

国際環境工学部
環境化学工学科
化学

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は10時00分から12時00分までの120分、配点は60点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に3ページあり、解答用紙は2枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄（各解答用紙2箇所）、氏名記入欄（各解答用紙1箇所）があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には、採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要があれば、次の原子量を使うこと。

H : 1.0, O : 16, Na : 23, S : 32, K : 39, Mn : 55

$\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$, $\log_{10} 7.0 = 0.85$

第1問 (化学)

問1 以下の問いに答えよ。

- (1) 水素イオン濃度 $[H^+]$ [mol/L] を用いて pH を表す式を答えよ。
- (2) 水酸化物イオン濃度 $[OH^-]$ [mol/L] および水のイオン積 K_w [mol²/L²] を用いて pH を表す式を答えよ。
- (3) 0.020 mol/L の硫酸水溶液の pH を求めよ。解答は数値のみ有効数字 2 桁で答えよ。ただし、硫酸は完全に電離しているものとする。
- (4) (3) の水溶液 5.0 mL をある濃度の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、20.0 mL を要した。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] と pH を求めよ。ただし、水のイオン積 K_w は 10^{-14} [mol²/L²] とする。解答に至る過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。

問2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

硫酸は、鉛蓄電池、肥料および薬品の製造など、化学工業に広く用いられている。工業的には、接触法によってつくられる。この方法ではまず、(a) 硫黄の燃焼で酸化物を得て、(b) これを酸化バナジウム(V) V_2O_5 を触媒として、空気中の酸素で酸化する。次に (c) この物質を濃硫酸に吸収させ、さらに希硫酸で薄めて濃硫酸にする。

市販の濃硫酸は濃度約 98% で、無色で粘性の大きい液体であり、次のような性質をもつ。

- ① 沸点が高く (d) 室温では蒸気になりにくい酸である。
- ② 性が強く、中性・酸性気体の乾燥剤に用いられる。
- ③ 有機化合物から、水素と酸素を H : O = 2 : 1 の物質量の比で奪う 作用がある。
- ④ 熱濃硫酸は強い 作用をもち、銅や銀などを溶かす。
- ⑤ 濃硫酸を水に溶かすと、多量の を発生して希硫酸になる。

- (1) 文章中の下線部(a) で得られる物質の化学式と物質名を答えよ。
- (2) 下線部(b) の反応の化学反応式を答えよ。
- (3) 下線部(c) で得られる液体の名称を答えよ。

(4) 下線部(d) のような性質を何と呼ぶか答えよ。

(5) 文章中の ～ に適する語句を答えよ。

第2問 (化学)

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

過マンガン酸カリウム (KMnO_4) は、硫酸酸性条件下で カ 剤として作用し、次の式 (A) のように反応する。



一方、過酸化水素 (H_2O_2) は、過マンガン酸カリウムと反応する際に キ 剤として作用し、次の式 (B) のように反応する。



式 (A) および (B) の反応を利用して、市販のオキシドール中に含まれる過酸化水素の濃度を測定する次の実験を行った。

【実験】

市販のオキシドールを純水で 10 倍に希釈した溶液 10 mL をコニカルビーカーに正確にはかり取った。これに適量の希硫酸と純水を加え、約 60 °C に加温した。加温した溶液が温かいうちに、0.050 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。過マンガン酸カリウム水溶液を 7.2 mL 加えた時点で溶液の色の変化が生じなくなったため、滴定を終了した。

問1 文章中の カ と キ に適する語句を答えよ。

問2 式 (A) および (B) 中の、(①) ~ (⑤) に適する数値または化学式を答えよ。

問3 【実験】で起こる酸化還元反応の化学反応式を答えよ。ただし、反応は硫酸酸性条件下で行われたものとする。

問4 文章中の下線部について、滴定終了前後で溶液の色がどのように変化したか簡潔に答えよ。

問5 本実験で使用した市販のオキシドール中の過酸化水素のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答に至る過程を示し、解答は有効数字 2 桁で答えよ。ただし、オキシドール中の成分のうち、過酸化水素以外は反応に関与しないものとする。

問6 本実験で使用した市販のオキシドール中の過酸化水素の質量パーセント濃度 [%] を求めよ。解答に至る過程を示し、解答は有効数字 2 桁で答えよ。ただし、オキシドールの密度は 1.0 g/cm³ とする。