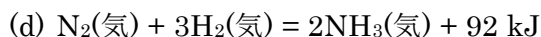
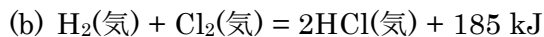
[3] 250 mLのエタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ から加熱して行き、全量を蒸発させるために必要な熱エネルギーは何kJか。エタノールの沸点は  $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、沸点におけるエタノールの蒸発熱は  $393\text{ kJ kg}^{-1}$ 、エタノールの密度は  $0.789\text{ g cm}^{-3}$ 、エタノールのモル比熱は  $111\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ とせよ。(20点)

[4] 化学平衡に関する以下の問いに答えよ。

問1 選択肢に挙げられた熱化学方程式で表される反応が平衡状態にあるとき、温度を上げると平衡が右辺に移動するものはどれか。当てはまるものをすべて選び(a)~(d)の記号で答えよ。

問2 選択肢に挙げられた熱化学方程式で表される反応が平衡状態にあるとき、圧力を高くすると平衡が右辺に移動するものはどれか。当てはまるものをすべて選び(a)~(d)の記号で答えよ。

<選択肢>



[5] ジメチルエーテル  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  の完全燃焼に関する以下の間に答えよ。(20 点)

問 1 ジメチルエーテルの完全燃焼をあらわす化学反応式を記せ.

問 2 250 g のジメチルエーテルを完全燃焼させた際に生じる水および二酸化炭素の質量はそれぞれ何 g か.

問 3 この燃焼によって生じる二酸化炭素が,  $27^\circ\text{C}$ ,  $1013\text{ hPa}$  において占める体積は何 L か.

[6] 反応速度に関する以下の間に答えよ。(20 点)

問 1 医薬品の多くは, 生体内における分解反応が以下の微分方程式であらわされることが知られている.

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

ここで  $C$  はその物質の存在量,  $k$  は速度定数,  $t$  は時間をあらわす. この物質の初期存在量を  $C_0$ , 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, 上記の微分方程式から導き出せ.

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

問 2  $n$  半減期後において次の関係が成り立つことを示せ.

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

[1]

問 1	問 2	問 3	問 4
atm L K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>	kgf cm <sup>-2</sup>	J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>	mol L <sup>-1</sup>

[2]

問 1	問 2	
g	NaCl 水溶液 mL	リン酸ナトリウム水溶液 mL

[3]

途中計算がこの欄に記入してあれば、最終的な答えが誤りであっても、部分点の対象となる場合がある。

kJ
----

[4]

問 1	問 2

[5]

途中計算がこの欄に記入してあれば，最終的な答えが誤りであっても，部分点の対象となる場合がある．

問 1		
問 2		問 3
水  g	二酸化炭素  g	L

[6] 裏面に解答せよ．

## 2013 年度医療工学科「化学」前期試験略解

[1]

問 1

$$\begin{aligned}
& 1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
& = (1.987)(4.184) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
& = (1.987)(4.184) \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
& = (1.987)(4.184) \times 10^3 \text{ Pa L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
& = \left[ \frac{(1.987)(4.184) \times 10^3}{(1013 \times 10^2)} \right] \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
& = 0.08207 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
& = \underline{8.207 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \quad \text{有効数字 4 桁}
\end{aligned}$$

問 2

$$\begin{aligned}
& 1 \text{ kgf cm}^{-2} \\
& = 10^4 \text{ kgf m}^{-2} \\
& = (9.806 \times 10^4 \text{ kg m s}^{-2})(1 \text{ m}^{-2}) \\
& = 9.806 \times 10^4 \text{ Pa}
\end{aligned}$$

$$1 \text{ Pa} = (10^{-4}/9.806) \text{ kgf cm}^{-2}$$

$$\begin{aligned}
& 1250 \text{ mmHg} \\
& = (1250/760) \text{ atm} \\
& = (1250 \times 1013 \times 10^2/760) \text{ Pa} \\
& = (1250 \times 1013 \times 10^2/760)(10^{-4}/9.806) \text{ kgf cm}^{-2} \\
& = \underline{1.70 \text{ kgf cm}^{-2}} \quad \text{有効数字 3 桁 (1013 hPa = 760 mmHg を使うので)}
\end{aligned}$$

問 3

$$\begin{aligned}
& \text{酢酸のモル質量は } 60.0 \text{ g mol}^{-1} \\
& 1 \text{ kg の酢酸の物質量は } (1000/60.0) \text{ mol}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 2.15 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1} \\
& = \{(2.15)(1000)/(1000/60.0)\} \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
& = \underline{1.29 \times 10^{-1} \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \quad \text{有効数字 3 桁}
\end{aligned}$$

#### 問 4

NaCl のモル質量は  $58.5 \text{ g mol}^{-1}$

$$\begin{aligned} & 2.20 \text{ g}/100 \text{ mL} \\ & = 22.0 \text{ g L}^{-1} \\ & = (22.0/58.5) \text{ mol L}^{-1} \\ & = 0.376 \text{ mol L}^{-1} \\ & = \underline{3.76 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}} \quad \text{有効数字 3 桁} \end{aligned}$$

[2]

#### 問 1

NaCl のモル質量は  $58.5 \text{ g mol}^{-1}$

$$(2.50 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})(58.5 \text{ g mol}^{-1}) = 29.25 \text{ g} = \underline{29.3 \text{ g}} \quad \text{有効数字 3 桁}$$

#### 問 2

NaCl 水溶液

$$(0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L})/(2.50 \text{ mol L}^{-1}) = 0.0300 \text{ L} = \underline{3.00 \times 10^1 \text{ mL}} \quad \text{有効数字 3 桁}$$

リン酸水溶液

$$(0.0150 \text{ mol L}^{-1})(0.500 \text{ L})/(0.300 \text{ mol L}^{-1}) = 0.0250 \text{ L} = \underline{2.50 \times 10^1 \text{ mL}} \quad \text{有効数字 3 桁}$$

[3]

エタノールのモル質量は  $46.0 \text{ g mol}^{-1}$

温度変化に必要な熱エネルギー

$$\begin{aligned} & \{(250 \text{ mL})(0.789 \text{ g mL}^{-1})/(46.0 \text{ g mol}^{-1})\}(111 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(53 \text{ K}) \\ & = 2.55 \times 10^4 \text{ J} \\ & = 2.55 \times 10^1 \text{ kJ} \quad \text{部分点 5 点} \end{aligned}$$

蒸発に必要なエネルギー

$$\begin{aligned} & (250 \text{ mL})(0.789 \text{ g mL}^{-1})(10^{-3})(393 \text{ kJ kg}^{-1}) \\ & = 7.75 \times 10^1 \text{ kJ} \quad \text{部分点 5 点} \end{aligned}$$

両者を合計すると

$$2.55 \times 10^1 \text{ kJ} + 7.75 \times 10^1 \text{ kJ} = \underline{1.03 \times 10^2 \text{ kJ}} \quad \text{有効数字 3 桁.}$$

[4]

問 1 吸熱反応を選べばよい. (a)と(c)

問 2 気体分子数が減少する反応を選べばよい. (a)と(d). 圧力変化は固体には影響しないので(a)も含まれる.

[5]

問 1

$\text{CH}_3\text{OCH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  完全回答. ただし係数 1 箇所だけミスは 2 点加点.

問 2

$\text{CH}_3\text{OCH}_3$  のモル質量は  $46.0 \text{ g mol}^{-1}$

250 g の  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  の物質量は  $(250/46.0) \text{ mol}$

水のモル質量は  $18.0 \text{ g mol}^{-1}$

生じる水の質量は

$(3)(18.0 \text{ g mol}^{-1})\{(250/46.0) \text{ mol}\} = \underline{293 \text{ g}}$  有効数字 3 桁.

$\text{CO}_2$  のモル質量は  $46.0 \text{ g mol}^{-1}$

生じる  $\text{CO}_2$  の物質量は  $(2)(250/46.0) \text{ mol}$

この質量は

$(2)(44.0 \text{ g mol}^{-1})\{(250/46.0) \text{ mol}\} = \underline{478 \text{ g}}$  有効数字 3 桁.

問 3

$(22.4 \text{ L mol}^{-1})\{(2)(250/46.0) \text{ mol}\}(300 \text{ K})(273 \text{ K}) = \underline{268 \text{ L}}$  有効数字 3 桁.

[6]

前期講義第 14 回で解説した. 問 2 では  $n$  半減期において  $t = nt_{1/2}$  であることを述べてから誘導してあること.

□