

強者の戦略

森 上総です。まずは前回の問題の解答・解説です。

<解答>

問1 ① 水銀 ② 水酸化ナトリウム

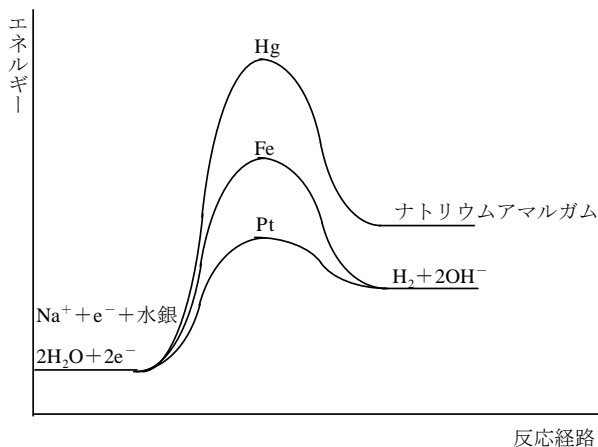
③ 塩素 ④ 4 ⑤ 1

問2 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

問3 水銀とナトリウム

問4 (1) 触媒

(2)



問5 (1) $\text{Na} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$

(2) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

問6 a

(理由) 電流値が同じであるので、白金の場合も鉄の場合も単位時間あたりに流れる電気量は等しく、同じだけの水酸化物イオンが生じる。水銀は電気分解しても水酸化物イオンが生じない。

問7 (1) $4.0 \times 10^{-10}\text{m}$

(2) 0.58L

問8 水素は反応性が高く、単位質量あたりの体積も大きいためエネルギー源としては扱いづらい。しかし、水素を吸蔵できる合金を

用いれば水素をエネルギー源として用いやすくなる。水素を燃焼させたときに生じる物質は水のみであり、温室効果ガスである二酸化炭素などの発生がないため地球温暖化防止に有効であると考えられる。

<解説>

問 1 ① 水銀とその他の金属との合金をアマルガムという。

②, ③ 各極では次の反応が起きている。

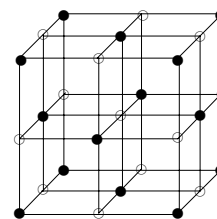
陽極: $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

陰極: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

。

陰極付近では生じる水酸化物イオンと陽イオン交換膜を透過してくるナトリウムイオンにより水酸化ナトリウムが濃縮され、陽極では塩素が発生する。

④, ⑤ パラジウム中に水素が吸蔵された場合、水素原子は6個のパラジウム原子に取り囲まれることから、次のような塩化ナトリウム型単位格子と同様の結晶になる。



● : Pd ○ : H

問 2 ナトリウムイオンはイオン化傾向が大きく、還元されにくいいため、水の還元が起きる。

問 3 アマルガムは水銀とその他の金属の合金である。電極の水銀付近には塩化ナトリウム水溶液しか存在しないため、ナトリウムイオンが還元されていると考える。

問 4 (1) 活性化エネルギーを変化させる物質は触媒である。

強者の戦略

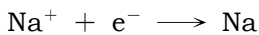
(2) 電気分解では、加えた電気エネルギーによって酸化還元反応を起こしているの、電気分解後の方が電気分解前よりエネルギーは高くなる。生成物の水素とアマルガムでは、金属ナトリウムを含むアマルガムの方が、反応性が高くエネルギーが高いと考えられる。鉄電極を用いた電気分解と白金電極を用いた電気分解は生成物が共通して水素であり、要するエネルギーは同じであると考えられるが、電圧の大きさがことなる。これは活性化エネルギーの大きさの違いであると考えられる。

問 5 アマルガムで金属ナトリウムが酸化され、生じた電子が鉄の表面で水に受け取られていると考えられる。

問 6 鉄電極を用いた場合も白金電極を用いた場合も陰極上では



という反応が進行している。電流値が同じであるので、単位時間当たりに陰極に流れ込む電子の物質量は等しく、生じる水酸化物イオンの物質量も等しい。そのため、pHの上昇の仕方も同じになる。一方、水銀電極を用いた場合の陰極上の反応は次のとおりであり、水酸化物イオンが生じないので pH は上昇しない。



問 7 (1) 単位格子の面の対角線の長さが原子半径の4倍に等しいので、一辺の長さを a とすると、

$$\sqrt{2} a = 1.4 \times 10^{-10} \times 4$$

$$a = 3.97 \times 10^{-10}$$

(2) パラジウムの単位格子中の含有パラジウム原子数は4であるので、 1cm^3 あたりに含まれている水素原子の物質量は

$$4 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{(4.0 \times 10^{-8})^3} \times \frac{1}{6.0 \times 10^{23}}$$

$$\approx 5.20 \times 10^{-2}$$

よって生じる水素の体積は、

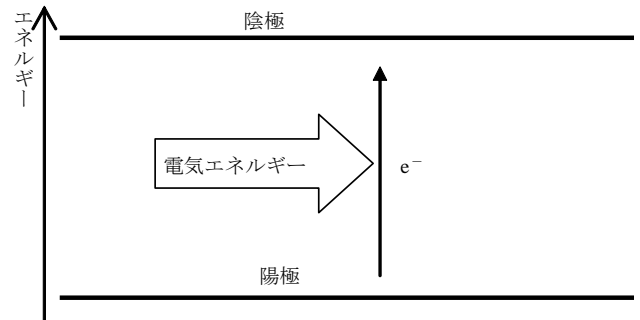
$$5.20 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2} \times 22.4$$

$$\approx 0.582$$

問 8 水素を結晶の原子間に蓄えられるような性質をもつ合金を水素吸蔵合金といい、さまざまな種類の水素吸蔵合金が研究されている。水素は「クリーンなエネルギー源」であり、優れた水素吸蔵合金が望まれている。

かなり多くの分野にまたがる出題で、一筋縄ではいかなかったのではないのでしょうか。しかし、きちんと題意を汲み取ることができれば、1題1題は、てこずるようなものでもなかったのではないのでしょうか。もし、アマルガムという物質の知識、電流と電圧の正しい理解、水素吸蔵合金の知識があれば、むしろ楽に解けたのではないのでしょうか。

電気化学分野に関して、補足しておきます。解説の中でも触れましたが、電気分解は吸熱反応です。



この際に必要となるエネルギーは陽極と陰極でどのような反応を起こすかによって変わってきます。陽極で酸化されにくい物質を酸化する、陰極で還元されにくい物質を還元する、などの反応を起こそうと思えば、大きなエネルギーが必要となります。このエネルギーの大きさが、本問の電圧と対応します。したがって、大電圧を要している反応ほど起こりにくい、多大なエネルギーを必要とする反応であることがわかるわけです。