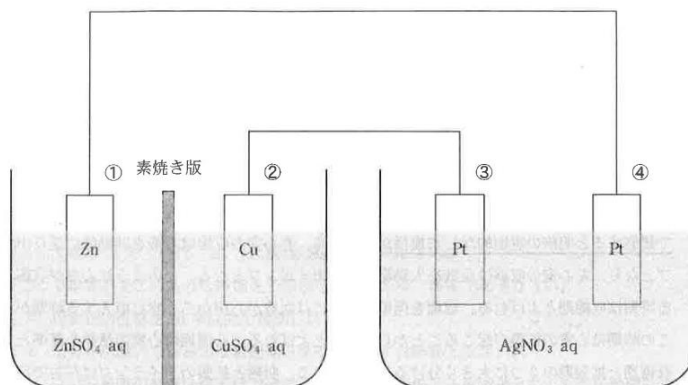


# 電気化学

1. 図のようなダニエル電池を電源とする電気分解装置を用いて硝酸銀水溶液を電気分解したところ、白金版に 0.54g の銀が析出した。以下の問いに答えよ。ただしファラデー定数を  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mewl}$ ,  $\text{Ag} = 108$  とする。



- 問1 銀が析出した白金版電極の番号を①～④の数字で答えよ。  
 問2 流れた電気量は何Cか。四捨五入のうえ有効数字3桁で答えよ。  
 問3 ダニエル電池で正極となる電極の番号を①～④の数字で答えよ。  
 問4 ダニエル電池の銅板電極では銅の質量が変化している。質量は何g変化したか。四捨五入のうえ有効数字3桁で答えよ。なお、銅板の変化を増加あるいは減少で答えよ。  
 問5 電気分解ではある気体が発生した。気体が発生した電極の番号、発生した気体の名称(分子式)と標準状態での体積(L)を四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。なお発生した気体は水溶液には不溶とし、標準状態における気体 1mol の体積を 22.4L とする。

(2018 昭和大学)

2. 次の電池に関する問1～問3の答を記せ。Pb = 207



- 問1 この電池を放電したとき、負極と正極で起こる反応を電子  $e^-$  を含むイオン反応式でそれぞれ記せ。また、放電したときの全体の反応を化学反応式で記せ。  
 問2 この電池を 0.50A の一定電流で 19300 秒間放電した。次の各問いに答えよ。  
 1) この放電によって、負極活動である Pb の質量は何g減少するか。有効数字2桁で答えよ。

2) 放電前の希硫酸の質量は 200g で、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  の質量パーセント濃度は 35% であった。放電後の  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の質量パーセント濃度を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。また、計算過程も記せ。

問 3 放電された電池を充電した。充電が完了してもなお同じ方向に電流を流し続けると(過電流)、正極( $\text{PbO}_2$  極)から気体が発生した。この反応を電子  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。

(2018 群馬大学)

3. 次の文章を読んで、(1)~(4)の問いに答えよ。

鉛蓄電池を用いて銅の電解精錬の実験を行うことを考える。図中の A および B は鉛蓄電池の電極であり、希硫酸中に浸されている。C 群 ( $C_1 \sim C_5$ ) および D 群 ( $D_1 \sim D_5$ ) は、銅の電解精錬を行うための電極を表しており、C 群はすべて銅を主とする金属、D 群はすべて純銅であり、硫酸酸性硫酸銅(II)水溶液中に浸されている。実験前の各電極

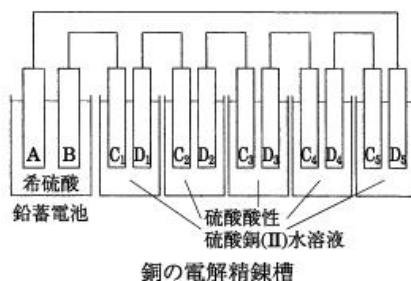


図 1 鉛蓄電池および銅の電解精錬の実験槽

極(A, B,  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$ )の質量はすべて 100g にそろえた。鉛蓄電池を図 1 のように五つの銅の電解精錬槽に接続した。ただし、鉛蓄電池から供給されたすべての電子が銅の電解精錬槽の反応に寄与することにする。C 群の各電極  $C_1 \sim C_5$  はすべて同一の組成である。

(1) 電解精錬により C 群の金属から銅がイオン化し、D 群の電極に銅が析出する場合、電極 A および電極 B の物質を化学式で答えよ。

(2) ある時間経過後に電解精錬槽を行った槽を観察したところ、C 群の電極の下に金属の沈殿物が確認された。どのような物質がこの沈殿に含まれているか。沈殿物が生じる理由とともに 25 字以上 50 字以内で答えよ。

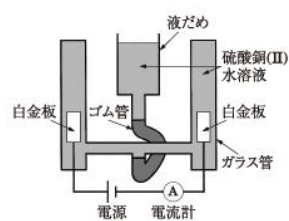
(3) ある時間経過後に電極 A の質量を測ったところ 9.61g の増加があった。このとき、D 群の電極すべてを合わせた質量増加量を答えよ。

(4) C 群のすべての電極中には銅のほかは、ニッケルおよび(2)の沈殿物だけが含まれており、それらは電極内で一様に存在していて、電解前後で組成は変化しないものとする。(3)と同時間において C 群の電極すべてを合わせた質量減少量は 32.4g であり、沈殿物の質量は 0.80g であった。C 群の電極中の銅の質量パーセントを求めよ。

(2018 東京農工大学)

4. 次の文章を読んで、問1～問2に答えよ。ただし、すべての気体は理想気体とし、気体の溶液への溶解は無視してよい。なお、ファラデー定数  $F$  は  $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$ 、気体定数  $R$  は  $8.31 \times 10^3 \text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。

0.10mol/Lの硫酸銅(II)水溶液 0.80L を電気分解するために右図に示す装置を用いた。電気分解前は右図に示すように、全ての管内が水溶液で満たされていた。陽極、陰極ともに白金板を用い、(a) 2.0A の一定電流を 1930 秒間流して電気分解を行った。電気分解前後で水溶液は液だめ部を通じて大気開放されており、水溶液の体積に変化はなかった。



問1 電気分解中に陽極および陰極で起こる反応を、電子  $e^-$  を含むイオン反応式でそれぞれ書け。

問2 下線部(a)について、電気分解によって気体が発生する場合、陽極、陰極それぞれの管内で発生した気体が  $27^\circ\text{C}$  で占める体積を  $L$  単位で求めよ。ただし、有効数字は3桁とする。気体が発生しない場合は  $\times$  を書け。なお、大気圧は  $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 、電気分解の飽和蒸気圧は  $3.6 \times 10^3 \text{Pa}$  とする。

(2018 新潟大学)

5. Pt を電極として、硝酸銀の水溶液を 0.500A の電流で 1 時間 36 分 30 秒間電気分解した。陽極および陰極で起こる反応を、電子  $e^-$  を含むイオン反応式で示しなさい。また、陽極および陰極で生成する物質の質量は何 g か。それぞれ小数点以下第2位まで答えなさい。

(2018 金沢大学)

6. 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

鉛蓄電池は、自動車用のバッテリーとして広く用いられている。鉛蓄電池の放電反応は、電池全体で次のようになる。



反応式中の、鉛(Pb)は負極活物質、酸化鉛( $\text{PbO}_2$ )が正極活物質であり、放電反応により、電解液である希硫酸と反応して硫酸鉛( $\text{PbSO}_4$ )がそれぞれの電極表面に析出する。両活物質中の鉛原子の酸化数は、負極活物質中では[ア]、正極活物質中では[イ]であ

り、硫酸鉛への変化に伴って、酸化数は共に[ウ]へ変化する。鉛蓄電池は、外部から電気エネルギーを与えることにより、充電することができる。このように充電と放電をくり返し行うことのできる電池を[エ]または蓄電池と呼ぶ。①鉛蓄電池には過度な充電(過充電)による電池容器内の圧力の上昇を防ぐために通気孔が備えてある場合がある。

問1 [ア]～[ウ]に適切な数字、および[エ]に適切な語句を入れよ。

問2 上記反応(1)について負極反応と正極反応に分けて、電子(e<sup>-</sup>)を含むそれぞれのイオン反応式を書け。

問3 鉛蓄電池の電解液として希硫酸を用いて、一定電流 1.00A(アンペア)で 100 分間放電を行った。このとき電解液が何 g 減少するかを有効数字 2 桁で答えよ。ただし、電解液の蒸発による質量変化は無視して考えよ。

問4 下線部①の電池容器内の圧力の上昇の原因となる化学反応式を書け。

(2018 愛媛大学)

7. 電池は、電子の授受による酸化還元反応に伴って生じるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置である。たとえば、鉛蓄電池は次のような構成で表される。



この電池では、負極側の鉛原子の酸化数は[ア]で、正極側の鉛原子の酸化数は[イ]であり、①両極の間で電子のやりとりが生じる。鉛蓄電池のように、充電により繰り返し使うことのできる電池を[ウ]電池または蓄電池(充電式電池)という。

一方、外部から水素やメタノールなどの還元剤と酸素などの酸化剤を供給する電池を[エ]電池といい、電解質として高濃度のリン酸水溶液を使用するリン酸型の水素-酸素[エ]電池は次のような構成で表される。



この電池は電気エネルギーへの変換効率が比較的高く、クリーンなエネルギー源として注目されている。

問1 文章中の[ア]～[エ]に入る適切な語句または数値を記せ。

問2 下線部①で、放電時に負極および正極で起こる反応を、電子e<sup>-</sup>を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。

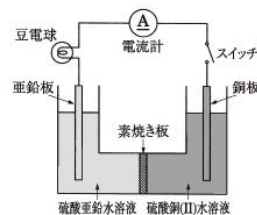
問3 鉛蓄電池 0.965A の一定電流で 20 分間放電させたとき、この放電により変化した正極の質量[g]を有効数字 2 桁で示せ。

問4 下線部②の電池で、放電時に負極および正極で起こる反応を、電子e<sup>-</sup>を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。

(2018 長崎大学)

8. 次の文章を読み、(1)～(3)の問いに答えよ。必要があれば次の数値を用いよ。ファラデー定数  $F = 9.6 \times 10^4 \text{C/mol}$

右図に示すように、硫酸銅(Ⅱ)水溶液に銅板の電極を浸し、硫酸亜鉛水溶液に亜鉛板の電極を浸し、溶液同士を素焼き板で隔てた電池を発明者にちなんで[ア]電池という。二つの電極を豆電球、電流計、スイッチを介して導線をつないだ。



スイッチを入れると豆電球が光った。電流を長時間取り出すためには、二つの硫酸塩のうち硫酸[イ]の濃度を低く、もう一方の硫酸塩の濃度を高くする。銅は亜鉛よりも[ウ]が低いので正極になる。[エ]極で生じた金属イオンと、反対の極側の硫酸イオンは、それぞれ素焼き板を通して逆向きに移動する。[ア]電池の構成は、化学式を用いて[ A ]のように表す。これを電池式ともいう。

- (1) [ア]～[エ]にあてはまる適切な語句を記せ。また、[ A ]の電池式を記せ。
- (2) 図の電池において、2.0Aの電流が40分間流れたとき、一方の電極で反応に使われた電子は何 mol か。有効数字2桁で答えよ。
- (3) 亜鉛電極において1.0molの電子が反応に使われたとすると、亜鉛電極の質量変化は何 g か。有効数字2桁の絶対値で答えよ。

(2018 大阪市立大学)

9. 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

図1のような容量0.500Lの電気分解装置に、電解質水溶液Aを満たした。コックを開いた状態で液だめを上下することで左右の液面の目盛を0に合わせたのちに、コックを閉じ電極Bおよび電極Cで発生する気体の体積を測定できるようにした。直流電源と直流電流計を電極に接続し電流計が一定の電流値Dを示した状態で時間Eの間、電流を流した。

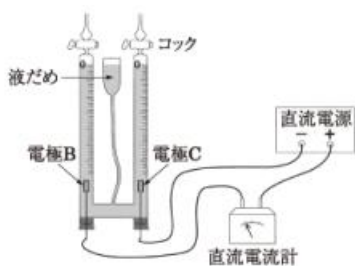


図1 電気分解実験装置

上記のA～Eの条件を表1のように変え、3種類の実験Ⅰ～Ⅲをおこなった。

実験	電解質水溶液 A	電極 B	電極 C	電流値 D アンペア (A)	時間 E
Ⅰ	0.500mol/L 硫酸ナトリウム水溶液	白金	白金	0.200A	16分5秒
Ⅱ	0.250mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液	白金	白金	ア	8分20秒
Ⅲ	0.250mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液	銅	銅	0.150A	イ

問1 実験1において、あらかじめ電解質水溶液Aに数滴のフェノールフタレインを加えた。電気分解が進むにつれて電極Bおよび電極C付近の溶液の色はどのように変化したか。次のa)~g)から1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、zとせよ。ただし、フェノールフタレインの変色域はpH8.0~9.8で、pH8.0以下では無色、pH9.8以上では赤色を示す。

- a) 電極B, 電極C付近どちらも無色から赤色に変化した。
- b) 電極B付近のみが無色から赤色に変化した。
- c) 電極C付近のみが無色から赤色に変化した。
- d) 電極B, 電極C付近ともに特に変化は起こらなかった。
- e) 電極B, 電極C付近どちらも赤色から無色に変化した。
- f) 電極B付近のみが赤色から無色に変化した。
- g) 電極C付近のみが赤色から無色に変化した。

問2 実験IIおよび実験IIIが終了したときの、各電極で観察された変化として正しい説明を次のa)~d)からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、zとせよ。

- a) 実験IIでは両方の電極付近に気体が発生したか、実験IIIではどちらの電極付近にも気体は発生しなかった。
- b) 実験IIではいずれか一方の電極付近に気体が発生したが、実験IIIではどちらの電極付近にも気体は発生しなかった。
- c) 実験IIではどちらの電極も溶解しなかったが、実験IIIでは電極Bのみ溶解した。
- d) 実験IIではどちらの電極も溶解しなかったが、実験IIIでは電極Cのみ溶解した。

問3 実験Iが終了したとき、電極Cの上部に集まった気体の体積は標準状態で何mLか。有効数字2桁で答えよ。ただし、気体は溶液に溶けないものとする。

問4 実験IIが終了したとき、電極Bの上部に集まった気体は、実験I終了時に電極Cの上部に集まった気体と同体積であった。このとき、電流値A)は何A(アンペア)か。有効数字2桁で答えよ。

問5 実験IIIが終了したとき、電極BまたはCのいずれかで電極の質量が19.2mg減少していた。このとき、時間I)は何秒か。有効数字2桁で答えよ。

(2016 上智大)

10. ダニエル電池の Cu 極および Zn 極の両極にそれぞれ銀板を一枚ずつ接続し、接続した二枚の銀板を 1.00mol/L 硝酸銀水溶液を電解液とする一つの電解槽内に入れて、硝酸銀水溶液の電解を行った。その結果、ダニエル電池では正極の質量が 1.18g 変化した。次の設問①から③に答えよ。計算問題については、有効数字 3 桁で答えよ。

- (1) ダニエル電池の負極における反応を、 $e^-$ を含むイオン反応式で書け。
- (2) ダニエル電池の負極の質量変化量を、増加する場合は「+」、減少する場合は「-」をつけて g 単位で求めよ。
- (3) 電解槽の陽極の銀の質量変化量を、増加する場合は「+」、減少する場合は「-」をつけて g 単位で求めよ。

(2016 芝浦工業大)

11. 図 1 のように電気分解装置を組み立てた。電解槽 1 には、0.0250mol/L の硫酸銅  $CuSO_4$  水溶液 100mL を入れた。電解槽 2 は、中央を陽イオン交換膜で仕切り、陽極側には 1.00mol/L の塩化ナトリウム  $NaCl$  水溶液 50mL、陰極側には少量の水酸化ナトリウム  $NaOH$  を加えた水 50mL をそれぞれ入れた。装置に 1.00A の直流電流を 1737 秒間流し続けて電気分解を行った。なお、流れた電気量はすべて電気分解に使われるものとする。また、発生する気体は水に溶解せず、他の気体と混ざり合わないよう回収できるものとする。



図 1

電気分解開始から 1158 秒後までの間に、電解槽 1 の陰極では [ ア ] g の金属が析出し、陽極では標準状態で 22.4mL の気体が発生した。このとき、電解槽 2 の陰極では標準状態で [ イ ] mL の気体が発生した。

電気分解終了後、電解槽 2 の陰極側で得られた水溶液を濃縮すると、電気分解開始前と比べて  $NaOH$  は 0.480g 増加していた。一方、電解槽 1 ではすでに水溶液中に含まれる金属イオンは完全に消費されており、陰極では標準状態で [ ウ ] mL の気体が発生していた。また、電解槽 1 の水溶液について、その体積変化は無視でき、硫酸分子  $H_2SO_4$  および硫酸水素イオン  $HSO_4^-$  は存在しないものとする。電解槽 1 の水溶液の pH は [ エ ] と求まる。

(2016 慶応大)

12. 次の文章を読んで、問1～5に答えよ。

銅 Cu に鉛 Pb と鉄 Fe のみを不純物として含む粗銅板がある。硫酸銅(Ⅱ)  $\text{CuSO}_4$  を含む硫酸酸性の水溶液中に、陽極としてこの粗銅板を、陰極として不純物を含まない純銅板を入れて電解精錬した。このとき粗銅板を電解精錬するのに最低限必要な電圧をかけるものとする。電解が進むにつれ、①陽極付近に白色沈殿が生じ、②銅のみが陰極の純銅板上に析出した。粗銅板から金属が溶け出すときは、すべて2価の陽イオンとなっていた。200時間の電解精錬で、純銅板の質量は192増加し、粗銅板の質量は202g減少し、白色沈殿は29g生じた。ただし、この白色沈殿の溶液への溶解は無視できるものとする。なお、ファラデー定数は  $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

問1 下線部①について、生じた白色沈殿の化学式を書け。

問2 下線部②について、溶け出した金属イオンのうち、銅(Ⅱ)イオンのみが銅として陰極上に析出し、他の金属イオンは陰極上に析出しないのはなぜか。簡潔に説明せよ。

問3 200時間の電解精錬で粗銅板上から溶け出した鉛は何gか。有効数字2桁で求めよ。

問4 200時間の電解精錬で流れた電気量は何Cか。有効数字2桁で求めよ。

問5 200時間の電解精錬で粗銅板上から溶け出した鉄は何gか。有効数字2桁で求めよ。

(2016 和歌山県立医科大)



13. 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

電池は、化学エネルギーの一部を電気エネルギーとして取り出す装置である。ボルタは、亜鉛板と銅板を硫酸に浸した電池を発明した。しかし、このボルタ電池は電流を流すとすぐに起電力が低下した。この現象を[ ア ]という。ダニエルは、ボルタと同じく、(a)亜鉛板と銅板を電極とし、(b)素焼き板で隔てた硫酸亜鉛と硫酸銅の水溶液を用いた電池を発明した。このダニエル電池より高い起電力を得るには、負極の材料として金属の単体である[ イ ]を用いるとよい。

一方で、(c)電気分解では、電気エネルギーを用いて強制的に[ ウ ]反応を起こしている。例えば、(d)図1のような装置で、陽極、陰極をいずれも銅とし、硫酸銅水溶液を電気分解することができる。

問1 文中の[ ア ]～[ ウ ]に適切な語句を記せ。

問2 下線部(a)について、ダニエル電池における正極と負極の材料をそれぞれ元素記号で記せ。

問3 下線部(b)について、素焼き板を通して、正極側から負極側、負極側から正極側へ移動するイオンをそれぞれ化学式で記せ。

問4 下線部(c)について、以下の各問に答えよ。

(ア) 陽極、陰極をいずれも白金板として硝酸銀水溶液を電気分解した。このとき、陰極表面で観察される色の変化を記せ。また、その理由を答えよ。

(イ) 陽極、陰極をいずれも白金板として水を電気分解するとき、電流の流れを良くするために加えることのできる物質を下から選び、すべて物質名で記せ。

$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$        $\text{CaF}_2$        $\text{KCl}$        $\text{CaO}$        $\text{BaSO}_4$

問5 下線部(d)について、陽極、陰極をそれぞれ 2.000g の銅板とし、硫酸銅水溶液を 0.400A の一定電流で電気分解した。以下の各問に答えよ。

(ア) 電流を 16 分 5 秒間流した後の陽極および陰極の質量をそれぞれ記せ。

(イ) 一方の電極がすべて溶解するまで電気分解した。このときの、水溶液中におけるイオンの濃度変化を示した適切なグラフを、図2の記号 A～E から選び答えよ。

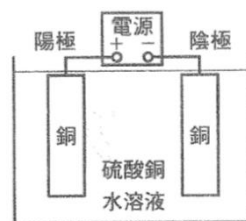


図1

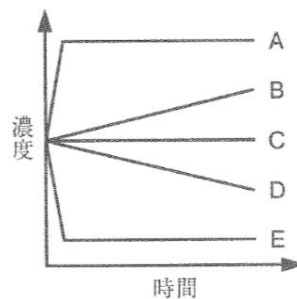
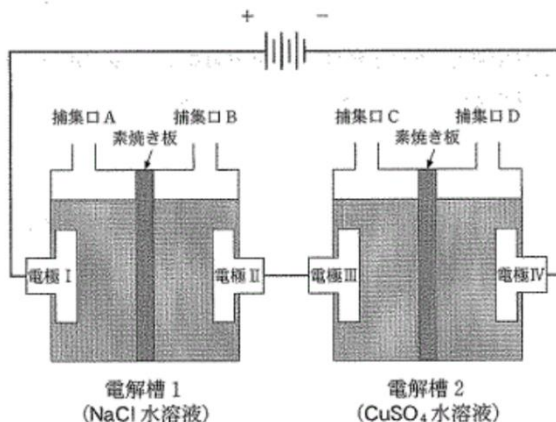


図2

14. 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

図に示す電気分解の装置は、陽極側と陰極側をそれぞれ素焼き板で仕切っている。また、電気分解により発生する気体は捕集口A, B, C, Dから別々に捕集できるようになっている。電解槽1には、NaCl水溶液を、電解槽2にはCuSO<sub>4</sub>水溶液を入れ、白金電極を用いて電気分解した。0.200Aの一定電流で電気分解したところ、電極IVの質量は0.635g増加していた。電解槽2の溶液を全て取り出し、体積を量ると0.200Lであった。



問1 捕集口A, 捕集口Bで捕集される気体は何か答えなさい。

問2 電極III, 電極IVで主として起こる反応を、電子 $e^-$ を含むイオン反応式で示しなさい。

問3 この電気分解で使われた電気量は何Cか。有効数字3桁で答えなさい。

問4 この電気分解にかかった時間は何分間か。有効数字3桁で答えなさい。

問5 電極Iで生成する気体は、温度273K, 圧力 $8.00 \times 10^5$  Paで何Lを占めるか。有効数字3桁で答えなさい。ただし、生成する気体は水に溶けないものとする。

問6 電解槽2の溶液のpHはいくらか。整数で答えなさい。

問7 電解槽1の溶液全体を中和するためには濃度0.500mol/Lの一価の酸の溶液が何mL要か。有効数字3桁で答えなさい。

(2016 愛媛大)

15. 次の文章を読んで、問1～問4に答えよ。

電解質の水溶液に電極を浸し、直流電源を用いて通電すると、水溶液を電気分解できる。直流電源として電池を用いて電気分解するとき、電池の正極につないだ電極を[ア]、負極につないだ電極を[イ]という。例えば、(a)塩化ナトリウム水溶液に2本の炭素電極を浸して電気分解すると、[ア]では[ウ]、[イ]では水素がそれぞれ発生する。また、[イ]付近の水溶液を取り出して濃縮し乾させると、電解質として用いた塩化ナトリウムの他に[ A ]が得られる。

[ A ]の水溶液と二酸化炭素を反応させて得られる炭酸塩の水溶液を放置すると、水が蒸発して、(b)無色透明な十水和物が得られる。この結晶を乾いた空气中で放置すると、白色粉末状の十水和物へと変化する。このような現象を[エ]という。

問1 空欄[ア]～[エ]に当てはまる最も適切な語句を記せ。

問2 空欄[ A ]に当てはまる最も適切な化合物を組成式で記せ。

問3 下線部(a)の電気分解において、塩化ナトリウム水溶液に4.0Aの直流電流を16分5秒間通電した。この電気分解によって生成する水素 $H_2$ は何molか。有効数字2桁で答えよ。また、計算過程も示せ。

問4 下線部(b)の化合物を化学式で記せ。

(2016 群馬大)

16. 白金を電極に用いて、水酸化ナトリウム水溶液を電気分解する実験を行った。以下の問いに答えなさい。計算問題については計算過程も書きなさい。

問1 0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を100mLつくるために必要な水酸化ナトリウムの質量は何gか求めなさい。

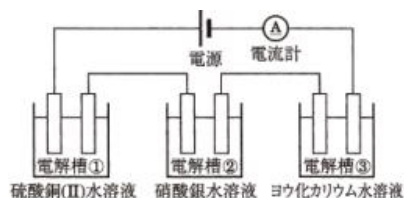
問2 陰極、陽極の各電極における反応を、電子 $e^-$ を含むイオン反応式で書きなさい。

問3 20mAの直流電流を16分5秒間流して電気分解したとき、陰極で発生する気体は $27^\circ C$ 、 $1.0 \times 10^5 Pa$ で何mLか求めなさい。ただし、発生する気体は理想気体で、水溶液に溶解しないものとする。

問4 水酸化ナトリウム水溶液のかわりに塩化ナトリウム水溶液を用いて電気分解したとき、陽極における反応を、電子 $e^-$ を含むイオン反応式で書きなさい。

(2016 福島大)

17. 電解槽①, ②, ③には、それぞれ硫酸銅(II)水溶液、硝酸銀水溶液、ヨウ化カリウム水溶液が、電気分解によって侵されない電極とともに入れられている。これらの電解槽を右図のように接続し、1.93A



の一定電流で電気分解を行った。電気分解後、電解槽①と電解槽②の電極上に析出した金属の総量は 55.9g であった。また、この電気分解において、電解槽①の陰極と電解槽②の陰極、および電解槽③の陽極では気体の発生がなかった。この電気分解に関するつぎの問に答えよ。ただし、各元素の原子量は、Cu = 63.5, Ag = 108, ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4$  C/mol とする。

問 1 電気分解した時間はいくらか。解答は有効数字 3 桁目を四捨五入して答えよ。

問 2 電気分解によって発生した気体の物質量の総和はいくらか。解答は小数点以下第 3 位を四捨五人して答えよ。

(2016 東京工業大)

18. つぎの文を読み、以下の各問に答えよ。

電解槽に  $5.00 \times 10^{-2}$  mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 1.00L 入れ、白金板を電極として電気分解を行った。電気分解によって、陽極において標準状態( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.01 \times 10^5$  Pa)で 22.4mL の気体が発生した。気体は水溶液に溶けず、すべて理想気体とみなせるものとする。

問 1 電解槽の陽極と陰極で通電中に起こる反応を、電子  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。

問 2 通電中に流れた電気量は何 C か。

問 3 電解槽の陰極で生じる気体は何 mol か。

問 4  $25^\circ\text{C}$  のとき、通電前の電解槽中の水素イオン濃度  $[\text{H}^+]$  は何 mol/L か。

問 5 通電中の電解槽の陽極周辺と陰極周辺の水素イオン濃度  $[\text{H}^+]$  は通電前と比べてどう変化するか。「増加する」、「減少する」、「変わらない」から選んで記せ。

(2016 名城大)

19. 次の文章を読んで、問1～5に答えよ。ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、理想気体のモル体積は  $22.4 \text{ L/mol}$  ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ )とする。

図1に示すように、それぞれ異なる水溶液で満たされた三つの電解槽が電源と接続されている。電極A～Fには、いずれも炭素棒が用いられている。①電源から  $3.86 \text{ A}$  の電流を一定時間流した結果、B極の重量は  $0.64 \text{ g}$  増大し、②B極以外の電極からはいずれも気体が発生した。また、C極から発生した気体CとE極から発生した気体Eを捕集した結果、気体Cの体積  $V_c[\text{L}]$  と気体Eの体積  $V_e[\text{L}]$  の比は  $V_c : V_e = 1 : 6$  であった。三つの電解槽から発生した気体はいずれも理想気体であり、水中への溶解や電極との反応は無視できるものとする。

D極から発生した気体Dは[ア]である。工業的には触媒の存在下で石油や天然ガスを水蒸気と反応させて製造する方法がある。気体Dと酸素との反応による化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換する装置を一般に[イ]という。気体Dは通常、高圧ポンペに詰めて保存されるが、ランタン-ニッケル合金などを用いて吸収させる研究も進められている。これらを[ウ]合金とよぶ。気体Eは、[エ]色の気体である。工業的には[オ]法により、電気分解を利用して水酸化ナトリウム水溶液とともに製造される。

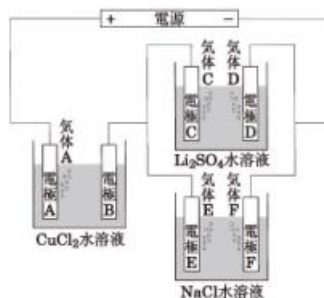


図1

問1 文中の空欄[ア]～[オ]にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

問2 下線①について、電流を流した時間(秒)を有効数字2桁で求めよ。

問3 下線②について、E極、F極から発生する気体E、気体Fの分子式を答えよ。

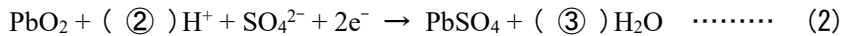
問4 下線②について、気体Cが発生する化学反応を電子  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。

問5 下線②について、発生した気体Dの  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  での体積[L]を有効数字2桁で答えよ。

(2017 名古屋大)

次の文の[ ]に入れるのに最も導当なものを解答欄から選びなさい。また、( )には整数値を、| |には四捨五入して有効数字2桁の数値を、[ ④ ]には電子( $e^-$ )を含むイオン反応式を、それぞれ記しなさい。なお、原子量は  $H = 1.0$ ,  $O = 16$ ,  $S = 32$ ,  $Pb = 207$ , ファラデー定数は  $F = 9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$ , 気体定数は  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$  とする。また、気体は全て理想気体とし溶液には溶解しないものとする。

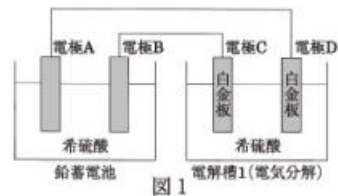
化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である電池の中に鉛蓄電池がある。鉛蓄電池は、電極の活物質として鉛  $Pb$  と酸化鉛(IV)  $PbO_2$ , 電解質水溶液に希硫酸を用いている。放電のとき、各電極で次の反応がそれぞれ起こる。



この鉛蓄電池を電源として図1のような装置を使用し、希硫酸の電気分解を行った。白金電極Cで(3)式の還元反応が起こり、 $300\text{K}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $60\text{mL}$  の気体が発生した。



このとき、鉛蓄電池の[ ⑤ ]極である電極Bの質量は | ⑥ | g 増加した。また、金電極Dからは気体の[ ⑦ ]が発生し、電解槽Iを流れた電気量は | ⑧ |  $\times 10^2 \text{ C}$  であった。



通常、鉛蓄電池の起電力が低下した場合に、外部電源に接続して放電時と逆向きに電流を流せば充電できる。充電時には外部電源の正極は、鉛蓄電池の[ ⑨ ]。

【解答群】

- (ア) 正 (イ) 負 (ウ) 水素 (エ) 酸素 (オ) 窒素 (カ) 硫化水素
- (キ) 二酸化硫黄 (ク) 正極に接続すればよい (ケ) 負極に接続すればよい
- (コ) いずれの電極に接続してもよい

(2017 関西大)

解答

1. 2018 昭和大学

問1 ④ 問2 483C 問3 ② 問4  $1.59 \times 10^{-1}$ g 増加

問5 ③,  $O_2$ ,  $2.8 \times 10^{-2}$ L

2. 2018 群馬大学

問1 負極:  $Pb + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$

正極:  $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

全体:  $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

問2 1) 10g 2) 31% 問3  $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$

3. 2018 東京農工大学

(1) A:  $PbO_2$  B:  $Pb$  (2) C 群の電極に含まれる銅などがイオン化して溶けると、イオン化しない銀や金が電極から落ち、沈殿するから。(3) 31.8g (4) 92%

4. 2018 新潟大学

問1 陽極:  $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$  陰極:  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

問2 陽極: 0.255L 陰極: ×

5. 2018 金沢大学

陽極:  $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$  2.13g 陰極:  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$  3.24g

6. 2018 愛媛大学

問1 ア 0 イ 4 ウ 2 エ 二次電池

問2 負極:  $Pb + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$

正極:  $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

問3 5.0g 問4  $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$  ( $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ )

7. 2018 長崎大学

問1 ア 0 イ 4 ウ 二次 エ 燃料 問2 負極:  $Pb + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$

正極:  $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

問3 0.38g 問4 負極:  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$  正極:  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

8. 2018 大阪市立大学

(1) ア ダニエル イ 亜鉛 ウ イオン化傾向 エ 負

A (-)  $Zn | ZnSO_4(aq) | CuSO_4(aq) | Cu$  (+)

(2)  $5.0 \times 10^{-2}$ mol (3) 33g

9. 2016 上智大学

問1 c 問2 b, c 問3 22mL 問4 0.77A 問5  $3.9 \times 10^2$  秒

10. 2016 芝浦工業大学

(1)  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$  (2) - 1.22g (3) - 4.01g

11. 2016 慶応義塾大学

ア  $1.27 \times 10^{-1}$  イ  $8.96 \times 10$  ウ  $1.12 \times 10$  エ 1.3

12. 2016 和歌山県立医科大学

問1  $\text{PbSO}_4$  問2 溶けだした鉛(II)イオンは硫酸イオンと塩を形成して沈殿するため、水溶液中にはイオンとして存在せず、鉄(II)イオンは銅(II)イオンよりもイオン化傾向が大きいので、還元されにくいから。

問3 20g 問4  $5.8 \times 10^5 \text{C}$  問5 26g

13. 2016 熊本大学

問1 ア 分極 イ アルミニウム ウ 酸化還元 問2 正極: Cu 負極: Zn

問3 正→負:  $\text{SO}_4^{2-}$  負→正:  $\text{Zn}^{2+}$  問4 ア 変化しない: 銀と白金の色はほぼ同じであるから イ: ミョウバン, 酸化アルミニウム

問5 ア 陽極: 1.873g 陰極: 2.127g イ C

14. 2016 愛媛大学

問1 A: 塩素 B: 水素 問2 Ⅲ:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

Ⅳ:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  問3  $1.93 \times 10^3 \text{C}$  問4  $1.61 \times 10^2$  分

問5  $2.84 \times 10^{-2} \text{L}$  問6 1 問7 40.0mL

15. 2016 群馬大

問1 ア 陽極 イ 陰極 ウ 塩素 エ 風解 問2 NaOH

問3  $2.0 \times 10^{-2} \text{mol}$  問4  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

16. 2016 福島大学

問1 0.4g 問2 陰極:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$  陽極:  $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$

問3 2.5mL 問4  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

17. 2016 東京工業大学

問1  $2.0 \times 10^4$  秒 問2 0.40mol



18. 2016 名城大学

問1 陽極： $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$  陰極： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

問2 386C 問3  $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$  問4  $2.00 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

問5 陽極：増加する 陰極：減少する

19. 2017 名古屋大学

問1 ア 水素 イ 燃料電池 ウ 水素吸蔵 エ 黄緑 オ イオン交換膜

問2  $5.0 \times 10^2$  秒 問3 E :  $\text{Cl}_2$  F :  $\text{H}_2$  問4  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

問5  $5.6 \times 10^{-2} \text{ L}$

20. 2017 関西大学

① 2 ② 4 ③ 2 ④  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$  ⑤ イ ⑥ 0.23 ⑦ エ ⑧ 4.6 ⑨ ク