

# 化学

[注意] 必要があれば、次の値を用い、金属のイオン化列を参考にせよ。

原子量： H=1.0    C=12.0    O=16.0    Na=23.0    Cl=35.5    Fe=55.9    Ni=58.7

          Cu=63.6    Ag=108    Ba=137    Pt=195

$\log_{10} 2 = 0.30$              $\log_{10} 3 = 0.48$

ファラデー定数：  $9.65 \times 10^4$  C/mol

水 (25°C) のイオン積：  $1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup>

金属のイオン化列： Ba > Na > Mg > Fe > Ni > (H<sub>2</sub>) > Cu > Ag > Pt

**1**  $2.0 \times 10^{-3}$  mol/L の水酸化バリウム水溶液 200 mL に空気を通じたところ、空気中の二酸化炭素が吸収されて ①白沈が生じた。

[1] 下線部①について、次の問いに答えよ。

- 1) この変化を反応式で記せ。ただし、空気中の他の成分の影響はないものとする。
- 2) バリウムの硫酸塩は胃の X 線造影剤として用いられるが、下線部①で生じた化合物はこの用途には適さない。その理由を、バリウムイオンは有毒であることを考慮して 2 行以内で説明せよ。

[2] 白沈が生じた水酸化バリウム水溶液を充分静置した後、②上澄み 100 mL を別の容器に移し替え、これを中和するのに  $1.0 \times 10^{-8}$  mol/L の塩酸 20 mL を要した。次の問いに答えよ。

- 1) 下線部②の水酸化バリウム濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で求めよ。
- 2) 下線部②の 25°C における pH を小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化バリウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。

[3] 水酸化バリウムと反応して白沈を生じた二酸化炭素の物質質量 [mol] を有効数字 2 桁で求めよ。



2 金属イオンの分離と確認を記した次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

ただし、計算結果は有効数字2桁で答えよ。

3種類の金属イオン  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液に希塩酸を加えたところ、白色の沈殿 A が生成した。ろ過により沈殿とろ液 a に分離し、ろ液 a に硫化水素を充分に通じたところ、黒色の沈殿 B が生成した。ろ過により沈殿から分離したろ液 b を充分に煮沸して硫化水素を除いた後、常温まで冷却して水酸化ナトリウム水溶液を充分量加えたところ、緑白色の沈殿 C が生成した。これに空気を充分に通じたところ、沈殿はすべて赤褐色の沈殿 D へと変化した。

[1] 沈殿 A、B、C を、それぞれ組成式で記せ。

[2] 沈殿 A に ① 光を照射すると、次第に黒くなった。充分に光を当てたのち、② これに濃硝酸を加えると、気泡を発生しながら完全に溶解した。 この溶液にアンモニアを加えると褐色沈殿が生じ、さらに ③ アンモニアを加えると沈殿は再び溶解し、無色の溶液となった。 ④ この溶液にグルコース溶液を加えて加熱したところ、金属が析出した。

- 1) 下線部 ① に見られる沈殿 A の性質の名称を記せ。
- 2) 下線部 ② で発生した気体の名称と、その捕集法を記せ。
- 3) 下線部 ③ の変化を反応式で記せ。
- 4) 下線部 ④ の反応の一般的名称と、析出した金属の名称を記せ。
- 5) 下線部 ④ の反応を起こすグルコースの官能基を電子式で記せ。

[3] 沈殿 B をニッケル粉、白金粉と共に ⑤ 1000℃以上の温度で空気を吹き込みながら強熱して、沈殿 B に含まれる金属・ニッケル・白金の3種を含む金属塊を得た。 この金属塊を陽極、純銅を陰極として硫酸酸性硫酸銅(II)水溶液中で ⑥ 10 A の直流電流を1時間通じたところ陰極に金属が析出し、陽極は一部溶解して陽極泥が堆積した。 ただし、陰極での気体の発生はなかったものとする。



1) 下線部⑥の操作により、沈殿 B に含まれる金属に生じる変化の一般的な名称を【選択肢】からすべて選び、記号で答えよ。ただし、いずれも該当しない場合は (へ) とせよ。

【選択肢】 (ア) 加硫 (イ) 還元 (ウ) けん化 (エ) ニトロ化 (オ) スルホン化  
(カ) 脱硫 (キ) 潮解 (ク) 水酸化 (ケ) ジアゾ化 (コ) ハロゲン化

2) 下線部⑥で流れた電気量 [C] を求めよ。

3) 下線部⑥で陰極に析出した金属の質量 [g] を求めよ。

4) 陽極泥として堆積した金属は、陽極に含まれる 3 種類の金属のうちのどれか。

また、その金属が堆積した理由を 1 行で説明せよ。

5) 電解質の水溶液や融解液に電気エネルギーを与えて酸化還元反応を起こすことを何というか。

[4] ろ過によりろ液から分離した沈殿 D をコニカルビーカーに移し、過剰量の塩酸を加えて完全に溶解した後、この溶液を濃縮し、溶媒を全て蒸発させることで塩酸を除いて結晶を得た。この結晶に水を加えて完全に溶解し、黄褐色の溶液 E を得た。

1) 溶液 E を加えると呈色するのはどれか。【選択肢】から 3 つ選び、記号で答えよ。

【選択肢】 (ア) アニリン (イ) アセチルサリチル酸 (ウ) o-クレゾール  
(エ) 安息香酸 (オ) サリチル酸メチル (カ) ニトロベンゼン  
(キ) 1-ナフトール (ク) ペンジルアルコール

2) 溶液 E を炭酸水素ナトリウムで中和後、指示薬として少量のクロム酸カリウム水溶液を加え、沈殿滴定を行った。ビュレットを用いて 0.20 mol/L の硝酸銀水溶液を滴下すると白色沈殿が生じ、3.6 mL 滴下したところで赤褐色沈殿が生成し始めた。この操作で沈殿 D は生じないものとして、溶液 E に含まれていた金属イオンの物質質量 [mol] を求めよ。



3  $\alpha$ -グルコースの構造式を図1に示す。

糖やそれに関連する化合物について、以下の問いに答えよ。

ただし、計算結果は有効数字2桁で答えよ。

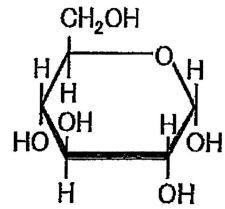


図1

[1]  $\alpha$ -グルコースが呈色するのはどれか。【選択肢】からすべて選び、記号で答えよ。

ただし、いずれも該当しない場合は(へ)とせよ。

- 【選択肢】 (ア) 炎色反応 (イ) ニンヒドリン反応 (ウ) ピウレット反応  
 (エ) カップリング (オ) ヨードホルム反応 (カ) ヨウ素デンプン反応  
 (キ) キサントプロテイン反応

[2]  $\alpha$ -グルコースを5.5g溶かした水溶液100gがある。この水溶液と同温で同じ浸透圧を示す塩化ナトリウムの水溶液200gを作製したい。必要な塩化ナトリウムの質量[g]を求めよ。ただし、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は0.80とする。

[3] マルトースはマルターゼで加水分解するとグルコース2分子を生じる。

- 1) 図1にならってマルトースの構造式を描け。
- 2) マルトースに見られる、2個の単糖類分子から水1分子が取れて縮合した結合の名称を記せ。
- 3) マルトース171gを完全に加水分解した後、アルコール発酵させるとエタノールは理論上何g得られるか。

[4] エタノールと濃硫酸の混合物を加熱すると、温度により異なった主生成物ができる。

- 1) 約130°Cで生じる主生成物のうち、炭素原子を含む分子の構造式を全ての価標を省略せずに描け。
- 2) 約170°Cで生じる主生成物のうち、炭素原子を含む分子の構造式を全ての価標を省略せずに描け。
- 3) 約130°Cで起こる反応と約170°Cで起こる反応の一般的な名称をそれぞれ【選択肢】からすべて選び、記号で答えよ。ただし、いずれも該当しない場合は(へ)とせよ。

- 【選択肢】 (ア) 加水分解 (イ) 縮合反応 (ウ) 脱水反応 (エ) 中和反応  
 (オ) 脱離反応 (カ) 置換反応 (キ) 付加反応

[5]  $\alpha$ -グルコースが縮合重合した高分子化合物について、次の問いに答えよ。

- 1) アミロースのらせん構造を保持する分子内に働く結合の名称を記せ。
- 2) グリコーゲンとアミロペクチンの分子構造および分子量の違いを1行で記せ。

