

化 学

必要な場合には次の値を用いよ。原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

原子内の電子は電子殻とよばれるいくつかの層に分かれて存在し、それらは原子核に近い内側から順に、K 殻、L 殻、M 殻、N 殻・・・とよばれる。それぞれの電子殻に収容される電子の最大数は決まっており、K 殻は 個、L 殻は 8 個、M 殻は 18 個、N 殻は 個である。⁽¹⁾原則として、電子は原子核に近い K 殻から外側の電子殻へと順に収容される。各原子において原子の最も外側の電子殻に収容されている電子を最外殻電子という。一般に最外殻電子のうちで、原子がイオンになるときや他の原子と結びついたりするときに重要なはたらきをする電子を価電子という。ナトリウム Na の価電子は 個である。ネオン Ne 以降の貴ガス原子の最外殻電子の数は 個であり、価電子の数は 個である。

同じ元素の原子で中性子の数が異なる原子どうしを、互いに同位体であるという。例えば、水素 H には 3 種類の同位体が知られている。そのうち、三重水素は中性子が 個、陽子が 個で、質量数は である。また、重水素は中性子が 個、陽子が 個である。同位体のうち、放射線を放出するものを放射性同位体という。⁽²⁾放射性同位体が放射線を放出して他の原子に変化することを壊変という。一方、同じ元素からなる単体で性質が異なるものどうしを、互いに同素体であるという。例えば、リン P の同素体としては黄リンや赤リンなどが知られている。⁽³⁾リンを空气中で燃焼させると十酸化四リンが得られる。⁽⁴⁾十酸化四リンを水に加えて加熱するとリン酸を生じる。

問 1 ア～コに入る最も適切な整数を記せ。

問 2 下線部(1)について、カリウム原子がもつ 19 個の電子は、K 殻、L 殻、M 殻、N 殻に収容される。それぞれの殻に入る電子の個数を整数で記せ。

問 3 下線部(2)について、原子番号 6、質量数 14 の炭素 $^{14}_6\text{C}$ が β 線を放出し中性子が陽子に変化した場合にできる原子の元素記号、原子番号、質量数および放出される粒子の名称を記せ。ただし、粒子の名称は下記の選択肢から選んでその記号を記せ。

(あ) 陽子 (い) 電子 (う) 中性子 (え) 原子 (お) 分子

問 4 遺跡で発見された木片の年代は、全炭素原子に占める $^{14}_6\text{C}$ の割合を測定することで推定できる。ある遺跡で発見された木片に含まれる $^{14}_6\text{C}$ の割合が大気中の $^{14}_6\text{C}$ の割合の 12.5 %であった。この木片は何年前に伐採されたものと推定されるか、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、 $^{14}_6\text{C}$ の半減期は 5730 年とし、大気中の割合は一定とする。

問 5 下線部(3)と(4)の 2 つの反応の化学反応式を記せ。

化 学

II 市販のオキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を決定するために、以下の実験を行った。ただし、オキシドールの密度は 1.00 g/cm^3 であり、オキシドール中には過酸化水素以外に過マンガン酸イオンと反応する化合物はないものとする。

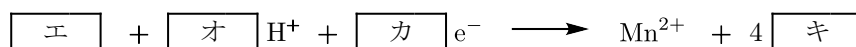
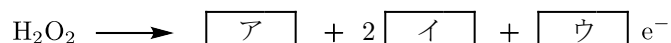
オキシドール 10.0 mL をホールピペットを用いて 100 mL メスフラスコにはかり取り、標線まで純水を加えよく混ぜた。そのうち 10.0 mL をホールピペットを用いてコニカルビーカーにはかり取り、純水 20.0 mL と希硫酸 5.00 mL を加え温めた。これに 0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ滴下したところ、 20.0 mL 滴下したところで終点となった。

問1 過酸化水素の電子式を例にならって記せ。例：アンモニア $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \end{array}$

問2 この実験の指示薬について、適切なものを選び記号で答えよ。

- (あ) フェノールフタレイン (い) ブロモチモールブルー (う) ヨウ化カリウム
(え) デンプン (お) 指示薬は不要

問3 この実験の過酸化水素と過マンガン酸イオンそれぞれの反応を、電子 e^- を含むイオン反応式で示す。ア～キに適切な化学式または数値を答えよ。数値はすべて整数で記せ。



問4 この実験の反応で、酸化数をもっとも大きく変化した原子の元素記号と、その反応前後の酸化数を整数で答えよ。0以外の酸化数には符号をつけよ。

問5 この実験のオキシドールに含まれる過酸化水素の質量パーセント濃度を有効数字3桁で求めよ。

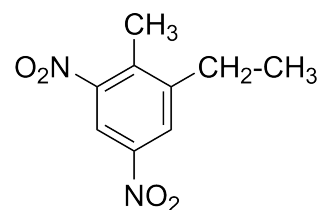
Ⅲ 炭素，水素，窒素から構成される化合物 A がある。化合物 A はベンゼン分子の 1 個の水素原子を置換した構造をもち分子量は 121 である。化合物 A は不斉炭素原子を含み鏡像異性体をもつ。また，化合物 A を乾燥した試験管にとり，無水酢酸を作用させたところ，アミド結合をもつ化合物 B が得られた。

問 1 化合物 A の分子式を記せ。

問 2 化合物 A の異性体のうち，ベンゼン分子の 1 個の水素原子を置換した構造をもつものは，化合物 A を含めて合計何種類存在するか。ただし，鏡像異性体は区別せず 1 種類と数えるものとする。

問 3 化合物 A の構造式を，右図にならって記せ。

問 4 下線部の化合物 A と無水酢酸から化合物 B が形成される反応を化学反応式で示せ。化学反応式中の分子は，構造式または示性式のどちらを使ってもかまわない。



問 5 下線部の反応で乾燥させた試験管を使用する理由を述べよ。