

強者の戦略

研伸館理科講師, 森 上総です。

ここ数年, 夏ごろにこの原稿を担当させてもらっています。

去年は何を書いたかな, と原稿を引っ張り出してきたら, 東京オリンピックに関連付けて, ドーピング検査に関する問題を紹介していました。東京オリンピックからもう1年……。歳を取ると時間の流れを速く感じるようになるそうです。ジャネーの法則, だとかいうんですってね。

一方で, 新しいことや脳の処理能力を必要とすることに挑戦していると, 体感時間が長く感じられるそうです。時の流れに抗うため, 日々新鮮に生きたいものです。

新鮮なことといえば, 今年の上半期は, 『『化学の歴史』輪読会』というオンラインでの勉強会に参加しました。以前にも紹介した, 自然科学のアウトリーチャーの一人である元素学たんさんが主催されたもの。アイザック・アシモフの『化学の歴史』を, 1章ずつ担当を決めて, 1週間に一人ずつ解説を行い, その上で質疑応答などを通じて理解を深めました。

いや, 刺激的でした。学びが多かったです。教科書や参考書などに記されている「事実」が, どのような紆余曲折のもと事実と認定されていたのか。何も気にせず生きていたらほぼ気にしなさそうですが, そこには人の営みが, 汗が, 英知の結集が, セレンディピティが存在し, さながら大河ドラマでした。かのラボアジェにも, ドルトンにも, メンデレーエフにも, そして教科書には載っていない数多の科学者にも, 語りだしたらキリがないほどの逸話, 逸話, そして逸話。

勉強させていただいて, 授業にもいささか深みを与えることができるようになったのではないかな, と思っています。

ということで上記の勉強会以降, 科学史への興味関心が高まっています。目下, 自分の発表回を深掘りするために収集した, 物理化学史に関する書籍を, 折角だからと読み直しています。一度ザッと勉強したはずですが, まだまだ発見があり, 面白い。いつか, 物理化学に関する問題などもここで取り上げられればと思います。

今回は, 「化学史」に関する問題です。出典は 2021 年の東京農工大学の前期日程の問題です。高校化学で「化学史」といえば, 化学反応に関する「質量保存の法則」以降や, 気体に関する「ボイルの法則」以降がテーマとなることが多いのですが, 紀元前に言及していたのが問題選定に際し, 刺さりました。

論述が心もち重たい問題ですが, キチッと解答作成してみてください。中途半端な理解だとなかなか思うように解答が作れないと思いますので, 弱点を洗い出す上でも役に立ちますよ。ぜひ挑戦してみてください。

【問題】

次の文章を読んで[1]～[6]の問いに答えよ。

人類の金属利用の歴史は非常に古く, 紀元前には青銅(銅と [ア] の合金)や鉄などを利用していた。金属元素のほとんどは鉱物として存在するため, 鉱物を製錬して得てきた。金属元素の中には地殻内の含有量が極めて少なく, また抽出や製錬が難しいものがあり, そのような金属は [イ] と称される。^(a)オストワルト法で利用される白金や, リチウムイオン電池に使われるリチウムはその一例である。

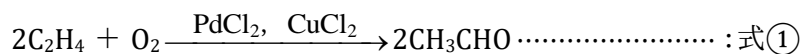
強者の戦略

金属は高い電気伝導性と熱伝導性、^(b)展性や延性に富むなどの性質を有する。遷移元素の化合物やイオンには有色のものが多い。例えば Fe^{2+} の水溶液は淡緑色であり、塩基を加えると緑白色の水酸化鉄(II)が生じる。一方で Fe^{3+} の水溶液は黄褐色であり、塩基を加えると赤褐色の水酸化鉄(III)が生じる。また^(c)沸騰水に塩化鉄(III)水溶液を加えることで、水酸化鉄(III)のコロイド溶液が得られる。金属の単体や合金、化合物には触媒として作用する物質がある。触媒には「均一触媒(均一系触媒)」と「不均一触媒(不均一系触媒)」があり、水溶液中における過酸化水素の分解では Fe^{3+} は均一触媒、^(d)酸化マンガン(IV)は不均一触媒として作用する。

金属は様々な用途に利用される一方で、水銀のように利用が制限されている金属もある。単体の水銀は多くの金属を溶かし、(ウ) と呼ばれる合金を形成する。また水銀は 4.2K に冷却することで電気抵抗がほぼゼロになる(エ) が観測された最初の物質である。水銀化合物はかつて、触媒としてアセトアルデヒドの工業的な製造に利用されてきた。しかし、水銀と多くの水銀化合物は毒性が強いため、現在ではアセトアルデヒドの製造には水銀化合物を触媒として使用しない^(e)ワツカー法が利用されている。水銀と水銀化合物による環境汚染をきっかけとして、それらの人為的な排出や放出から人々の健康と環境を保護することを目的とした「水銀に関する水俣条約」が 2013 年に採択され、92 か国が条約への署名を行った。

- [1] 空欄(ア)~(エ)にあてはまる適切な語句を答えよ。
- [2] 下線部(a)は三つの化学反応を経て目的物質を得る多段階反応である。三つの化学反応をそれぞれ化学反応式で答えよ。また白金が触媒として作用する化学反応では、化学反応式の矢印の上に明記せよ。
- [3] 下線部(b)の理由を 30 字以上 50 字以内で答えよ。
- [4] 多くの場合コロイド粒子間には引力が働き、粒子は集合して沈殿を形成する傾向があるが、下線部(c)の溶液では沈殿せずに分散する。この溶液に少量の飽和塩化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じる。沈殿が生じるしくみを 50 字以上 70 字以内で答えよ。
- [5] 下線部(d)について、過酸化水素が分解する実験を酸化マンガン(IV)の粉末と塊を用いて行った結果、反応速度に違いが見られた。二つの実験で用いた酸化マンガン(IV)は、形状は異なるが質量は同じであり、その他の反応条件もすべて同じであった。どちらの形状の酸化マンガン(IV)を用いたとき反応速度が大きかったかを 70 字以上 100 字以内で理由とともに答えよ。
- [6] 下線部(e)は、塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)の塩酸酸性溶液中にエチレンと酸素を通じることで、アセトアルデヒドを合成する方法である。この反応では、塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)は触媒であり、化学反応式は以下の式①で表される。

強者の戦略



式①は主に以下の三つの化学反応からなる多段階反応であり、すべて塩酸酸性の溶液中で進行する。

〔反応 1〕: エチレンと塩化パラジウム(Ⅱ)から、アセトアルデヒドが生じる。同時に単体のパラジウムが生じる。

〔反応 2〕: 単体のパラジウムと塩化銅(Ⅱ)との反応により、塩化パラジウム(Ⅱ)が再生する。同時に塩化銅(Ⅱ)は別の物質に変化する。

〔反応 3〕: 酸素により、塩化銅(Ⅱ)が再生する。

〔反応 1〕～〔反応 3〕を化学反応式でそれぞれ答えよ。この問いの解答では、エチレンとアセトアルデヒドはそれぞれ C_2H_4 , CH_3CHO と書くこと。