

一般入試 選択科目 (2科目) 化学

化 学

数値の解答は、各設問の解答形式に指定されている桁数に従い解答する。

解答例：解答欄が2桁の場合、1は , 14は とする。

必要であれば、原子量、定数は以下の値を使用すること。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Cu : 64

ファラデー定数 : 9.65×10^4 C/mol

問題文中の体積の単位記号 L はリットルを表す。

I 以下の問いに答えよ。[解答欄 ~]

問 1 次の文章を読んで問いに答えよ。[解答欄 ~]

図1は電解液に水酸化カリウム水溶液を使用したアルカリ型燃料電池の概略を示している。

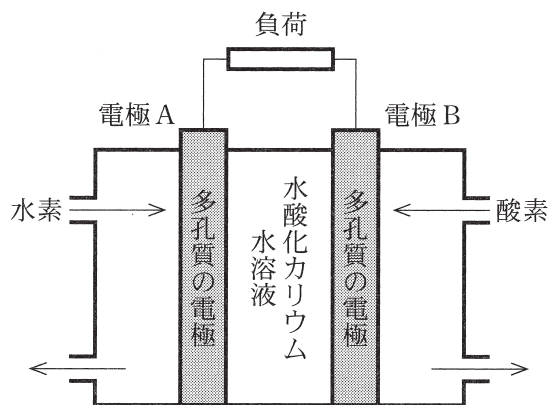
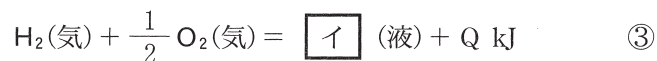
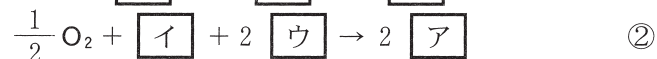
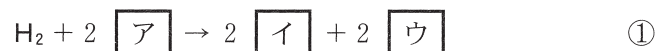


図1

白金を付着させた多孔質の電極 A と電極 B によって電解液をはさみこんでおり、一方から燃料の水素を、他方から酸素を供給すれば、電極 A では①式に示した反応が、電極 B では②式で示した反応が進む。したがって、水の生成熱を Q kJ/mol として、全体の反応を熱化学方程式で表すと式③のようになる。



(1) ~ に入る最も適当なものを①~⑧から一つずつ選べ。必要ならば、同じ選択肢を複数回選んでもよい。

- ① e^- ② H^+ ③ OH^- ④ H_2O
⑤ K^+ ⑥ KOH ⑦ H_2 ⑧ O_2

(2) 正極は電極 A と電極 B のどちらか。

- ① 電極 A ② 電極 B

(3) この燃料電池を 30 分間放電したところ、水が 1.80 g 生成した。この結果から、放電中の電流は A となるので、放電時の電圧を 0.800 V とすると、

$$\text{電気エネルギー [J]} = \text{電気量 [C]} \times \text{電圧 [V]}$$

の関係より、放電によって得られた電気エネルギーは kJ となる。H—H, O=O, O—H の結合エネルギーをそれぞれ 436 kJ/mol, 498 kJ/mol, 463 kJ/mol, 水の蒸発熱を 44.0 kJ/mol とすると、式③の反応で液体の水 1 mol が生成するときの反応熱 Q の値は と計算される。したがって、この燃料電池では % が電気エネルギーに変換されたことになる。

~ に当てはまる数値を有効数字 3 桁で、 に当てはまる数値は有効数字 2 桁で答えよ。

- a. .
c.
b. .
d.

(4) 燃料電池にはアルカリ型燃料電池の他に、電解質としてリン酸を用いるリン酸型燃料電池、炭酸塩を用いる熔融炭酸塩型燃料電池などがある。図 1 の燃料電池において、電解液をリン酸水溶液に取り替えた場合、水を生成する電極はどれか。

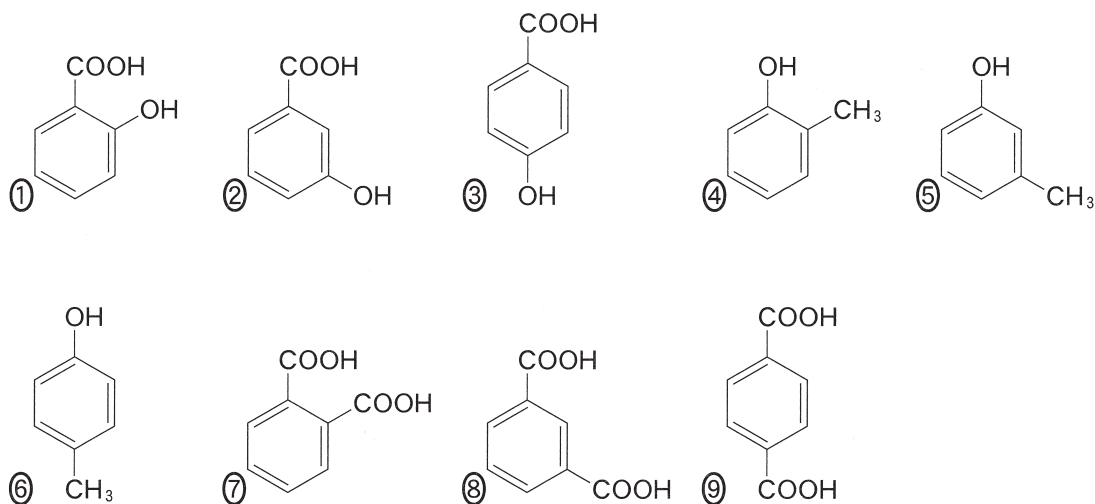
- ① 電極 A ② 電極 B ③ 電極 A と電極 B

II 以下の問いに答えよ。[解答欄 ~]

問 1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。[解答欄 ~]

化合物 A は炭素、酸素、水素のみからなる芳香族化合物であり、分子量が 120 以下であることが分かっている。質量組成は炭素 77.8%，酸素 14.8% であり、可能な 3 種の構造異性体のうちの一つである。それら混合物は強い匂いを持つが消毒剤として用いられる。化合物 B は化合物 A のアルキル基が酸化された構造を持ち、無水酢酸と反応して解熱鎮痛・抗炎症作用を示す化合物 C が生成する。化合物 A および化合物 B の溶液はいずれも酸性であり、また塩化鉄(III)溶液で呈色した。また化合物 B はメタノールと反応してエステル化された化合物 D が合成される。化合物 D は揮発性の液体で消炎外用薬として用いられる。

(1) 化合物 A の構造式として適当なのはどれか。①~⑨から一つ選べ。



(2) 化合物 B, C, D に適当な名称はどれか。①~⑩から一つずつ選べ。

B C D

- | | | |
|-------------|------------|-------------|
| ① アセチルサリチル酸 | ② アセトアニリド | ③ アセトアミノフェン |
| ④ アニリン | ⑤ 安息香酸 | ⑥ 酢酸フェニル |
| ⑦ サリチル酸 | ⑧ サリチル酸メチル | ⑨ トルエン |
| ⑩ ベンジルアルコール | | |

Ⅲ 以下に示す金属イオンのうち5種類が含まれた水溶液がある。この溶液に含まれる金属イオンの分析を行った。[解答欄 ~]



操作1：溶液に希塩酸を加えると、沈殿1が生じた。ろ過により沈殿1を分離し、分離した沈殿1に水を加え温浴中で加熱したが、沈殿1は溶けなかった。

操作2：沈殿1を分離したろ液に硫化水素を通じると、沈殿2が生じた。この沈殿2をろ過により分離した。

操作3：沈殿2を分離したAろ液を煮沸した。さらに、B硝酸、過剰のアンモニア水を加えると、沈殿3が生成した。ろ過により沈殿3を分離した。

操作4：沈殿3を分離したろ液に硫化水素を通じると、沈殿4が生じた。

操作5：沈殿4を分離した溶液の炎色反応を調べたところ、黄色の炎色反応が観察された。

問1 沈殿1に過剰のアンモニア水を添加したところ、沈殿が溶けた。このときこの沈殿に含まれていた金属イオンは錯イオンとなっている。その錯イオンを①～⑨から一つ選べ。

- | | | |
|--|--|-------------------------------------|
| ① $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ | ② $[\text{Ag}(\text{OH})_4]^{3-}$ | ③ $[\text{Al}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ |
| ④ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | ⑤ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ | ⑥ $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ |
| ⑦ $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ | ⑧ $[\text{Pb}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | ⑨ $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$ |

問2 問1で解答した錯イオンの構造を①～⑥から一つ選べ。

- | | | |
|---------|--------|---------|
| ① 直線形 | ② 正方形 | ③ 正四面体形 |
| ④ 正八面体形 | ⑤ 折れ線形 | ⑥ 三角錐形 |

問3 沈殿2の色を①～⑤から一つ選べ。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 赤 | ② 青 | ③ 黄 | ④ 黒 | ⑤ 白 |
|-----|-----|-----|-----|-----|

問 4 沈殿 2 に濃硝酸を添加し、温浴中で溶かした。この溶液にアンモニア水を添加して、塩基性になると深青色になった。この沈殿 2 の中に存在していた金属元素の単体について説明した文章のうち、正しい説明を①～⑨からすべて選べ。

- ① 水と反応して、水素を発生する。
- ② 塩酸と反応して、水素を発生する。
- ③ 希硝酸と反応して、水素を発生する。溶液は白濁する。
- ④ 希硝酸と反応して、一酸化窒素を発生する。溶液は青色になる。
- ⑤ 濃硝酸と反応して、二酸化窒素を発生する。溶液は緑色になる。
- ⑥ 濃硝酸と反応して、二酸化窒素を発生する。溶液は黄色になる。
- ⑦ 希硫酸と反応して、水素を発生する。溶液は淡緑色になる。
- ⑧ 濃硫酸とは不動態を形成し、反応しない。
- ⑨ 水酸化ナトリウムと反応して、水素を発生する。

問 5 沈殿 3 に過剰の水酸化ナトリウムを添加し、ろ過により沈殿 3-1 とろ液 3-1 を分離した。沈殿 3-1 に希塩酸を加え完全に溶かした。この溶液を 3 つに分け、それぞれに以下の表の溶液を添加した。それぞれの結果を①～⑨から一つずつ選べ。同じ選択肢を複数回選んでも良い。

添加した溶液	結果
ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム	<input type="text" value="オ"/>
ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム	<input type="text" value="カ"/>
チオシアン酸カリウム	<input type="text" value="キ"/>

- ① 赤褐色沈殿
- ② 血(濃)赤色溶液
- ③ 黄褐色溶液
- ④ 褐色溶液
- ⑤ 緑白色沈殿
- ⑥ 淡緑色溶液
- ⑦ 濃青色沈殿
- ⑧ 青白色沈殿
- ⑨ 変化なし

問 6 操作 3 の下線部 A の煮沸の目的は何か。適切なものを①～⑥から一つ選べ。

- ① 水和水を除くため。
- ② 沈殿を溶かすため。
- ③ 硫化水素を追い出すため。
- ④ 過剰な水を蒸発させるため。
- ⑤ 次の段階で行う反応を早く進めるため。
- ⑥ 沈殿中に含まれる物質を熱分解するため。

問 7 操作 3 の下線部 B の硝酸の役割を①～⑦から一つ選べ。

- ① 触媒 ② 還元剤 ③ 酸化剤 ④ 乾燥剤
⑤ 陽極剤 ⑥ 陰極剤 ⑦ 中和剤

問 8 沈殿 4 は白色沈殿であった。この沈殿に含まれる金属元素の性質として正しいものを①～⑥からすべて選べ。

- ① 単体は冷水と容易に反応する。
② 硫化物は黄色である。
③ 酸化物は水に溶けないが、強塩基に可溶である。
④ 水酸化物は水に溶けないが、強酸に可溶である。
⑤ ハロゲン化物は光で分解される。
⑥ 硫酸塩は水に溶けず、X 線を遮蔽する。

問 9 操作 5 によって検出されたイオンは何か。①～⑩から一つ選べ。

- ① Li^+ ② Na^+ ③ Al^{3+} ④ K^+ ⑤ Ca^{2+}
⑥ Fe^{3+} ⑦ Cu^{2+} ⑧ Zn^{2+} ⑨ Pb^{2+} ⑩ Ag^+