

[参考] 2010 年度 医療工学科「化学」後期試験問題と略解

<注意> 2010 年度と 2011 年度とでは講義内容に違いがある。
これらの違いが試験問題にも反映されるので、昨年度の問題中には、今年度の講義内容では扱われなかったものも含まれている。

[1]から[8]のうち、5 問を選んで解答用紙に解答せよ。解答順は問わない。いずれも 20 点の配点である。5 問を超えて解答した場合、正答した場合には通年成績に加算する。原子量は H: 1.00, C: 12.0, O: 16.0, Na: 23.0, Cl: 35.5 とし、1 mol の気体が標準状態において占める体積は 22.4 L とする。気圧は $1 \text{ atm} = 1013 \text{ hPa} = 760 \text{ mmHg}$ 。必要な物理定数は、与えられた条件および定義に基づいて求めよ。有効数字は 3 桁とする。

[1] **基本問題** プロパンの完全燃焼に関する以下の問いに答えよ。

- (i) プロパンの完全燃焼をあらわす化学反応式を記せ。
- (ii) プロパン 500 g を完全燃焼させる際に生じる二酸化炭素および水の質量をそれぞれ求めよ。
- (iii) この時に発生する二酸化炭素が気温 $15.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、気圧 755 mmHg において占める体積を求めよ。
- (iv) この燃焼に伴って生じる熱エネルギーを用いて 1013 hPa において沸騰させることのできる $15.0 \text{ }^\circ\text{C}$ の水の体積を求めよ。水の比熱を $4.18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ 、水の蒸発熱を 40.8 kJ mol^{-1} 、 1013 hPa における水の沸点は $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 、液体の水の密度は 1.00 g mL^{-1} 、1 mol のプロパンが完全燃焼する際に発生する反応熱を 2220 kJ として計算せよ。

[2] **基本問題** 水溶液の調製に関する以下の問いに答えよ。

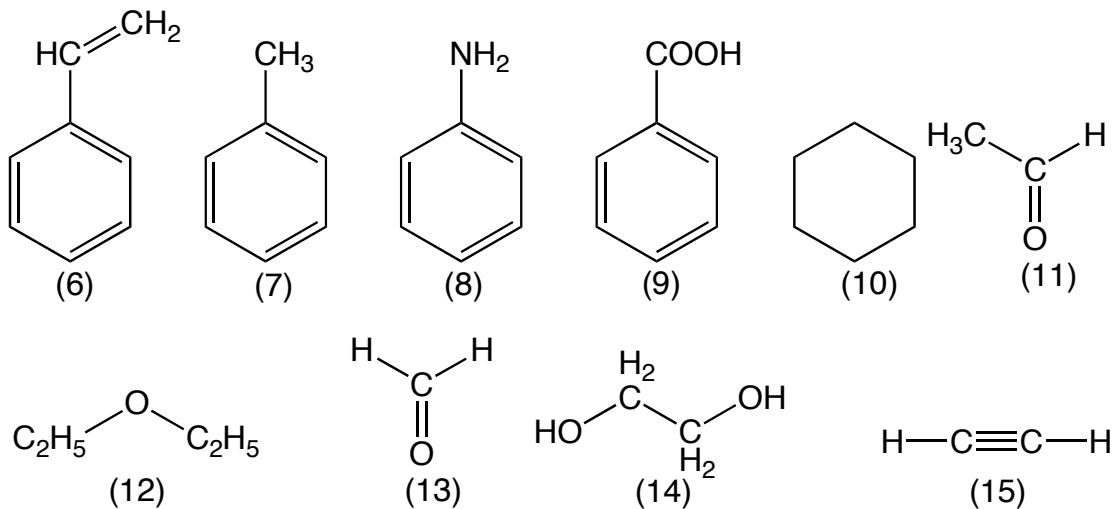
- (i) 5.00 mol L^{-1} の塩化ナトリウム水溶液を 0.200 L 調製するために必要な塩化ナトリウムの質量を求めよ。
- (ii) 5.00 mol L^{-1} の塩化ナトリウム保存液と 0.300 mol L^{-1} のリン酸保存液を用いて、塩化ナトリウムを 0.150 mol L^{-1} 、リン酸を $0.0150 \text{ mol L}^{-1}$ 含む水溶液を 250 mL 調製する方法を述べよ。
- (iii) 塩化ナトリウムを 0.900 \% (w/w) の濃度で水に溶かした溶液が生理食塩水である。この濃度をモル濃度であらわせ。

[3] **基本問題** 有機化合物に関する以下の問いに答えよ。

(i) 次の文を読み，化合物(1)から(5)の構造式を記せ。

医療現場では様々な高分子化合物が用いられている。送液チューブには、(1)塩化ビニルを重合してつくられるポリ塩化ビニルや、(2)テトラフルオロエチレンを重合してつくられるテフロンが用いられている。また、使い捨て注射器には(3)ポリプロピレンが、血液バッグや輸液バッグには(4)ポリエチレンが用いられている。さらに、レントゲン機器には、(5)ポリアクリロニトリルを炭化させてつくられる炭素繊維が用いられはじめて

(ii) 以下の化合物(6)から(15)の名称を記せ。



[4] **基本問題** 有機化学反応に関する以下の問いに答えよ。

(i) エチレンに水を付加して得られる化合物の構造式を示せ。

(ii) 2-プロパノールとアセトンにより形成されるヘミケタールの構造式を示せ。

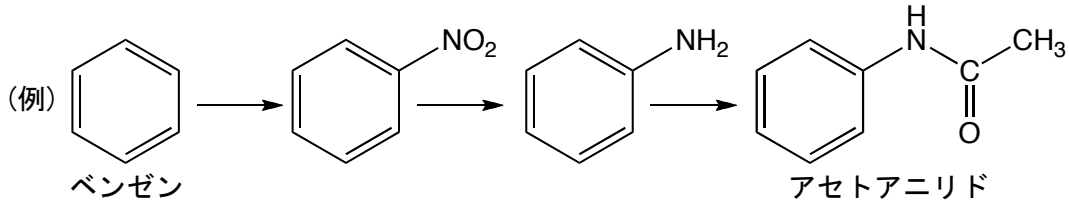
(iii) 2-プロパノールの酸化によって生じるケトンの構造式を示せ。

(iv) 酢酸エチルとアンモニアとの反応で得られるアミドの構造式を示せ。

[5] **基本問題** 身体が炭酸緩衝系およびリン酸緩衝系を用いて体液の pH を一定の範囲に保つしくみについて簡潔に説明せよ。

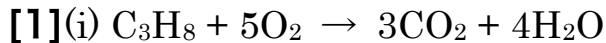
[6] **応用問題** 生分解性ポリマーとして用いられている物質に関して、その構造式、名称、医療に適した性質に関して簡潔に述べよ。

[7] 応用問題 以下の例(ベンゼンからアセトアニリドを合成するルート)にならってベンゼンからアセチルサリチル酸を合成する際の合成ルートを記せ.



[8] 応用問題 酢酸と酢酸ナトリウムから成る緩衝溶液に少量の酸を加えても、緩衝溶液の pH はほとんど変化しない. このしくみに関して説明せよ. 酢酸の初濃度は C_a , 酢酸ナトリウムの初濃度は C_b とし, 酢酸の電離度は α , 酢酸の解離定数は K_a とする.

解答と解法



(ii) プロパンは 44.0 g mol^{-1} なので, 500 g のプロパンの物質量は

$$(500 \text{ g}) / (44.0 \text{ g mol}^{-1}) = 11.36 \text{ mol}$$

プロパン 1 mol が完全燃焼すると CO_2 は 3 mol 生じる.

CO_2 は 44.0 g mol^{-1} なので, 生じる CO_2 の質量は

$$(3)(11.36 \text{ mol})(44.0 \text{ g mol}^{-1}) = 1.50 \times 10^3 \text{ g}$$

同様に考えて, プロパン 1 mol から水は 4 mol 生じる. H_2O は 18.0 g mol^{-1} なので, 生じる H_2O の質量は,

$$(4)(11.36 \text{ mol})(18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 8.18 \times 10^2 \text{ g}$$

(iii) 1 mol の気体は標準状態で 22.4 L の体積をもつので, 34.09 mol の気体がもつ体積は,

$$(22.4 \text{ L mol}^{-1})(34.09 \text{ mol}) = 763.616 \text{ L}$$

この気体を 288 K にしたときの体積は, シャルルの法則より,

$$(763.616 \text{ L}) \{ (288 \text{ K}) / (273 \text{ K}) \} = 805.57 \text{ L}$$

この気体の圧力を 755 mmHg にしたときの体積は, ボイルの法則より,

$$(805.57 \text{ L}) \{ (760 \text{ mmHg}) / (755 \text{ mmHg}) \} = 811 \text{ L}$$

(iv) 1 g の水を $15 \text{ }^\circ\text{C}$ から沸騰させるために必要な熱エネルギーを求める.

温度上昇は 85 K なので, $15 \text{ }^\circ\text{C}$ から $100 \text{ }^\circ\text{C}$ までの加熱に必要な熱エネルギーは,

$$(1 \text{ g})(4.18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1})(85 \text{ K}) = 355.3 \text{ J} = 0.3553 \text{ kJ}$$

水の蒸発熱を単位換算すると, ←この単位換算を忘れるとアウト.

$$40.8 \text{ kJ mol}^{-1} = (40.8 \text{ kJ mol}^{-1}) / (18.0 \text{ g mol}^{-1}) = 2.267 \text{ kJ g}^{-1}$$

1 g の水を 100 °C において沸騰させるために必要な熱エネルギーは 2.267 kJ
従って 1 g の水を 15 °C から 100 °C まで加熱して沸騰させるために必要な熱エネルギーは、

$$0.3553 \text{ kJ} + 2.267 \text{ kJ} = 2.622 \text{ kJ} \text{ ----- ①}$$

一方、500 g のプロパンを燃焼して生じる熱エネルギーは、

$$(2220 \text{ kJ mol}^{-1})(11.36 \text{ mol}) = 25\,227 \text{ kJ} \text{ -----②}$$

①と②の比を求めると、

$$(25\,227 \text{ kJ}) / (2.622 \text{ kJ}) = 9\,621 \text{ 倍}$$

よって、蒸発させることのできる水の体積は、

$$9\,621 \text{ g} = 9\,621 \text{ mL} = \mathbf{9.62 \text{ L}}$$

[2](i) NaCl は 58.5 g mol⁻¹

$$(5.00 \text{ mol L}^{-1})(0.200 \text{ L})(58.5 \text{ g mol}^{-1}) = \mathbf{58.5 \text{ g}}$$

(ii) 塩化ナトリウムについて

$$(0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.250 \text{ L}) = (x)(5.00 \text{ mol L}^{-1})$$

$$x = (0.150 \text{ mol L}^{-1})(0.250 \text{ L}) / (5.00 \text{ mol L}^{-1}) = 7.50 \times 10^{-3} \text{ L} = 7.50 \text{ mL}$$

リン酸について

$$(0.0150 \text{ mol L}^{-1})(0.250 \text{ L}) = (y)(0.300 \text{ mol L}^{-1})$$

$$y = (0.0150 \text{ mol L}^{-1})(0.250 \text{ L}) / (0.300 \text{ mol L}^{-1}) = 12.5 \times 10^{-3} \text{ L} = 12.5 \text{ mL}$$

5.00 mol L⁻¹ の塩化ナトリウム水溶液 7.50 mL と、0.300 mol L⁻¹ のリン酸水溶液 12.5 mL をあわせて水で希釈して 250 mL にする。

↑最終的に 250 mL にするので、250 mL に溶かしたらアウト。

(iii) 1000 g を考える。この中に溶解している塩化ナトリウムは

$$(1000 \text{ g})(0.900 \times 10^{-2}) / (58.5 \text{ g mol}^{-1}) = 0.1538 \text{ mol}$$

水溶液の密度を 1 とみなしてよい濃度範囲なので、濃度は **0.154 mol L⁻¹**