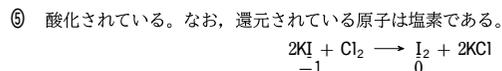
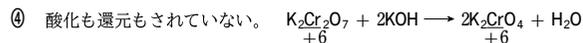
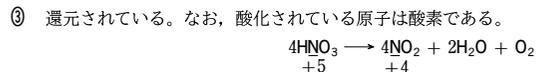
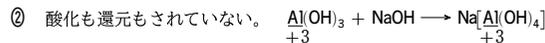
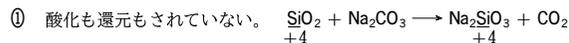


冬期第2講 演習問題【解答】

1

解答 ③

解説 下線を引いた原子の酸化数の増減から、酸化・還元を考えればよい。酸化数が増加している原子は酸化されており、酸化数が減少している原子は還元されている。

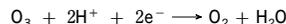


よって、下線で示した原子が還元されているものは、③。

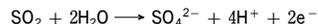
2

解答 ⑤

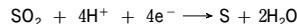
解説 ① 適当である。オゾン O_3 は、特異臭をもつ淡青色の気体で、酸素 O_2 に分解されるとき、酸化作用を示す。飲料水の殺菌に用いられている。



② 適当である。二酸化硫黄 SO_2 は、刺激臭をもつ無色の気体である。 SO_2 は通常、還元剤としてはたらき、 SO_4^{2-} になる(還元作用)。

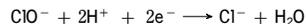


また、 H_2S などの強い還元剤に対しては、酸化剤としてはたらき、 S になる(酸化作用)。

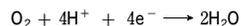


二酸化硫黄 SO_2 は硫酸、漂白剤、殺虫剤、医薬品などの原料に用いられている。

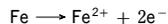
③ 適当である。次亜塩素酸 HClO の塩に含まれる次亜塩素酸イオン ClO^- は、酸化作用が強く、漂白剤や殺菌剤として用いられている。



④ 適当である。酸素 O_2 は、他の物質と結合することで酸化作用を示す。空気中の酸素は燃料電池の正極で、還元される物質(正極活物質)として用いられている。



⑤ 適当でない。鉄などの金属は、自身が酸化される還元作用を示す。鉄の還元作用によって発生する熱を利用したものが、使い捨てカイロとして用いられている。

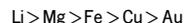


よって適当でないものは、⑤。

3

解答 b ⑤ d ②

解説 金属 a-e をイオン化傾向の大きいものから順に並べると、次のようになる。



5つの金属の中で、水と反応するものは、最もイオン化傾向の大きい Li_a である。
 $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$

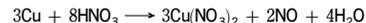
Li を除いた金属の中で、沸騰水と反応するものは、 Li の次にイオン化傾向の大きい Mg_b である。



Li 、 Mg を除いた金属の中で、塩酸に溶けるものは、 Fe_c である。



残りの Cu 、 Au のうち、酸化力のある希硝酸に溶けるものは、 Cu_d である。このとき、一酸化窒素 NO が発生する。



Au_e は酸化されにくく、希硝酸にも溶けないが、濃塩酸と濃硝酸の混合溶液である王水(濃塩酸:濃硝酸=3:1(体積比))には溶ける。

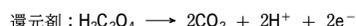
よって、金属 b として適当なものは、 Mg_b 、金属 d として適当なものは、 Cu_d 。

	イオン化傾向(反応性)大	イオン化傾向(反応性)小
金属	Li (K) Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H ₂) Cu Hg Ag Pt Au	
乾燥空気との反応	● 常温で速やかに酸化される 加熱により酸化される	
水との反応	● 常温で反応して水素を発生する*1 高温の水蒸気と反応して水素を発生する	*1 Mg は熱水と反応する。 *2 Al, Fe, Ni などは不動態をつくるため、濃硝酸とは反応しにくい。
酸との反応	希酸(塩酸・硫酸など)と反応して水素を発生する	酸化力の強い酸(硝酸・熱濃硫酸)と反応して水素以外の気体を発生する*2 王水に溶ける

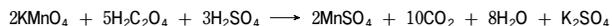
4

解答 ④

解説 ① KMnO_4 が酸化剤、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ が還元剤としてはたらく。



より、この反応を化学反応式で表すと、



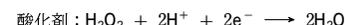
となり、反応の前後で、 Mn の酸化数が $+7 \rightarrow +2$ 、 C の酸化数が $+3 \rightarrow +4$ のように変化しているため、酸化還元反応である。

② この反応を化学反応式で表すと、 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ となり、反応の前後で、 Na の酸化数が $0 \rightarrow +1$ 、 H の酸化数が $+1 \rightarrow 0$ のように変化しているため、酸化還元反応である。

③ この反応を化学反応式で表すと、 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ となり、反応の前後で、 Cu の酸化数が $0 \rightarrow +2$ 、 O の酸化数が $0 \rightarrow -2$ のように変化しているため、酸化還元反応である。

④ この反応を化学反応式で表すと、 $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ となる。すべての原子において、酸化数の変化がないので、酸化還元反応ではない。

⑤ H_2O_2 が酸化剤、 KI が還元剤としてはたらく。



より、この反応を化学反応式で表すと、
 $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ となり、反応の前後で、 I の酸化数が $-1 \rightarrow 0$ 、 O の酸化数が $-1 \rightarrow -2$ のように変化しているため、酸化還元反応である。(ただし、 H_2O_2 は反応する相手によっては還元剤にもなりうる。)

よって、酸化還元反応を含まないものは、④。

5

解答 ②

解説 2つの金属のイオン化傾向を比較したとき、イオン化傾向が小さいほうの金属イオンを含む水溶液に、イオン化傾向が大きいほうの金属の単体を浸すと、イオン化傾向が小さいほうの金属が析出する。水素は金属ではないが、陽イオンになる性質があるので、比較のために金属のイオン化列の中に入れてある。

① 正しい。イオン化傾向の大きさは、 $\text{Zn} > \text{Cu}$ である。したがって、 $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ の反応が起こり、銅 Cu が析出する。

② 誤り。イオン化傾向の大きさは、 $\text{Mg} > \text{Fe}$ である。したがって、 $\text{Mg}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Mg} + \text{Fe}^{2+}$ の反応は起こらない(マグネシウム Mg は析出しにくい)。

③ 正しい。イオン化傾向の大きさは、 $\text{Cu} > \text{Ag}$ である。したがって、 $2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$ の反応が起こり、銀 Ag が析出する。

④ 正しい。イオン化傾向の大きさは、 $\text{Zn} > \text{H}_2$ である。したがって、 $2\text{H}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Zn}^{2+}$ の反応が起こり、水素 H_2 が発生する。このように、水素よりイオン化傾向が大きい金属は、ふつう塩酸や希硫酸と反応して水素 H_2 を発生する。

⑤ 正しい。白金 Pt と金 Au は、酸化力の強い硝酸や熱濃硫酸にも溶けないが、王水(濃塩酸と濃硝酸を体積比 3:1 で混合したもの)には溶ける。

よって、誤りを含むものは、②。

6

解答 ④

解説 過マンガン酸カリウムの物質質量 = $0.0500 \text{ mol/L} \times 20.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$

よって、酸化剤である過マンガン酸イオン(過マンガン酸カリウム)が奪う電子の物質質量は、係数比より過マンガン酸イオンの5倍の $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。

還元剤が失う電子の物質質量は、酸化剤が奪う電子の物質質量と等しいので $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。過酸化水素の物質質量は係数比より、電子の物質質量の半分で $2.50 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。

過酸化水素のモル濃度 = $\frac{\text{溶質の物質質量}}{\text{溶液の体積}} = \frac{2.50 \times 10^{-3} \text{ mol}}{10.0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.250 \text{ mol/L}$ ④

7

解答 ②

解説 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 x [mL] が物質 A と反応した際に生じる電子の物質質量は、

冬期第2講 演習問題【解答】

$$5 \times 0.020 \text{ mol/L} \times \frac{x}{1000} \text{ [L]} \quad \dots \text{ (i)}$$

また、0.010 mol/Lの二クロム酸カリウム水溶液 y [mL]が物質 A と反応した際に生じる電子の物質量は、

$$6 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{y}{1000} \text{ [L]} \quad \dots \text{ (ii)}$$

以上から、(i) と (ii) は等しいので、

$$5 \times 0.020 \text{ mol/L} \times \frac{x}{1000} \text{ [L]} = 6 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{y}{1000} \text{ [L]}$$

$$\text{よって、} \frac{x}{y} = \frac{6 \times 0.010 \text{ mol/L}}{5 \times 0.020 \text{ mol/L}} = 0.60 \text{ ⑧}$$

8

解答 ②

解説 二酸化硫黄と硫化水素の反応は、次式で表され、このとき SO_2 は、酸化剤としてはたらいている。



また、最初の硫化水素水溶液に含まれていた H_2S の物質量は、

$$0.010 \times \frac{200}{1000} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

$$\text{通じた } \text{SO}_2 \text{ の物質量は、} \frac{14 \times 10^{-3}}{22.4} = 6.25 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

H_2S と SO_2 は、物質量比 2 : 1 で反応するので、反応後に残った H_2S の物質量は、

$$2.0 \times 10^{-3} - 2 \times 6.25 \times 10^{-4} = 7.5 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

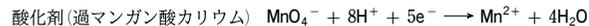
9

解答 ⑥

解説 鉄の表面に亜鉛をめっきしたものをトタンといい、このトタンに希硫酸を加えると、鉄も亜鉛も水素を発生しながら溶解する。



完全に溶解したのものには、 Zn^{2+} と Fe^{2+} のイオンが含まれている。この2種類のイオンのうち、酸化剤である過マンガン酸カリウムと反応するイオンは Fe^{2+} であり、還元剤としてはたらく。それぞれの酸化剤、還元剤としてののはたらきを示す式 (e^- を含んだ反応式) は、次のようになる。



溶解した金属イオンに含まれる Fe^{2+} の濃度を c [mol/L] とすると、溶液が赤紫色に変化したとき、還元剤 (Fe^{2+}) が出す電子の物質量と、過マンガン酸カリウムが受け取る電子の物質量が等しくなるので、

$$1 \times c \text{ [mol/L]} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 5 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{25.0}{1000} \text{ L}$$

$$c = 0.125 \text{ mol/L}$$

よって、含まれていた鉄の質量は、

$$0.125 \text{ mol/L} \times 1.0 \text{ L} \times 56 \text{ g/mol} = 7.0 \text{ g} \text{ ⑩}$$

10

解答 ⑥

解説 電池の正極と負極を外部回路につなぐと、正極から負極に向かって電流が流れる(電子の流れの向きは、電流の流れの向きとは逆に負極から正極に向かって流れる)。また、イオン化傾向が小さい方の金属が正極、大きい方の金属が負極となる。したがって、実験結果から金属板 A~C の関係をまとめると次の表ようになる。

検流計を流れた電流の向き	正極	負極	イオン化傾向
B から A	B	A	B < A
B から C	B	C	B < C
A から C	A	C	A < C

この表から、金属板 A, B, C のイオン化傾向の大きさは、 $C > A > B$ の順となる。金属板の種類は、銅, 亜鉛, マグネシウムで、イオン化傾向が $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Cu}$ であるから、A = 亜鉛, B = 銅, C = マグネシウムとなる。よって、金属板 A~C の組合せとして最も適当なものは、⑥。

11

解答 ⑥

解説 図のように、異なる2種類の金属板を導線でつないで電解質の水溶液に離して浸すと、イオン化傾向の大きな金属から小さな金属へ電子の移動が起こる。外部回路に電気エネルギーを取り出すことができるようになり、このような装置を電池という。

一般に、イオン化傾向の大きな金属から電子が流れ出るこの反応は、



し、酸化されている。このとき同時に、金属イオンが陽イオン (M^{n+}) となって溶け出している。このように、導線(外部回路)に向かって負の電荷をもった電子 e^- が流れ出る電極を負極、逆に導線から電子が流れこむ電極を正極という(なお、電流の向きは電子の流れる向きとは逆方向と定められている)。

よって、当てはまる語の組合せとして正しいものは、⑥。

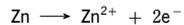
12

解答 ④

解説 a ダニエル電池の正極では、 $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}$ の反応が起こって銅(II)イオンが還元され、銅が析出する。正しい。

b 正極では銅が析出するので、その質量は増えるが、負極では亜鉛が電解液中に溶け込んでいくのでその質量が減少する。このとき、正極と負極の質量の和は、銅の原子量 63.5 と亜鉛の原子量 65.4 の差だけ減少していく。誤り。

c 亜鉛は、次のように反応する。



$$1 \text{ mol} \qquad \qquad 2 \text{ mol}$$

$$\text{[問題]} \quad 0.020 \text{ mol} \qquad \qquad 2 \times 0.020 \text{ mol}$$

よって、最大値として $2 \times 0.020 \text{ mol} \times 96500 \text{ C/mol} = 3860 \text{ C}$ の電気が発生することになるから、誤りとなる。

以上から、正-誤-誤 の組合せである④が解答となる。