

令和3年度一般選抜 正解・解答例等（出題の意図を含む）

【理科（化学基礎・化学）】

I

出題意図

電池を題材にして、「物質の酸化、還元およびイオン化傾向」などに関する基礎知識，理解度および思考力などを問う。

解答例

問1 (ア) 活

問2 ボルタ電池の構成：(－) Zn | H₂SO₄aq | Cu (+)

問3 反応式：CuO + 2H⁺ + 2e⁻ → Cu + H₂O

問4 反応式：Zn → Zn²⁺ + 2e⁻

説明：亜鉛電極の表面では，放電の継続とともに，亜鉛電極周囲の電解液における亜鉛イオン濃度が上昇する。従って，電解液中に亜鉛イオン数が増加する亜鉛電極での反応は，ルシャトリエの原理により低下する。

問5 反応式：H₂O₂ + 2H⁺ + 2e⁻ → 2H₂O

問6 ダニエル電池の構成：(－) Zn | ZnSO₄aq | CuSO₄aq | Cu (+)

問7 負極：Zn → Zn²⁺ + 2e⁻，正極：Cu²⁺ + 2e⁻ → Cu

問8 説明：素焼き板を隔てた電解液におけるイオンの移動を遅延させることで，両極の電解液が混ざるのを遅くする役割。

問9 工夫：負極側の硫酸亜鉛水溶液の濃度をできるだけ薄くし，正極側の硫酸銅水溶液の濃度を出来るだけ濃くする。

問10 問(1) Pt(1)：Cu²⁺ + 2e⁻ → Cu，Pt(2)：2 H₂O → O₂ + 4H⁺ + 4 e⁻

問(2) 計算過程：

1 A で 32 分 10 秒間(32x60 + 10 = 1,930 秒間)電流を流したので，

電子のモル数は、1x1930÷96500 = 0.0200 mol となる。

陰極 Pt(1)では，(Cu²⁺ + 2e⁻ → Cu)の反応が起きていることから，

析出した Cu のモル数 = 0.0200÷2 = 0.0100 mol である。

従って，硫酸銅水溶液の濃度[CuSO₄] = 0.0100÷(100/1000) = 0.100 mol/L，

また，析出した銅の重さは，0.0100x63.6 = 0.636 g となる。

濃度未知の CuSO₄ 水溶液の濃度：0.100 mol/L，重くなった分の質量：0.636 g

II

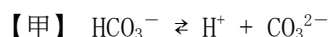
出題意図

重炭酸イオン・炭酸イオンの電離平衡を題材に，酸塩基平衡などの基礎知識，理解度および思考力などを問う。

解答例

問1 (ア) 弱, (イ) 強, (ウ) CO_3^{2-} , (エ) HCO_3^-

問2 <A> $[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-] / ([\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}_2\text{O}])$, $[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{CO}_3^{2-}]$,
<C> $[\text{H}^+] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] / [\text{HCO}_3^-]$, <D> K_w / K_a , <E> $c \cdot (1 - \alpha)$, <F> $c \cdot \alpha$,
<G> $c \cdot \alpha^2 / (1 - \alpha)$, <H> $c \cdot \alpha^2$, <I> $\sqrt{K_h/c}$, <J> $\sqrt{c \cdot K_h}$,



問3 計算過程:

$$\text{式(4)より, } K_h = K_w / K_a = 1.0 \times 10^{-14} / 4.0 \times 10^{-11} = (1/4) \times 10^{-3}$$

$$\text{式(10)より } [\text{OH}^-] = \sqrt{c \times K_h} = \sqrt{0.1 \times (1/4) \times 10^{-3}} = \sqrt{((1/2) \times 10^{-2})^2} = (1/2) \times 10^{-2}$$

$$\text{従って, } \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(K_w / [\text{OH}^-]) = -\log(1.0 \times 10^{-14} / ((1/2) \times 10^{-2})) \\ = -\log(2.0 \times 10^{-12}) = 12.0 - 0.30 = 11.7$$

0.10 mol/L の炭酸ナトリウム水溶液の pH: 11.7

問4 問(1) 反応式: $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

問(2) 滴定開始～第1中和点 (○): $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$

第1中和点 (○)～第2中和点 (●): $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NaCl}$

問(3) 第1中和点 (○): フェノールフタレイン, 第2中和点 (●): メチルオレンジ

問(4) 計算過程:

試料中の Na_2CO_3 (式量 106) の物質量を a, NaHCO_3 (式量 84) の物質量を b とすると, a は, 第1中和点までに滴下した塩酸の物質量から次の式で求められる。

$$a = 0.100(\text{mol/L}) \times 9.8 \times 10^{-3}(\text{L}) \times 100 \times 10^{-3}(\text{L}) \div 10 \times 10^{-3}(\text{L}) = 9.8 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

また, 第1中和点から第2中和点までに滴下した塩酸の物質量は, Na_2CO_3 の中和によって生成した NaHCO_3 の物質量と未反応の NaHCO_3 の物質量の和と等しいので,

$$b = 0.100(\text{mol/L}) \times (21.9 - 9.8 - 9.8) \times 10^{-3}(\text{L}) \times 100 \times 10^{-3}(\text{L}) \div 10 \times 10^{-3}(\text{L}) \\ = 2.3 \times 10^{-3}(\text{mol})$$

また, NaHCO_3 の熱分解の割合(%)は, $100 \times (2a / (2a + b))$ で求められるので,

$$\text{割合}(\%) = 100 \times (2 \times 9.8 \times 10^{-3} / (2 \times 9.8 \times 10^{-3} + 2.3 \times 10^{-3})) \doteq 89.5(\%)$$

また, 分析した試料の分量は, $106a + 84b = 106 \times 9.8 \times 10^{-3} + 84 \times 2.3 \times 10^{-3} = 1.0388 + 0.1932 = 1.232 \doteq 1.23 \text{ g}$

はかりとった試料の質量: 1.23 g, 熱分解した炭酸水素ナトリウムの割合: 89.5%

Ⅲ

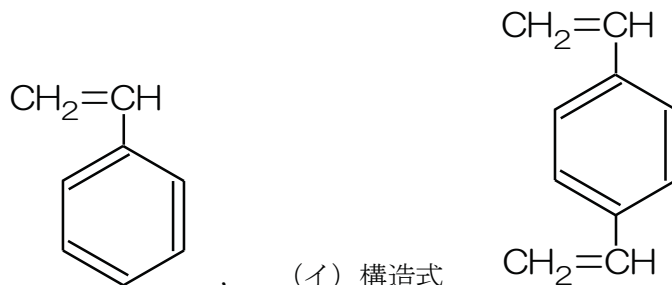
出題意図

天然有機化合物の糖類とアミノ酸のイオン交換樹脂を用いた分離・検出を題材に, それら

の物質の性質に関する基礎知識，理解度および思考力を問う。

解答例

問1 (ア) スチレン，(イ) p-ジビニルベンゼン，(ウ) 濃硫酸，(エ) 共重合，
(オ) スルホ，(カ) 酸，(キ) 水素，(ク) カルシウム，



問2 溶出液A：e, h, l, n, o, 溶出液B：a, f, 溶出液C：b, d, g, i, j, k,
溶出液D：c, m

問3 名称：フェーリング液，色：赤

問4 説明：アミノ酸に含まれるベンゼン環がニトロ化された。

反応名：キサントプロテイン反応

問5 略記号：Asp, Glu

説明：エチルエステルの生成は， $R-COOH + C_2H_5OH \rightarrow R-COOC_2H_5 + H_2O$ となる。従って，エチルエステルの生成により，分子量は元のカルボン酸より 28 大きくなる。今回，分子量が 56 大きくなったということは， $-COOH$ を 2 個もつアミノ酸が該当するため。