

化学基礎 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.0$, $Cl = 35.5$ を用いよ。

第1問 質量パーセント 96.0 %, 密度 1.84 g/cm^3 の濃硫酸がある。この濃硫酸の濃度は何 mol/L か。数値は有効数字 3 桁で答えよ。

第2問 炭酸ナトリウム十水和物を用いた炭酸ナトリウム水溶液の調製に関して、以下の問い(問1 ~ 3)に答えよ。

問1 質量パーセント濃度 10 % の炭酸ナトリウム水溶液をつくりたい。調製方法として正しいものを① ~ ③の中から番号を1つ選び、さらにAに入る数値を答えよ。数値は有効数字 3 桁で答えよ。

- ① A g の結晶を 100 mL の水に溶かす。
- ② A g の結晶を水に溶かして 100 g にする。
- ③ A g の結晶を水に溶かして 100 mL にする。

問2 問1の水溶液を調製するために必要としない器具はどれか。① ~ ④の中からすべて選び、番号で答えよ。

- ① 天秤
- ② 葉さじ
- ③ 100 mL ビーカー
- ④ 100 mL メスフラスコ

問3 問1で調製した炭酸ナトリウム水溶液の質量モル濃度は何 mol/kg か。なお、質量モル濃度は溶媒 1 kg あたりに溶けている溶質の物質質量[mol]のことをいう。数値は有効数字 3 桁で答えよ。

第3問 54.0 g/L の濃度になるようグルコース($C_6H_{12}O_6$)を水に溶かしたグルコース水溶液の浸透圧は、血液の浸透圧にほぼ等しい。なお、浸透圧は溶液に溶けている溶質粒子の数に比例する。以下の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 54.0 g/L のグルコース水溶液のモル濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で答えよ。

問2 この 54.0 g/L のグルコース水溶液と同じ浸透圧をもつ NaCl 水溶液は、1 L 中に何 g の NaCl を含むか。有効数字 3 桁で答えよ。

化学基礎 (その2)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

アルミニウムは、(ア)族、第(イ)周期の元素である。アルミニウムの全電子数は(ウ)であり、最外殻の(エ)殻には(オ)個の価電子が存在する。アルミニウム原子が(カ)個の価電子を放出して(カ)価の陽イオンになると、(キ)原子と同じ電子配置をとるが、アルミニウムイオンの半径は(キ)原子のものよりも(ク)くなる。これは、電子を放出したことで、相対的に原子核の正電荷が(ケ)くなり、電子殻上の電子が原子核に引きつけられるためである。

アルミニウムは、(コ)とよばれる鉱石から熔融塩電解により生産される、鉄に比べて耐腐食性に優れた金属である。しかしながら、アルミニウムは鉄よりも(サ)が大きいため、鉄よりも(シ)されやすい性質をもつ。事実、(1)アルミニウムを空気中に放置すると、その表面に緻密な酸化物の被膜を形成する。この酸化皮膜には、酸化が金属内部にまで進行しないように保護する役割がある。このように、金属表面が酸化皮膜に覆われた状態を(ス)とよび、このためにアルミニウムは、優れた耐腐食性を示す。この性質を利用して、アルミニウムの表面に人工的に酸化皮膜をつけた製品を(セ)という。また、アルミニウムに銅、マグネシウム、マンガンを加えてつくられる合金である(ソ)は、軽くて強く、(2)展性や延性に富み、加工しやすいため、航空機や鉄道車両の構造材料などに利用されている。

問1 文章中の(ア)～(ソ)に入る適切な語句あるいは数値を答えよ。

問2 文章中の下線部(1)の反応の化学反応式を答えよ。

問3 問2の反応により生成した酸化物は、アルミニウムを高温の水蒸気と反応させても得られる。この化学反応式を答えよ。

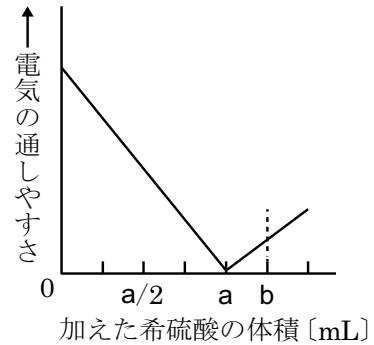
問4 文章中の下線部(2)の性質は自由電子のはたらきによるものである。自由電子について、誤りを含むものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 金属原子の価電子は、金属結晶中を自由に移動することによって、原子間の結合を維持している。
- ② 金属に特有の光沢は、金属結晶中の自由電子によって光が反射されるために生じる。
- ③ 金属の優れた電気や熱の伝導性は、これらのエネルギーが自由電子によって運搬されるためである。
- ④ 高温下では、金属原子や自由電子の振動(熱運動)が激しくなるため、電気伝導性はさらに高まる。
- ⑤ 1原子あたりの自由電子の数が多いほど、金属結合が強くなる傾向がある。

化学基礎 (その3)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

濃度 0.0500 mol/L の水酸化バリウム水溶液 50.0 mL をビーカーに入れ、これにフェノールフタレインの 1% エタノール溶液を $2 \sim 3$ 滴加えた。この溶液に白金電極を入れ、一定電圧の下で流れる電流を測定しながら、 0.100 mol/L の希硫酸をビュレットから徐々に加えると、電気の通しやすさ(電気伝導度)と加えた希硫酸の体積[mL]との関係が右図のようになった。ただし、電気分解による溶液の体積変化は無視できるものとする。



問1 電流値が最小となる点(a点)までに加えた希硫酸の体積は何 mL か。また、a点は何とよばれるか。

問2 希硫酸を a 点の半分(a/2)まで加えると、水溶液の水酸化物イオン濃度は何 mol/L になるか。有効数字3桁で答えよ。

問3 希硫酸を点線 b 点まで加えたときに生じる沈殿の質量は何 g か。有効数字3桁で答えよ。

問4 希硫酸を加える前の水溶液の色は (ア)、希硫酸を b 点まで加えたときの沈殿を除いた水溶液の色は、(イ)である。

(ア)、(イ)に入る色を、下の①～⑤からそれぞれ選び、番号で答えよ。

- ① 無色 ② 黄色 ③ 青色 ④ 赤色 ⑤ 紫色

問5 a点で電気の通しやすさがほぼ0になる理由を15字以内で答えよ。

化学基礎 (その4)

第6問 次の文中の (ア) と (イ) に入る適切な用語を①～⑥の中からそれぞれ選び、番号で答えよ。

純粋な鉄は大気に長時間さらされるとさびを生じて腐食していく。腐食を防ぐために金属を他の金属で覆う手法を (ア) という。鉄の表面に亜鉛を (ア) したものを (イ) という。

- ① ステンレス鋼 ② 形状記憶 ③ トタン ④ ブリキ
⑤ めっき ⑥ 熱硬化

第7問 以下の問い(問1～4)にもっとも適切なものを①～⑩の中から1つ選び、番号で答えよ。

問1 以下の記述 a～d のうち誤っているものはどれか。

- a 鋼とは鉄鉱石を溶鉱炉中でコークスを用いて還元して得られた鉄のことを指す。
b 黄銅鉱は電気分解により銅の単体を得るときに用いられる。
c 製錬とは鉱石を還元して金属の単体を得ることを指す。
d 燃料電池とは水素の燃焼により放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出すような電池のことを指す。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd

問2 過マンガン酸カリウムを酸性条件下で酸化剤として用いたい。酸性条件にするために用いる酸として適切なものはどれか。

- a 希塩酸 b 希硫酸 c シュウ酸水溶液 d 濃硝酸

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd

問3 酸化還元反応はどれか。

- a $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S} + 2\text{HI}$
b $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$
c $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
d $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd

化学基礎 (その5)

問4 電解質の水溶液に電極を浸し、外部電源(電池)の電気エネルギーを用いて直流の電流を流すと、電極表面で酸化還元反応が起こる。これを電気分解(電解)という。電気分解したとき陰極で気体が発生する電解液と電極の組み合わせはどれか。

	電解液	陽極	陰極
a	AgNO ₃	Pt	Pt
b	CuSO ₄	Cu	Cu
c	H ₂ SO ₄	Pt	Pt
d	NaCl	C	Fe

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ a と b
⑥ a と c ⑦ a と d ⑧ b と c ⑨ b と d ⑩ c と d