

10章 金属のイオン化傾向、電池

問題

■演習

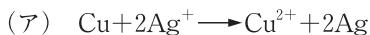
【1】

解答

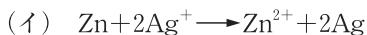
- (1) d
- (2) (イ)
- (3) (ア), (ウ)

解説

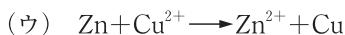
(1) 各実験結果は、次の反応式に相当している。



これより、イオン化傾向は $Cu > Ag$ であることがわかる。



これより、イオン化傾向は $Zn > Ag$ であることがわかる。



これより、イオン化傾向は $Zn > Cu$ であることがわかる。

したがって、イオン化傾向の大きさは



これより、適切なのは d である。

(2) (ア) と (ウ) の結果により序列は決定できる。

(3) 3種類の金属イオンのうち、 Cu^{2+} だけは水溶液中で青色を示し、他は無色である。

したがって、(ア)では、 Cu^{2+} が生じることにより、水溶液の色は無色から青色に変化する。また、(ウ)では、 Cu^{2+} が消費されることにより、反応が進むにつれて水溶液の青色がうすくなっていく。

【2】

解答

- (1) ボルタ電池 負極: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ (酸化反応)
正極: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ (還元反応)

ダニエル電池 負極: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ (酸化反応)
正極: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ (還元反応)

(2) 正極で発生した水素が銅板を覆って、水溶液中の水素イオンが電子を受け取りにくくなるため。

(3) $9.65 \times 10^3 \text{C}$

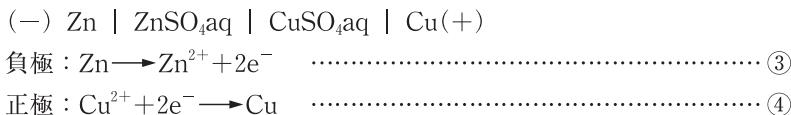
(4) $+3.18\text{g}$

解説

- (1) ボルタ電池…導線でつないだ亜鉛板と銅板を、互いに接しないようにして希硫酸中に浸すと、イオン化傾向の大きい方の金属である亜鉛 Zn は、電子 e^- を放出しながら亜鉛イオン Zn^{2+} となり溶液中に溶け出す。放出された電子は導線を通って銅板へと移動し、その表面で水溶液中の水素イオン H^+ と反応して水素 H_2 を発生する。よって、負極は電子 e^- を放出する亜鉛板、正極は電子 e^- が流れ込む銅板である。



- ダニエル電池…ボルタ電池では、銅板の表面で発生した気体 (H_2) が銅板の表面を覆ってしまうため、極板と水溶液中の H^+ との間で電子 e^- の授受が行いにくくなるなどの現象がおこり、起電力はすぐに低下してしまう。ダニエル電池は、このような起電力の急激な低下を防ぐために両極から気体が発生しないように工夫されたもので、亜鉛板を硫酸亜鉛 $ZnSO_4$ 水溶液に、銅板を硫酸銅(II) $CuSO_4$ 水溶液に浸し、両液が混合しないようにセロハン膜や素焼き板などで隔てたものである。



- (2) ボルタ電池では、②式の反応により発生した水素 H_2 の泡が正極の表面につくと、正極は電気を通さない H_2 の泡で覆われることになり、水溶液中の H^+ が正極から電子 e^- を受け取りにくくなる。また、一部 $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ の反応もおこるために負極から電子 e^- が流れ込みにくくなることもあります。起電力はすぐに低下してしまう（このように起電力が低下することを、電池の分極という）。

- (3) ③式より、負極の亜鉛板は放電が進むにつれて亜鉛イオンとなり、溶液中に溶け出す。原子量は $Zn=65.4$ より、溶け出した亜鉛の物質量は

$$\frac{3.27}{65.4} = 5.00 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$$

亜鉛が 1mol 反応すると、電子は 2mol 流れるので、流れた電気量は

$$5.00 \times 10^{-2} \times 2 \times 9.65 \times 10^4 = 9.65 \times 10^3 [\text{C}]$$

(4) ④式より、正極では、溶液中の銅(II)イオンが還元されて銅となり析出するので、正極の質量は、析出した銅の質量分だけ増加する。電子 e^- が 2mol 流れると、銅は 1mol 析出するので、(3) より析出した銅の物質量は $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ である。原子量は Cu=63.5 より、析出した銅の質量は

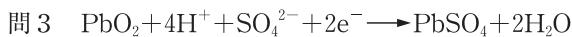
$$5.00 \times 10^{-2} \times 63.5 = 3.175 [\text{g}]$$

【3】

解答

問1 ア：酸化鉛(IV), イ：鉛

問2 (a)：酸化鉛(IV), (b)：鉛



問4 放電により H_2SO_4 が消費されて H_2O が増加するため、希硫酸の濃度は減少する。

問5 (a) : +16g, (b) : +24g

解説

問1 鉛蓄電池の電極は鉛 Pb と酸化鉛(IV) PbO_2 であり、放電するとともに硫酸鉛(II)になる。これより、Pb が電子を放出して (=酸化されて) 負極となり、 PbO_2 が電子を受け取つて (=還元されて) 正極となることがわかる。

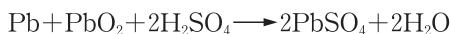


問2, 3 放電の際、各極で起こる酸化還元反応は、次のとおりである。



還元剤となる物質は、電子を放出し、自身は酸化されている Pb である。酸化剤となる物質は、電子を受け取り、自身は還元されている PbO_2 である。

問4 問題で与えられている反応式を見てもわかるとおり、放電反応が起こると H_2SO_4 が消費され、 H_2O が増加する。



したがって、放電により希硫酸の濃度は減少する。

問5 電気量 [C] = 電流 [A] × 時間 [秒] より、放電で 2.50A の電流が 5 時間 21 分 40 秒流れたときの電気量は

$$2.50 \times (5 \times 60 \times 60 + 21 \times 60 + 40) = 4.825 \times 10^4 [\text{C}]$$

である。ファラデー定数より電子 1mol のもつ電気量が $9.65 \times 10^4 \text{ C}$ であるから、このとき流れられた電子 e^- の物質量は

$$\frac{4.825 \times 10^4}{9.65 \times 10^4} = 0.500 [\text{mol}]$$

(a) 正極の変化は、 $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4$ であり、2mol の電子 e^- が流れると、 $\text{PbSO}_4 - \text{PbO}_2 = \text{SO}_4^{2-}$ 1mol 分の質量 (=64g) が増加する。流れた電子 e^- は 0.500mol であるから、正極の質量増加は次のように求められる。

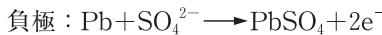
$$\frac{1}{2} \times 0.500 \times 64 = 16 [\text{g}]$$

(b) 負極の変化は、 $\text{Pb} \rightarrow \text{PbSO}_4$ であり、2mol の電子 e^- が流れると、 $\text{PbSO}_4 - \text{Pb} = \text{SO}_4^{2-}$ 1mol 分の質量 (=96g) が増加する。流れた電子 e^- は 0.500mol であるから、負極の質量増加は次のように求められる。

$$\frac{1}{2} \times 0.500 \times 96 = 24 [\text{g}]$$

添削課題

解答



電流の向き：b

問2 (1) 0.896g 増加した。

(2) 33.4%

問3 酸化鉛(IV)電極

解説

問1 電池において、負極では酸化反応が起こり、正極では還元反応が起こる。電子は負極から正極に向かって移動するが、電流は正極から負極に向かって流れる。

問2

(1) 電気量は

$$1.93 \times (23 \times 60 + 20) = 2702[\text{C}]$$

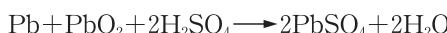
これより移動した電子の物質量は

$$\frac{2702}{9.65 \times 10^4} = 2.80 \times 10^{-2}[\text{mol}]$$

酸化鉛(IV)電極では電子が 2mol 移動したときに、1mol の PbO_2 が PbSO_4 に変化する。電子 2mol に対する増加量は SO_2 分の 64.0g である。これより

$$64.0 \times \frac{1}{2} \times 2.80 \times 10^{-2} = 0.896[\text{g}]$$

(2) 鉛蓄電池の放電における両極の反応をまとめると



となり、 Pb と PbO_2 が 1mol 反応すると、電子 2mol が移動する。反応式より、移動する電子と減少する硫酸および増加する水の物質量が等しいので、硫酸と水の増減量は次のように求められる。

$$\text{硫酸の減少量} : 98.0 \times 2.80 \times 10^{-2} = 2.744[\text{g}]$$

$$\text{水の増加量} : 18.0 \times 2.80 \times 10^{-2} = 0.504[\text{g}]$$

放電前の硫酸の質量は

$$1.26 \times 100 \times \frac{35.0}{100} = 44.1[\text{g}]$$

であることより、放電後の濃度は

$$\frac{44.1 - 2.744}{1.26 \times 100 - 2.744 + 0.504} \times 100 = 33.41[\%]$$

問3 鉛蓄電池を充電するときは、放電のときの逆反応がそれぞれの極で起こるように外部電源につなぐ。鉛電極には電子を供給すればよいので、外部電源の負極（電子を放出する極）をつなぐ。酸化鉛(IV)電極からは電子を奪えばよいので、外部電源の正極（電子を吸い上げる極）をつなぐ。

C2J
高2東大化学



会員番号	
------	--

氏名	
----	--