

強者の戦略

研伸館化学科、森 上総です。2015年度の、強者の戦略のウェブサイト、化学の1発目です。本年度も森と古谷先生の2名で担当させていただきます。ろしくお願い致します！

昨年は主に「森・古谷コラボレーション」と称し、森が選んだ問題を古谷先生が解説したり、逆があったり、2人で選んだ問題を2人で議論しあったりしました。あれはあれで面白かったのですが、正直なところ、なかなか大変でした。ということで今年はまだ趣向を変えていきます。昨年までは「こんな面白い入試問題があるよ」という紹介をし、その問題の解説を通じて入試化学のエッセンスを確認していました。今年、問題としては割と「ベタ」な問題を紹介したいと思います。その代わりに、「解説」の回には、実際にあらかじめ作成していただいている答案の添削を盛り込みつつ、解説していきたいと思っています。今回の添削される答案の作成は、とある校舎の「東大京大特選化学」の受講生が協力してくださりました。なぜこれをしようと思ったか。例えば、記述形式の問題の採点なんかをしていると、「ここ、この表現では意味が違ってしまいますねー」とか「この解法は厳密性に欠けますよねー」とか、採点者どうして「盛り上がってしまう」のですが、そんな「化学のプロが見ている部分」を伝えていければなー、という思いです。

本題に入ります。今回の問題は2011年の静岡大学の問題です。慣れていないとイヤ～な文字計算や、手早く要点を押さえる必要がある論述が含まれています。「解説」がアップロードされるまでに、みなさんも一度答案を作成しておいてください。

【問題】

次の文章を読み、下の問いに答えよ。解答は、すべて別紙解答用紙に記入せよ。

酸素は $(ア)$ 族の典型元素であり、(a) 3種類の同位体が天然に存在する。酸素原子は $(イ)$ 個の価電子をもつため、2価の陰イオンである酸化物イオンを生成する。酸化物イオンの電子配置は希ガスの $(ウ)$ 原子のそれと同じである。アルカリ金属の $(エ)$ 原子も1価の陽イオンになると $(ウ)$ 原子と同じ電子配置になるが、そのイオン半径は酸化物イオンよりも $(オ)$ 。

(b) 酸素分子 O_2 には極性がない。二酸化炭素分子にも極性がないが、水分子には極性がある。また、(c) 水分子間には水素結合が生じ、これが分子間力に加わる。そのため、水は、ほぼ同じ分子量をもつメタンなどと比べて高い融点・沸点を示す。水素結合は、ある種の官能基をもつ有機化合物どうしの間にも生じる。たとえば、ヒドロキシ基(ヒドロキシル基)をもつメタノール分子どうしの間には分子間力に加えて水素結合も作用する。水素結合は異なる種類の分子の間にも生じる。メタノールを水に加えると、メタノール分子と水分子の間に水素結合が生じる。(d) このようにしてメタノール分子は水和した状態で水中に分散するため、水によく溶ける。

問1 文中の $(ア)$ ～ $(オ)$ に適切な語句または数字を記せ。

問2 下線部(a)について、酸素の3種類の同位体は ^{16}O 、 ^{17}O 、および ^{18}O である。これらの同位体原子それぞれ1個の質量[g]を順に m_1 、 m_2 、および m_3 とし、天然存在比(原子数の比)[%]を順に p_1 、 p_2 、および p_3 とする。また、質量数12の炭素原子1個の質量[g]を M とする。このとき、酸素の原子量を、 m_1 、 m_2 、 m_3 、 p_1 、 p_2 、 p_3 、および M を用いて表せ。また、の求め方を記せ。

強者の戦略

問3 下線部(b)について、次の(1)と(2)に答えよ。

(1) 2原子間の共有結合の極性の大きさを判断するときにもっとも参考になるのは、次の①～⑤のどれか。一つ選び、その番号を記せ。

- ① 電離度 ② 電気陰性度 ③ 価電子数 ④ 質量数
⑤ 酸化数

(2) 二酸化炭素分子が極性をもたない理由を 60 字以内で述べよ。

問4 下線部(c)について、次の(1)～(3)に答えよ。

(1) イオン結合を生じさせている力と同じ力が水素結合にもはたらいている。この力の名称を記せ。

(2) 水が水蒸気になるときに吸収する熱量(蒸発熱)は、氷が水になるときに吸収する熱量(融解熱)よりもかなり大きい。水に限らず、一般に、物質の蒸発熱は融解熱よりも大きくなる。その理由を 60 字以内で述べよ。

(3) 純粋な氷の結晶中の 1 個の水分子には 4 個の水分子が隣接し、それぞれ一つの水素結合によって互いに結ばれている。ここで、1mol の純粋な氷の結晶中に含まれるすべての水素結合を切断するのに必要なエネルギーを Q [kJ] とする。このとき、この結晶中の水素結合 1mol あたりの結合エネルギー[kJ/mol]を Q を用いて表せ。また、所定の欄にその求め方を記せ。

問5 下線部(d)について、室温における 1-オクタノール $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{OH}$ の水に対する溶解度は、メタノールのそれと比べてどのようになるか。次の①～⑤から選び、その番号を記せ。また、そのように考えた理由を 60 字以内で述べよ。

- ① メタノールよりも水和しやすいため、メタノールより溶解度が高い。
② メタノールよりも水和しやすいため、メタノールより溶解度が低い。
③ メタノールと水和の程度が同じであるため、メタノールと同等の溶解度をもつ。
④ メタノールよりも水和しにくいいため、メタノールより溶解度が高い。
⑤ メタノールよりも水和しにくいいため、メタノールより溶解度が低い。