

— 東京工科大学 —

1月27日 一般選抜奨学生 入試グループA 化学

解答・解説

解答

1

(1)

ア ⑥ イ ② ウ ④ エ ⑤ オ ② カ ③ キ ⑤ ク ④

(2)

ケ ④ コ ③ サ ⑤ シ ⑧ ス ③ セ ⑧ ソ ②

(3)

タ ② チ ① ツ ④ テ ⑥ ト ⑥

2

(1)

ア ③ イ ⑦ ウ ③

(2)

エ ④ オ ② カ ④ キ ③

(3)

ク ④ ケ ⑤

(4)

コ ⑤ サ ④

3

(1)

ア ⑦ イ ⑤ ウ ② エ ⑥ オ ⑧ カ ⑦ キ ⑥ ク ⑧ ケ ⑥
コ ⑨ サ ⑦ シ ⑨ ス ⑥ セ ⑧ ソ ⑧

(2)

タ ④

(3)

チ ④

(4)

ツ ③

(5)

テ ④

解説

1

(1)

ア イオン化傾向の定義

イ イオン化列について

ウ、エ イオン化傾向が大きい金属ほど電子を放出して酸化されやすく、強い還元剤といえる。

オ、カ、キ、ク

金属 C について

① から Au, Cu, Pt, Sn にしぼられる

② から Cu, Sn にしぼられる

③ から Sn と決まる

金属 A について

C と①、②から Cu と決まる

金属 B について

④ と C より Mg と決まる

よって、イオン化傾向は

Mg > Sn > Cu から B > C > A となる

(2)

ケ H₂O₂ は酸化剤により、O 原子は還元される

コ KI は還元剤により、I 原子は酸化される

サ H₂O₂ と I₂ で e⁻ のやり取りする数が等しいため

$$(I_2 \text{の物理量}) \text{mol} = c_0 \left[\frac{\text{mol}}{\text{l}} \right] \times x [\text{ml}] \times 10^{-3} \left[\frac{\text{l}}{\text{ml}} \right] = \frac{c_0 x}{1000}$$

シ、ス SO₂ → SO₄²⁻ の酸化数の変化は +4 → +6 となるセ SO₂ と I₂ で e⁻ のやり取りする数が等しいため

$$(I_2 \text{の物理量}) \text{mol} = c_1 \left[\frac{\text{mol}}{\text{l}} \right] \times y [\text{ml}] \times 10^{-3} \left[\frac{\text{l}}{\text{ml}} \right] = \frac{c_1 y}{1000}$$

ソ サ、セより、それぞれの分子での e- のやり取りは等しくなるため

$$\frac{c_0 x}{1000} = \frac{c_1 y}{1000}$$

$$c_0 = \frac{c_1 y}{x} = \frac{0.50 \text{mol/l} \times 11 \text{ml}}{50 \text{ml}} = 0.11 \text{mol/l}$$

(3)

タ 酸化還元の定義

チ、ツ、テ、ト

式3 酸化数 0 → +3

式4 酸化数 +3 → +3

式5 酸化数 +4 → +6

式6 酸化数 +5 → +4

よって

最も変化が大きい酸化数は (式3) のみ

酸化数が減少しているのは (式6) のみ

酸化数の変化が 2 以上は (式3) と (式5) のみ

酸化還元反応は (式3) (式5) (式6)

となる

2

(1)

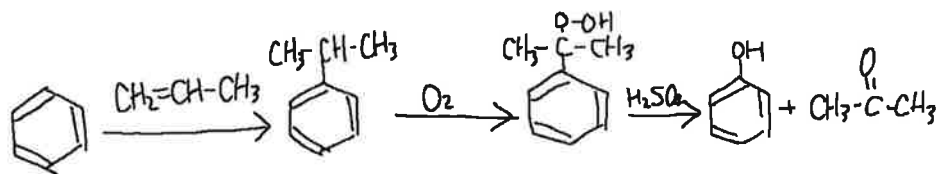
ア 界面活性剤の性質について

イ セッケンは高級脂肪酸 (弱酸) と水酸化ナトリウム (強塩基) の中和でできる正塩だから、加水分解して水溶液は弱塩基性を示す

ウ セッケンはカルシウムイオンやマグネシウムイオンと反応して水に溶けにくい塩を作り、これらを多く含む水 (硬水) や海水では、泡立ちが悪くなる

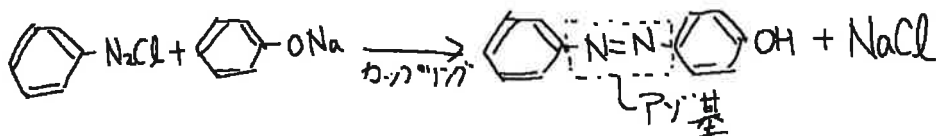
(2)

エ、オ クメン法

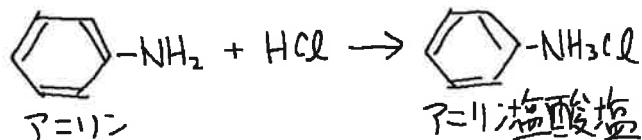


カ フェノール類の検出方法

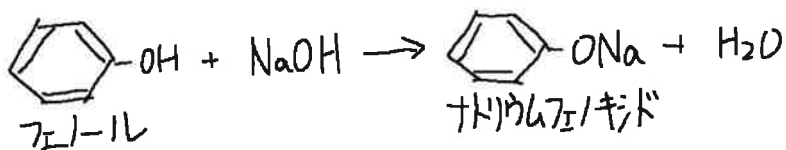
キ



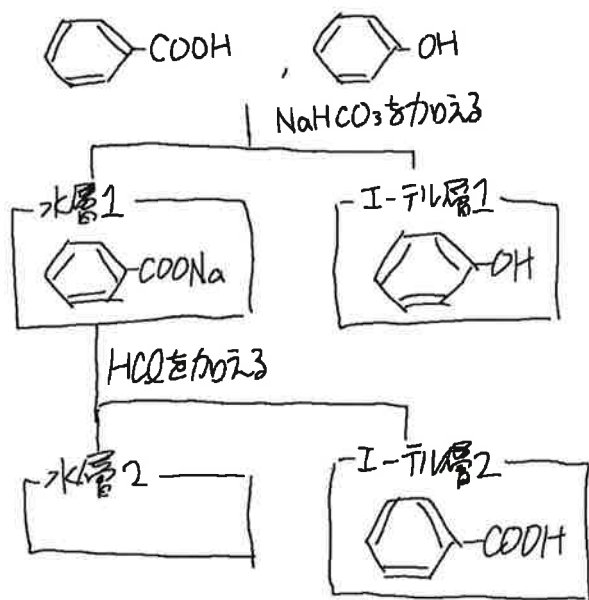
ク



ケ



コ, サ



3

(1)

ア、イ、ウ 気液平衡について

エ、オ 蒸気圧について

カ、キ、ク、ケ 沸騰、沸点について

コ 高山では気圧が低いいため 100°C よりも低い温度で沸騰する

サ、シ、ス 蒸気圧降下について

セ、ソ 沸点上昇について

(2)

状態変化において吸収される熱量 (Q_{total}) を求める。氷→水(0°C) : $6.0\text{kJ/mol} \times 5\text{mol} = 30\text{kJ}$ 水(0°C)→水(100°C) : $90\text{g} \times 4.2\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times 100\text{K} = 37.8\text{kJ} (\because Q = mc\Delta T)$ 水(100°C)→水蒸気 : $41\text{kJ/mol} \times 5\text{mol} = 205\text{kJ}$ 水蒸気(100°C)→水蒸気(110°C) : $90\text{g} \times 2.1\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times 10\text{K} = 1.89\text{kJ} (\because Q = mc\Delta T)$

以上より各足し合わせる。

 $Q_{\text{total}} = 274.69\text{kJ} \approx 275\text{kJ}$

(3)

(a)塩化マグネシウム (MgCl_2) はマグネシウムイオン一つと塩化物イオン二つに電離する。

従って単位あたりのイオンの数は

$$0.1\text{mol} \times 3 = 0.3\text{mol}$$

(b)グルコースは電離しないので単位あたりのイオンの数は 0.2mol

(c)塩化カリウム(KCl)はカリウムイオン一つと塩化物イオン一つに電離する。

従って単位あたりのイオンの数は

$$0.12\text{mol} \times 2 = 0.24\text{mol}$$

(4) $\Delta t_b = K_b m$ を用いて計算する。(Δt_b :沸点上昇度 K_b :モル沸点上昇 m :質量モル濃度)

$$\Delta t_b = 0.052\text{K}$$

$$m = \frac{0.1\text{mol}}{1\text{kg}} = 0.1\text{mol/kg}$$

以上より、 K_b を求める。
$$K_b = \frac{0.052K}{0.1\text{mol/kg}} = 0.52K \cdot \text{kg/mol}$$

尿素の分子量は 60 であるので質量モル濃度は

$$\frac{9.0g}{60(g/mol \times 0.5kg)} = 0.3\text{mol/kg}$$

よって Δt_b は $\Delta t_b = 0.52K \cdot \text{kg/mol} \times 0.3\text{mol/kg} = 0.156K$

沸点は

$$(100 + \Delta t_b)^\circ\text{C} = 100.156 \doteq 100.16^\circ\text{C}$$

(5) $\Delta t_f = K_f m$ を用いて計算する。(Δt_f : 凝固点降下度 K_b : モル凝固点降下 m : 質量モル濃度)

非電解質の分子量を M とする。質量モル濃度 m は $m = \frac{3.00g}{M(\frac{g}{mol}) \times 0.2kg} = \frac{15}{M} (\frac{mol}{kg})$

$K_f = 5.12K \cdot \text{kg/mol}$ であるので

おのおの代入して

$$\frac{15}{M} (\frac{mol}{kg}) = \frac{0.6K}{5.12K \cdot \frac{kg}{mol}}$$

従って $M = 128$

総評

内容としては基本的であり、また計算力などもそれほど要求されていない。ケアレスミスさえ気を付ければかなりの高得点になっただろう。しかしながら、蒸気圧の変化と沸点上昇に関係があることを知らなかった受験生もいたかもしれない。化学の計算をただの計算法の暗記にとどめるのではなく、背景をしっかりと押さえることを日ごろからしていれば難しい問題ではなかった。