

化 学 (その1)

必要であれば $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $S = 32.1$ の原子量を用いよ。

第1問 次の文章(1)～(6)は A, B のところにそれぞれ適当な元素名または元素記号をあてはめると、化学的事実をあらわすものとなる。該当する元素を下記の【元素名】から選び、元素記号で所定の解答欄に記入せよ。ただし、同じ元素を二度使用してもよい。

【元素名】亜鉛, アルミニウム, 硫黄, カリウム, カルシウム, 銀, ケイ素, 酸素, スズ, 炭素, 鉄, 銅, 鉛, マグネシウム, ヨウ素, リン

- (1) A と B とは AB の形の塩をつくる。この塩の水溶液に塩素ガスを通じると、液は褐色となる。
- (2) A と B との化合物 AB_2 は工業的に大量につくられ、水と容易に反応して気体を発生する。
- (3) A は岩石の主成分の一つで、A と B からなる高純度な化合物 AB_2 を融解して繊維状にしたものは光ファイバーと呼ばれ、光通信に利用される。
- (4) A, B それぞれの硝酸塩の水溶液に希塩酸を加えると、どちらも白色沈殿を生じる。この沈殿にアンモニア水を過剰に加えると、A の方は溶けるが B の方は溶けない。
- (5) 金属 A の塩化物を希塩酸に溶かした液を空気中に放置しておくときだんだん黄褐色に着色してくる。これに金属 B の塩化物を希塩酸に溶かした液を加えるとその色が消える。
- (6) セルロースを濃い水酸化ナトリウム水溶液に浸してアルカリセルロースとしたのち、 AB_2 と反応させ、これを薄い水酸化ナトリウム水溶液に溶かすと、ビスコースが生成する。

第2問 以下の問い(問1～5)について、答えは n を含む数式 で記せ。

問1 原子 A がイオン A^{2+} になったときに、原子番号 n の原子 B がイオン B^{2-} になったときと同数の電子を持つ。原子 A の原子番号を求めよ。

問2 1 分子あたり n 分子の結晶水を含んでいる無機化合物 X は、結晶水として 36% 含んでいる。この化合物 5 g を水に溶かして 100 mL の水溶液にすると、この溶液のモル濃度 [mol/L] はいくらか。

問3 pH の値が n である水溶液に水を加えて水酸化物イオン濃度を 1/100 にすると、水溶液の pH の値はいくらになるか。

問4 0.02 mol/L の塩化カルシウム水溶液 100 mL 中に含まれる陽イオンの全電気量を nF とすると、0.01 mol/L のヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液 100 mL に含まれる陽イオンの全電気量はいくらか。

化 学 (その2)

問5 0.1 mol/L の硫酸ナトリウム水溶液の凝固点降下の値を n °C とすると、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL に 0.1 mol/L 塩酸 100 mL を加えて生じる溶液の凝固点降下の値はいくらか。

第3問 次の文章を読み、以下の問い（問1～3）に答えよ。

物質 A と B が反応して物質 C を生じる反応 $x\text{A} + y\text{B} \rightarrow z\text{C}$ (x, y, z は係数) について、一定温度で A と B の濃度をいろいろ変えて反応初期の C の生成速度を求めると、表の結果が得られた。

実験	A の濃度 [mol/L]	B の濃度 [mol/L]	C の生成速度 [mol/(L・s)]
1	0.20	0.20	6.0×10^{-4}
2	0.20	0.40	2.4×10^{-3}
3	0.20	0.60	5.4×10^{-3}
4	0.40	0.20	1.2×10^{-3}
5	0.60	0.20	1.8×10^{-3}

問1 反応速度を v 、反応速度定数を k 、物質 A と B の濃度をそれぞれ [A] と [B] として、この反応の反応速度式を書け。

問2 反応速度定数 k を有効数字 2 桁で求め、求めた数値に単位をつけて答えよ。単位がない場合は「単位なし」と記せ。

問3 化学反応で、反応温度を高くしたときにおこるのは a～d のどれか。下にあるものの中から 1 つ選び、ア、イ、ウ、・・・の記号で答えよ。

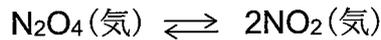
- a 反応熱が増加する。
- b 活性化エネルギーが低下する。
- c 分子の衝突回数に比例して反応速度が増加する。
- d 活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ分子の割合が増加する。

- ア aのみ イ bのみ ウ cのみ エ dのみ
 オ aとb カ aとc キ aとd ク bとc
 ケ bとd コ cとd

化 学 (その3)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。

物質 M [mol] の N_2O_4 を容積が自由に換えられる気密容器に入れ、容積を V [L]、温度を T [K] に保ったところ、次式の可逆反応が平衡に達して N_2O_4 が A [mol] になった。気体定数は R [Pa・L/(mol・K)] である。なお、 N_2O_4 と NO_2 は理想気体としてふるまうものとする。



問1 平衡状態における気密容器内の圧力 [Pa] を文中の記号を使って表せ。

問2 気体物質が平衡状態の場合、各成分気体の濃度の代わりに、濃度に比例する分圧を用いて平衡定数を表すことができ、これを圧平衡定数 K_P という。 T [K] における圧平衡定数 K_P [Pa] を文中の記号を使って表せ。

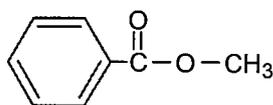
問3 次の①と②の操作を行うと平衡はどうか。下の表から正しい組合せを1つ選び、ア、イ、ウ、・・・の記号で答えよ。

- ① 温度 T [K] と気密容器の容積 V [L] を保ってアルゴンを加える。
 ② 温度 T [K] と平衡に達したときの圧力を保ってアルゴンを加える。

記号	①	②
ア	右へ移動する	右へ移動する
イ	右へ移動する	移動しない
ウ	右へ移動する	左へ移動する
エ	移動しない	右へ移動する
オ	移動しない	移動しない
カ	移動しない	左へ移動する
キ	左へ移動する	右へ移動する
ク	左へ移動する	移動しない
ケ	左へ移動する	左へ移動する

化 学 (その4)

第5問 分子式 C_9H_{10} をもつ芳香族化合物は、いくつかある。そのうち、化合物 A は過マンガン酸カリウムで酸化するとテレフタル酸を生じる。一方、化合物 B~D は過マンガン酸カリウムで酸化すると安息香酸を生じる。化合物 B と C はオゾン分解によりベンズアルデヒドとアセトアルデヒドを生じる。一方、化合物 D はオゾン分解により化合物 E とホルムアルデヒドを生じ、水素を付加するとクメンを生じる。なお、オゾン分解とは、アルケンの二重結合が切断されて、2つのカルボニル化合物を生じる反応である。化合物 B と C に臭素を作用すると、いずれからも同じ構造式をもつ化合物 F を生じる。これらの化合物について、以下の問い(問1~3)に答えよ。なお、構造式は下の例にならって書け。



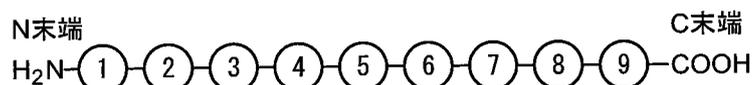
構造式の例

- 問1 化合物 A, E, F の構造式を答えよ。
- 問2 化合物 B と C の関係を何と言うか。
- 問3 化合物 A~F のうち、不斉炭素原子をもつものはどれか。そして、不斉炭素原子はいくつあるか。

化 学 (その5)

第6問 ペプチドXは下図に示すように5種類のアミノ酸が9個つながったペプチドで、1つのジスルフィド結合が存在している。これについて 実験1)~10) を順次行った。実験に関する記述を読んで、以下の問い(問1~9)に答えよ。下記にペプチドXに含まれる各アミノ酸の名称、略号、分子量、側鎖構造を示す。

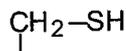
ペプチドX



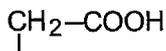
グリシン
Gly
75



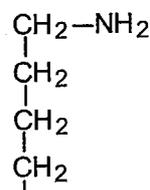
システイン
Cys
121



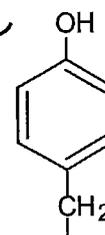
アスパラギン酸
Asp
133



リシン
Lys
146



チロシン
Tyr
181



切断と分離

実験1) ペプチドXのジスルフィド結合を、チオグリコール酸アンモニウムを用いて還元した。(このような還元はパーマネントウェーブなど毛髪のケラチンタンパク質に対しても利用されている)

実験2) 実験1) で還元処理したペプチドXの水溶液を、pH 8で芳香族アミノ酸のC末端側を切断する酵素で分解したところ、ペプチドAとBに分かれた。

実験3) さらに、実験2) で酵素処理を行った水溶液のpHをそのままにして、塩基性アミノ酸のC末端側を切断する酵素で分解したところ、ペプチドAはペプチドCとDに分かれた。

実験4) イオン交換樹脂を詰めたカラムを用いて分離することにより、実験3) で酵素処理を行った水溶液から3つのペプチドB、C、Dが得られた。

実験5) 還元していないペプチドXを実験2) で用いた酵素で分解後、実験4) と同じ方法で分離しようとしたが2つのペプチドは得られなかった。

アミノ酸分析

実験6) ペプチドXを還元した後、アミノ酸組成を解析すると、ペプチドXには1個のアスパラギン酸、1個のリシン、1個のチロシン、2個のシステインおよび4個のグリシンが含まれていた。

実験7) N末端のアミノ酸を解析すると、ペプチドB、C、DのN末端はいずれもグリシンであった。

化 学 (その6)

質量解析

実験8) 質量分析を行うとペプチドBの分子量は293であった。

定性分析

実験9) ペプチドB, CもしくはDを含む3つの水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、薄い硫酸銅(II)水溶液を少量加えた。その呈色反応はペプチドBまたはCを含む水溶液では陽性となったが、ペプチドDを含む水溶液では陰性となった。

実験10) ペプチドB, CもしくはDを含む3つの水溶液に、濃硝酸を加えて加熱した後、一度冷却してからアンモニア水を加えたところペプチドDを含む水溶液では呈色反応が陽性となった。

問1 実験3) で使用された酵素は次のどれか。

カタラーゼ, セルラーゼ, トリプシン, ペプシン, リパーゼ

問2 実験5) で得られた結果から、わかることは何か。30字以内で記せ。

問3 実験9) の反応を何というか。また反応が陽性の場合何色になるか。その色を黒色, 青色, 赤紫色, 白色, 橙黄色, 緑色から選べ。

問4 実験10) の呈色反応の結果から、ペプチドDにはペプチドXを構成するどのアミノ酸が含まれていると判定できるか。

問5 ペプチドDの構造を構造式で記せ。なお、構造式は第5問の例にならって書け。

問6 等電点より酸性側でのグリシンの構造式を記せ。

問7 陽イオン交換樹脂に中性付近でもっとも結合しやすいペプチドはB, C, Dのうちどれか。

問8 ペプチドXの分子量はいくつか。

問9 この実験結果から、還元したペプチドXの配列として考えられるものの番号をすべて選べ。

- 1) Gly-Cys-Gly-Lys-Gly-Tyr-Gly-Cys-Asp
- 2) Gly-Cys-Lys-Gly-Gly-Tyr-Gly-Cys-Asp
- 3) Gly-Gly-Cys-Lys-Gly-Tyr-Gly-Cys-Asp
- 4) Gly-Gly-Tyr-Cys-Gly-Asp-Gly-Cys-Lys
- 5) Gly-Tyr-Gly-Gly-Cys-Lys-Gly-Cys-Asp
- 6) Gly-Tyr-Gly-Cys-Gly-Asp-Gly-Cys-Lys

化 学 (その7)

第7問 有機化合物の性質や反応についての下記の(1)～(4)の文章を読み、以下の問い(問1, 2)に答えよ。

- (1) 有機化合物の沸点には、分子間の相互作用が大きく影響する。例えば、1-ブタノールの沸点は117℃であるが、その異性体であるジエチルエーテルの沸点は(ア)である。この差は前者では分子間で(イ)が形成されるが、後者では形成されないからである。
- (2) フェノールやアニリンは、ベンゼン自身に比べて臭素化反応などの(ウ)反応を起こしやすい。例えば、フェノールに臭素水を十分に加えると、化合物Aが容易に生成する。この反応は、フェノールの検出に利用することができる。
- (3) ケトン還元すると(エ)アルコールが生成する。例えば、エチルメチルケトンを還元すると化合物Bが生成する。
- (4) アルコールとカルボン酸の間から水分子が取れる(オ)反応によりエステルができる。この時、生成した水分子の中の酸素原子は(カ)に由来する。

問1 ア～カの()内にもっとも適する語句を、下記の【語群】のなかから選べ。

【語群】

10℃ 34℃ 78℃ 酸化 還元 付加 置換 脱離 縮合
重合 共有結合 イオン結合 水素結合 ファンデルワールス力
1価 2価 3価 第一級 第二級 第三級 アルカン
アルキン アルケン アルコール アルデヒド エーテル エステル
カルボン酸 ケトン

問2 化合物AとBの構造式を答えよ。なお、構造式は第5問の例にならって書け。

空白ページ

Windom