

令和2年度入学者選抜試験・解答例

問題1

問1 $C > B > A$

問2 A, B, Cは同じモル濃度だが、電離により溶質粒子のモル濃度は、Bは2倍、Cは3倍とみなせる。ファンツホッフの法則 $\Pi = cRT$ において、T, Rが一定なので Π はcに比例する。よってcの大きい順 $C > B > A$ が液面の高さの差になる。

問3 XY_2 のモル濃度: $4.0 / 100 \times 1000 / 200 = 0.20 \text{ mol/L}$

	XY_2	\rightleftharpoons	X^{2+}	+	$2Y^-$	全	
電離前	0.20		0		0		(mol/L)
変化後	-0.20α	+	0.20α		$+0.40\alpha$		(mol/L)
電離後	$0.20(1-\alpha)$		0.20α		0.40α	$0.20(1+2\alpha)$	(mol/L)

NaCl水溶液とは水面の差が生じなかったため、NaCl水溶液と XY_2 水溶液の溶質粒子のモル濃度は等しいから、 $0.15 \times 2 = 0.20(1+2\alpha)$ より $\alpha = 0.25$

問4 分子量をMとおくと、ファンツホッフの法則から浸透圧 Π は

$$\Pi = cRT \text{ より}$$

$$9.0 \times 10^2 = 5 / M \times 1000 / 200 \times 8.31 \times 10^3 \times 288$$

$$M = 66480 \doteq 6.6 \times 10^4$$

問題2

問1 反応名：ヨウ素デンプン反応

理由：水素結合によりデンプン分子はらせん構造をしており、その内部にヨウ素分子が取り込まれるため

問2 $0.004 - 0.002x$ [mol/L]

問3 3点の反応速度を算出すると

平均濃度 $(4+3.2)/2 = 3.6$ [mmol]で反応速度 $0.8/13.8$ [mmol/s]

平均濃度 $(3.2+2.4)/2 = 2.8$ [mmol]で反応速度 $0.8/18.0$ [mmol/s]

平均濃度 $(2.4+1.6)/2 = 2.0$ [mmol]で反応速度 $0.8/25.2$ [mmol/s]

となる。 $v = k[S_2O_8^{2-}]$ と仮定すると、反応速度を平均濃度で割った値は全て同じになるはずである。実際に計算すると、全て $0.8/50 = 0.016$ 程度になる。

問4 $k_{125} : 0.011[s^{-1}]$

$k_{100} : 0.007[s^{-1}]$

問5 問4より、 k の値はヨウ化物イオンの濃度に依存することが分かる。

ヨウ化カリウム水溶液の量を y [mL]とすると、ヨウ化物イオンの濃度 $[I^-]$ は $1.0 \times y/25 = 0.04y$ [mol/L]であるので、それぞれ 0.6、0.5、0.4 mol/L となる。ヨウ化物イオン濃度の二乗と速度定数の比をとると、

$$(0.6)^2/k_{150} = 0.36/0.016 = 22.5$$

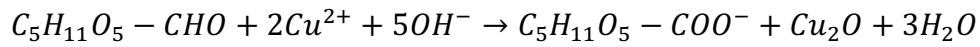
$$(0.5)^2/k_{125} = 0.25/0.011 = 22.7$$

$(0.4)^2/k_{100} = 0.16/0.007 = 22.9$ となり、ほぼ一定になることから、真の速度定数を k とすると、 $k_{\text{ヨウ素の量}} = k[I^-]^2$ となる。よって、最終的な速度式は $v = k[I^-]^2[S_2O_8^{2-}]$

(ヨウ化物イオン濃度と速度定数の比だとそれぞれ 37.5、45.5、57.1、ヨウ化物イオン濃度の三乗との比だとそれぞれ 13.5、11.4、9.14 なので、どちらも不適であることは明確である。)

問題3

(1) グルコースとフェーリング液との反応は以下のようになる。



140 mg/dl=1.4mg/ml、グルコースの分子量は 180、 Cu_2O の分子量は 143 なので、

$$1.4 \times 10^{-3} \times \frac{143}{180} = 1.1 \times 10^{-3}(1.112 \dots)[g]$$

(2) ②'より、

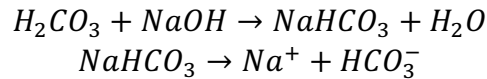
$$\log_{10}K'_2 = \log_{10} \frac{[HCO_3^-][H^+]}{[H_2CO_3^{**}]} = -6.1$$

$$\log_{10} \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3^{**}]} = 7.1 - 6.1 = 1.0$$

$[H_2CO_3^{**}] \approx [CO_2(aq)]$ なので、

$$[HCO_3^-] = 10 \times 0.03 \times P_{CO_2} = 12 [mmol/l]$$

(3) NaOH により以下の中和反応が起こる。



加えた NaOH の濃度を $[NaOH] = x [mmol/l]$ とすると、

$$\log_{10} \frac{[HCO_3^-][H^+]}{[H_2CO_3^{**}]} = \log_{10} \frac{(12+x)}{12-x} - 7.4 = -6.1$$

$$\frac{(12+x)}{12-x} = 10^{1.3} = 20$$

$$x = 11 (10.857 \dots)[mmol \cdot l^{-1}]$$

求める値は血液 1L あたりの物質質量なので、11 [mmol]。

(4) 全ヘモグロビンに対する酸素結合ヘモグロビンの割合を θ とすると、

$$\theta = \frac{[Hb \cdot O_2]}{[Hb] + [Hb \cdot O_2]}$$

⑤の場合、

$$\theta_1 = \frac{\frac{[Hb][O_2]}{K_{d1}}}{[Hb] + \left(\frac{[Hb][O_2]}{K_{d1}}\right)} = \frac{[O_2]}{1.0 + [O_2]}$$

④の場合、

$$\theta_2 = \frac{\frac{[Hb][O_2]^4}{K_{d4}}}{[Hb] + \left(\frac{[Hb][O_2]^4}{K_{d4}}\right)} = \frac{[O_2]^4}{1.0 + [O_2]^4}$$

$[O_2] = 0.4$ のとき、 $\theta_1 = 0.29$, $\theta_2 = 0.025$ 、 $[O_2] = 1.2$ のとき、 $\theta_1 = 0.55$, $\theta_2 = 0.67$ であるから、

④の方が肺においてより多くの酸素を血液中に取り込み、末梢組織においてより多くの酸素を血液から放出すると言える。