

強者の戦略

森 上総です。先週の問題いかがだったでしょうか。「『ルブラン法』なんて聞いたことがないよ！」って人も多いんじゃないかと思いますが、きっちり問題文から情報を拾い上げていけばある程度は解けるはずです。どれだけ切り崩せたでしょうか。

それでは、まずは前回の問題の解答です。

<解答>

問 1

ア：ソルベー

イ：アンモニアソーダ

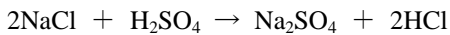
ウ：水銀

エ：陽イオン交換膜

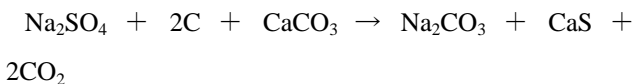
オ：環境

問 2

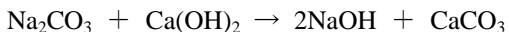
反応 1



反応 2



問 3



問 4

(i) 燃える性質をもち、負の質量をもつ元素。

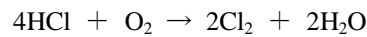
(ii) c (iii) e (iv) d

問 5

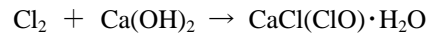
極めて pH の低い水溶液を排出することになるため、生態系に影響を及ぼし、また生活用水や農業用水などの確保を困難にする。

問 6

反応 4



反応 5

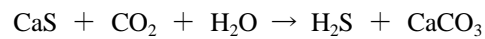


問 7

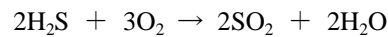
硫化カルシウムは雨水中の炭酸と反応し、有毒で腐卵臭をもつ硫化水素を発生するため。

問 8

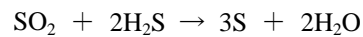
反応 6



反応 7



反応 8



問 9

(i) $\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$

(ii) 加熱により熱分解し、派生する二酸化炭素により食品中内部に気泡が作られるという性質。

問 10

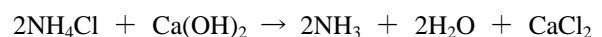
6.2(kg)

問 11

(i) 酸化鉄を触媒とし、高圧・常温より高い温度で、体積比 1 : 3 で窒素と水素を直接反応させアンモニアを得る方法。

(ii) ハーバー・ボッシュ法

問 12



問 13



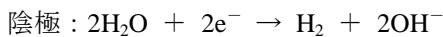
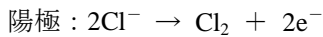
強者の戦略

問 14

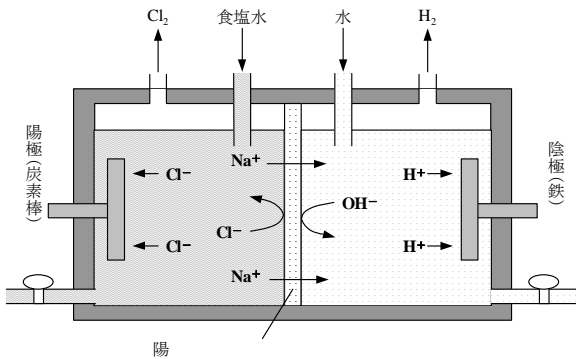
- (i) ルブラン法は環境に付加をかける不要物質を生産過程で生じたが、ソルベー法は不要物質として塩化カルシウムしか生じない。
- (ii) 炭酸水素ナトリウムは溶解度が小さいので溶解度積が小さく、系の他のイオンの組合せのイオン積がその溶解度積に達する前に、炭酸水素ナトリウムのイオン積が溶解度積に達し、沈殿を生じるため。
- (iii) 炭酸水素カリウムの溶解度は、系の他のイオンの組合せで生じる物質と比べあまり小さくないので、得るのは難しい。

問 15

(i)



(ii)



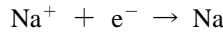
<解説>

問 1

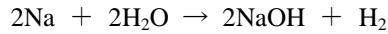
ウ,オ:

水銀を電極に用いると、水素イオンではなく金属イオンが還元されるという特徴がある。また、水銀は多くの金属と容易に合金を作る(この合金をアマルガムという)。

そのため、



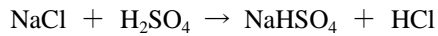
という反応で生じたナトリウムが水銀と合金を作るので、この合金を水に加え、



という反応を起こすことにより、水酸化ナトリウムを得る。ただし、水銀の蒸発・流出などにより付近の環境に悪影響を与える恐れがある。

問 2

反応 1 は実験室的に塩化水素を発生させる組合せであり、その反応は、



であるとされるが、本問のように 800°C という高温では、硫酸は 2 価の酸として働くこととなる。なお、これらの反応はいずれも中和反応(揮発性酸遊離反応)である。

反応 2 の記述だけでは反応を判断しづらいが、反応 2 で残渣に硫化カルシウムが含まれていることがヒントとなる。すなわち、硫酸イオンが木炭に還元されているということが分かる。硫酸イオン中の硫黄の酸化数が +6 であり、硫化物イオン中の硫黄の酸化数が -2 なので、硫酸イオンは 8 価の酸化剤、木炭は単体から二酸化炭素に変化しており、0 から +4 へ酸化数変化しているので 4 価の還元剤。よって物質質量比 1 : 2 で反応する。

問 3

Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 2NaOH , CaCO_3 のうち、炭酸カルシウムの溶解度が極めて小さく、沈殿させ除去することができる。

問 4

(ii) ラボアジェの発見した質量保存の法則から、燃焼は空気中の酸素の化合であることが分かった。

(iii) アボガドロの法則から、気体の密度と分子量が比例することがわかる。より実際の密度に近

強者の戦略

い分子量となるように訂正したわけである。

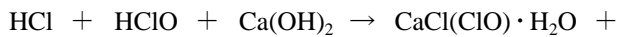
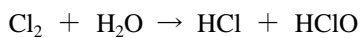
問 6

反応 4

塩化水素が 1 価の還元剤，酸素が 4 価の酸化剤として働く酸化還元反応。なお，触媒に塩化銅 (I) を用いる。

反応 5

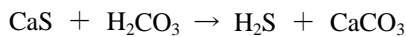
塩素が水に溶けて生じた酸が，水酸化カルシウムと反応すると考えればよい。



H_2O

問 7

次のような中和反応(弱酸遊離反応)が起きると考えられる。



問 8

反応 6

問 7 の解説で示した反応と同様の中和反応である。

反応 7

硫化水素が 6 価の還元剤，酸素が 4 価の酸化剤として働く酸化還元反応である。

反応 8

硫化水素が 2 価の還元剤，二酸化硫黄が 4 価の酸化剤として働く酸化還元反応である。

問 9

(ii) 炭酸水素ナトリウムはベーキングパウダ(ふくらし粉)として用いられる。重曹という名称は，かつては炭酸水素ナトリウムを「重炭酸ソーダ」とっていたことに由来する。

問 10



と反応するので，アンモニアの物質量の半分の硫酸アンモニウムが得られる。よって，

$$1.0 \times 10^6 \times \frac{8.0}{100} \times \frac{2.0}{100} \times \frac{1}{17.03} \times \frac{1}{2} \times 132.18 \times \frac{1}{10^3} = 6.20$$

問 11

(i) アンモニアの生成速度を上げるには高温・高圧が望ましい。一方，アンモニアの収率を上げるには低温・高圧にする必要がある。このため現在，圧力は 1000 気圧以上の高い圧力下で反応させるが，温度は 400~500°C 程度の条件下であり，さほど高くはしない。その分，触媒により反応速度を増大させている。

問 12

中和反応(弱塩基遊離反応)である。

問 13

炭酸水素イオンの中で水素イオンが授受され，炭酸イオンと炭酸が生じる，と考える。

問 14

(i) 解答に示した以外の理由としては，ルブラン法は高温を要するのでコストがかかる，得られる炭酸ナトリウムの純度が低い，などが上げられる。

問 15

(i) 電気分解において，陽極では酸化反応が，陰極では還元反応が起きる。

(ii) 陽イオン交換膜は陽極側の塩化物イオンが陰極側に流入するのを防ぐ。

強者の戦略

いかがだったでしょうか。

問4のような問題は私的にはとてもワクワクします。「豆知識」とか「クイズ」とかが好きな性分ですので。

そういえば先だって、ある高校の文化祭を見学させて頂き、化学研究部が作成された「化学クイズ」の問題を解かせてもらいましたが、本問の答えとなっていたラボアジェに関しての出題で「ラボアジェの死因は何でしょうか？」(大意)というものが、ニヤニヤしてしまいました。

脱線ついでにもう一つ。同じく問4の答えとなっているベルセリウスですが、クイズ番組やクイズ大会ではよく見かける問題です。クイズは「ほとんどの人が知らないようなこと」より「聞いたことはあるけどそこまで深くは知らないこと」の方が問われやすいです。「元素記号がアルファベットで表記されるのは知っているけど、それを提唱した人なんて知らないよ〜！」って、まあなるじゃないですか。クイズ作問者的にはこういうのが、冥利な訳です(笑)先述の高校の文化祭で、クイズ同好会が作成された「ペーパークイズ」もチャレンジさせてもらいましたが、「pHの概念を考え出したのは誰でしょうか？」(大意)という問題がありました。これなんかも、楽しい問題じゃないでしょうか。

閑話休題。内容に触れておきましょう。

反応3, 5, 8, 9, 10, 11は無機化学で頻出の反応です。書けなかったという人は要復習！ただ、丸暗記はやめましょう。解説中で触れていますが、無機化学に登場する化学反応の多くは、実は中和反応であったり、酸化還元反応であったり。すなわち、理論化学の考え方をを用いて書くことができる反応であるといえます。どのような理由で起きる反応かしっかり考える癖をつけましょう。

反応1, 2, 4, 6, 7は目新しいです。しかし、し

っかりと考え方が身についている人ならある程度類推できたのではないのでしょうか。さらにいえば、これらの反応を書く上でのヒントは本文中、随所に散りばめられています。例えば、反応1や2は下線部(1)付近だけでは情報不足ですが、その4段落下のルブラン法の問題点に関する記述と結びつけられれば書けたんじゃないかなと思います。

まとめましょう。化学を勉強して行くにあたり、闇雲に暗記する、といった方法は非効率的です。暗記不可避な事項もありますが、まずはしっかりと適切な考え方を身につけた上、問題文中のヒントを見落とさない注意力、ヒントを使いこなすだけの思考力を磨いていきましょう。

今年一年(とはいえもう2ヶ月も過ぎています。内輪ですが研伸館の年度でいえば3ヶ月です!)化学を勉強していく上で、意識しておいてくださいね！