

令和 7 年度(2025 年度) C方式入学試験問題

化 学 (5 問・70 分)

- 注 意 事 項
1. 問題 1 ～ 5 のすべての問題に解答すること。
 2. 解答は解答用紙の指定欄に記入し、解答用紙のみ提出すること。
 3. 問題用紙は持ち帰ること。

解答上の注意

数値で答える場合には、特に指定しない限り四捨五入して有効数字 2 桁で答えなさい。

必要なときは、次の数値を用いなさい。

原子量 : $H = 1.0$, $O = 16$, $Cu = 63.5$, $Zn = 65.4$

問題 1 次の[I]と[II]に答えなさい。

[I] コックで仕切られた2つの容器の一方に気体Aが、もう一方に気体Bが入っていて、気体Aの体積と圧力は1.0 L、 2.0×10^5 Pa、気体Bの体積と圧力は3.0 L、 1.0×10^5 Paであった。次の問1～3に答えなさい。ただし、気体Aと気体Bは理想気体とみなすことができ、互いに反応せず、温度は一定に保たれるとする。また、容器の体積は一定であり、コックと連結部の体積は無視できるものとする。

問 1 コックを開いて気体Aと気体Bが混合して均一になったとき、各気体が示す分圧[Pa]を答えなさい。

問 2 気体Aの物質量が0.10 molであるとき、気体Bの物質量は何 mol か、答えなさい。

問 3 上記の気体Aと気体Bの混合気体が入っている2つの容器が連結したものの中に、同じ温度のときに 5.0×10^5 Paで3.0 Lを占める量の気体Cを注入し、長時間放置した。このときに気体Aと気体Bが示す分圧を答えなさい。ただし、気体Cは理想気体とみなすことができ、気体A、気体Bと反応せず、また、温度は一定に保たれたとする。

[II] 次の文章を読み、問4～6に答えなさい。

気体の状態方程式に厳密に従う仮想の気体を理想気体といい、実際に存在する気体を実在気体という。理想気体の場合は、圧力を一定に保ったまま温度を0 Kに近づけると、体積は限りなく0に近づく。これに対し、実在気体の場合は、冷却すると、液体や固体になり、その後、体積はほとんど変化しなくなる。また、実在気体は厳密には、ボイル・シャルルの法則や気体の状態方程式に従わない。実在気体では、0℃、 1.013×10^5 Paにおける1 molの体積も理想気体の体積22.4 Lからずれる。これは、理想気体が(あ)や(い)のない仮想の気体であるのに対し、実在気体にはそれらがあるためである。

実在気体が、どれくらい理想気体からずれているかは、気体の状態方程式から導かれるZの値が目安となる。

$$Z = \frac{pV}{nRT} \quad \text{ただし、} p \text{ は圧力、} V \text{ は体積、} n \text{ は物質量、} R \text{ は気体定数、} T \text{ は絶対温度である。}$$

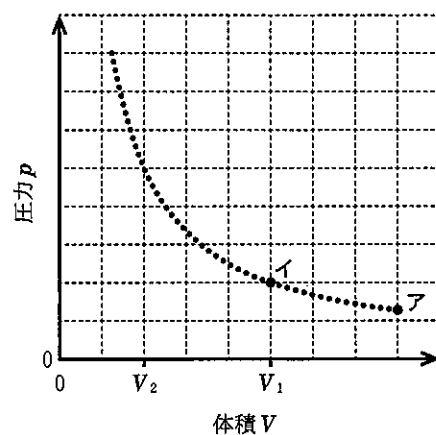
Zの値は、理想気体では、圧力や温度に関係なく常に1になるが、実在気体では、それらに応じて変化する。温度が低くなると、実在気体のZの値は1より(う)なる。また、圧力を0に近い状態から大きくしていったとき、CH₄やCO₂のような分子では、はじめZの値は1より(え)なり、その後、(お)なる。ただし、H₂のような分子では、Zの値は1より(か)なることはない。

問 4 文章中の(あ)と(い)に当てはまる適切な語句を書きなさい。

問 5 文章中の(う)～(か)に当てはまる適切な言葉の組み合わせを①～⑧から選び、その番号を書きなさい。

	(う)	(え)	(お)	(か)
①	大きく	大きく	小さく	大きく
②	大きく	大きく	小さく	小さく
③	大きく	小さく	大きく	大きく
④	大きく	小さく	大きく	小さく
⑤	小さく	大きく	小さく	大きく
⑥	小さく	大きく	小さく	小さく
⑦	小さく	小さく	大きく	大きく
⑧	小さく	小さく	大きく	小さく

問 6 はじめ、一定の物質量の实在気体が、図の点アの状態にあった。温度一定の下で圧縮していくと、ボイルの法則に従って体積と圧力が変化し、体積が V_1 となった点イで凝縮が始まり、体積が V_2 となったときに全てが液体となった。凝縮が始まってから全てが液体になるまで、体積と圧力は、どのように変化するか。解答欄の図に実線で描き込みなさい。なお、図中の点線の曲線は、常にボイルの法則に従う場合の圧力と体積の関係を表す。



図

問題 2 次の文章を読み、問 1～8 に答えなさい。

銅は、周期表第(ア)周期(イ)族に属する金属で、赤色の光沢をもち、(あ)色の炎色反応を示す。天然に単体として産出されることもあるが、多くは硫化物や酸化物として存在している。単体の銅は、工業的には黄銅鉱(主成分 CuFeS_2) から得られた粗銅の電気分解を利用して作られる。薄い純銅板を陰極、粗銅板を陽極に用いて硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で電気分解すると、陰極に純銅が析出する。^①このようにして金属の単体を得る操作を(い)という。

単体の銅を空气中で加熱すると(う)になり、さらに 1000°C 以上の高温で加熱すると(え)になる。銅は塩酸や希硫酸には溶けないが、硝酸や熱濃硫酸に溶ける。硫酸銅(Ⅱ)水溶液に、過剰のアンモニア水を加えると錯イオンを形成し、深青色の水溶液になる。^②^③^④

金属と電解液による酸化還元反応を利用して、化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置を電池という。(お)の異なる 2 種類の金属を電極として用いることによって酸化還元反応が起こり、電流が流れる。このとき(か)反応が起こり導線に向かって電子が流れる電極を(き)極、導線から電子が流れ込み(く)反応が起こる電極を(け)極という。正極の電位は負極の電位よりも高く、電池の両極間の電位差(電圧)の最大値を、(こ)といい、金属と電解液の組み合わせによって変化する。希硫酸に亜鉛板と銅板を浸して回路を形成した電池は、開発者の名前より(さ)電池とよばれる。(さ)電池は電極上で発生した気体により、電極表面が覆われすぐに電圧が低下する。一方、(し)電池は、亜鉛板を浸した硫酸亜鉛(Ⅱ)水溶液と、銅板を浸した硫酸銅(Ⅱ)水溶液を素焼き板で仕切った構造をしている。この電池の電池式は、次の(1)式のように表せる。



問 1 (ア)と(イ)に入る適切な数字を書きなさい。

問 2 (あ)～(し)に当てはまる適切な語句または化学式を書きなさい。

問 3 下線部①について、この操作に用いた粗銅板には不純物として金、鉄、ニッケル、鉛のみが少量含まれているものとする。電気分解をすることで生じた沈殿に含まれるすべての物質の化学式を書きなさい。

問 4 下線部②について、実験室で希硫酸を安全に調製するためには、濃硫酸と水をどのように混合すればよいか。濃硫酸は水と混合すると発熱することをふまえて、25 字以内で書きなさい。

問 5 下線部③について、硫酸銅(Ⅱ)水溶液に以下の実験 1～3 を行った。それぞれの実験で沈殿が生じる場合は、その化合物の化学式を書き、完全に溶解して沈殿を生じない場合は、「生じない」と書きなさい。

実験 1 少量のアンモニア水を加え、加熱した。

実験 2 水酸化ナトリウム水溶液を加えた。

実験 3 硫化水素を通気させた。

問 6 下線部④の錯イオンの名称および化学式(イオン式)を書きなさい。

問 7 以下の 1～4 に示す金属板と水溶液の組み合わせからなる電極を用意した。これらのうちの二つの電極と素焼き板を組み合わせ、電池を作製したときに、一番(こ)が高くなるものの電池式を(1)式にならって書きなさい。ただし、水溶液の濃度はすべて同じものとする。

- 1 スズ板と硫酸スズ(Ⅱ)水溶液
- 2 鉄板と硫酸鉄(Ⅲ)水溶液
- 3 銅板と硫酸銅(Ⅱ)水溶液
- 4 ニッケル板と硫酸ニッケル(Ⅱ)水溶液

問 8 (し)電池を組み立てしばらく放電したところ、負極の金属板の質量が 0.580 g 減少した。このとき、正極に析出した金属は何 g か、答えなさい。

問題 3 次の問 1 ～ 6 に答えなさい。

問 1 周期表 1 族および 2 族元素に関する次の文章を読み、(あ) ～ (こ) に当てはまる適切な語句を語群から選び、書きなさい。ただし、同じ語句を何度用いてもよい。

周期表の 1 族元素のうち、水素を除く元素を(あ) 元素という。(あ) 元素の原子はすべて価電子を 1 個もち、1 価の陽イオンになりやすい。(あ) 元素の単体は(い) 作用が強く、反応性が高く、酸素、塩素、水などと反応する。水と反応させた場合、(う) が発生し、水酸化物を生じる。また、(あ) 元素の化合物やその水溶液は、それぞれの元素に特有の炎色反応を示し、リチウム Li は(え)、ナトリウム Na は(お)、カリウム K は(か) を示す。

周期表の 2 族元素を(き) 元素という。(き) 元素の原子はすべて価電子を 2 個もち、2 価の陽イオンになりやすい。天然には単体として存在せず、化合物の形で海水中や鉱物中に存在し、工業的には(く) で製造される。(き) 元素の一部の化合物やその水溶液は、それぞれの元素に特有の炎色反応を示し、カルシウム Ca は(け)、ストロンチウム Sr は紅色、バリウム Ba は(こ) を示す。

【語群】

アルカリ金属	アルカリ土類金属	ハロゲン	貴ガス	典 型
遷 移	金 属	非金属	酸 化	還 元
酸 素	水 素	二酸化炭素	青 色	赤 色
黄 色	赤紫色	青紫色	橙赤色	黄緑色
青白色	銀白色	熔融塩電解	加水分解	

問 2 水酸化ナトリウム NaOH や水酸化カリウム KOH は無色(白色)の固体であり、湿った空気中に放置すると水蒸気を吸収して溶ける。この現象の名称を答えなさい。

問 3 炭酸ナトリウムに関する次の文章中の(さ) ～ (す) に当てはまる適切な語句を書きなさい。

炭酸ナトリウム Na_2CO_3 はソーダ灰や炭酸ソーダともよばれる白色の固体で、水溶液は塩基性を示す。炭酸ナトリウムの濃い水溶液をさらに濃縮して結晶化させると、無色透明な炭酸ナトリウム十水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の結晶が得られる。このように、結晶中に含まれる水分子を(さ) という。この結晶を乾いた空気中に放置すると、(さ) の一部が失われて白色粉末状の炭酸ナトリウム一水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ になる。この現象を(し) という。また、炭酸ナトリウムは工業的に(す) 法とよばれる方法で製造される。

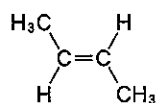
問 4 炭酸ナトリウムを製造する方法である(す) 法では、次に示す 2 つの工程が行われている。はじめに、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させた後、二酸化炭素を吹き込むことによって、比較的溶解度の小さい炭酸水素ナトリウムの沈殿が生じる。次にこの沈殿を集めて焼くことで、炭酸ナトリウムが得られる。下線部 ① および ② それぞれの工程について、化学反応式を書きなさい。

問 5 単体のマグネシウム Mg は常温の水とはほとんど反応しないが、熱水とは穏やかに反応する。また、空気中で強熱すると、明るい強い光を出して燃焼する。下線部 ③ および ④ それぞれの現象について、化学反応式を書きなさい。

問 6 カルシウム化合物に関する次の文章中の(せ)～(ち)に当てはまる適切な語句を書きなさい。また、下線部⑤および⑥の現象について、化学反応式を書きなさい。

酸化カルシウム CaO は、(せ)ともよばれる白色の固体であり、炭酸カルシウム CaCO_3 を強熱してつくられる。水を加えると発熱しながら反応する性質を利用して、乾燥剤や発熱剤などに用いられる。(そ)ともよばれる水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、酸化カルシウムに水を加えると生成する白色の粉末で、水にわずかに溶解する。その飽和水溶液を(た)といい、二酸化炭素を通じると、炭酸カルシウムを生じて白色沈殿が生成する。さらに、二酸化炭素を過剰に通じ続けると白色沈殿が消失する。また、炭酸カルシウムは石灰石や大理石の主成分として存在し、鍾乳洞の形成にも関わっている。硫酸カルシウム二水和物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は(ち)といい、約 130°C で加熱すると生成する硫酸カルシウム半水和物 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ に水を加えると、発熱しながら硬化して体積が少し増え、再び(ち)になる。

問題 4 次の文章を読み、アルコール **A** ~ **H** およびアルケン **I** ~ **N** の構造式を構造式の例にならって書きなさい。



構造式の例

アルコールを濃硫酸と加熱すると脱水反応が起こりアルケンを生成する。この際、図 1 に示したように結合している H 原子の数が少ない方の C 原子から H 原子が脱離したアルケン、すなわち二重結合にアルキル基がより多く置換したアルケンが主生成物となる。

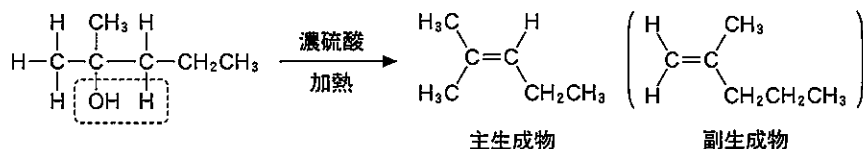


図 1

また、図 2 に示したように、アルケンをオゾン分解すると、炭素間の二重結合が酸化的に切断されて 2 分子のカルボニル化合物(ケトンもしくはアルデヒド)を生成する。

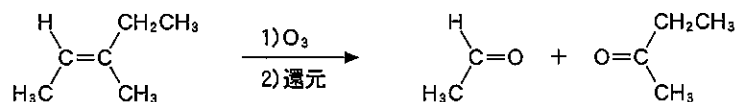


図 2

分子式 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ のアルコールには 8 種類の構造異性体 **A** ~ **H** が存在する。これらのアルコールの構造を決定するために、行った実験とその結果を、以下の (1) ~ (10) に示した。

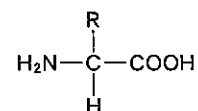
- (1) アルコール **A** に対して二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ による酸化を試みたが、カルボニル化合物は生成しなかった。
- (2) アルコール **B** に対して脱水反応を試みたが、アルケンは生成しなかった。
- (3) アルコール **C** の脱水反応では、トランス形のアルケン **I**、および、そのシス形の異性体であるアルケン **J** の 2 つが主生成物として得られた。
- (4) アルコール **D** の脱水反応では、(3) の主生成物と同じアルケン **I** および **J** の 2 つが主生成物であった。
- (5) アルコール **E** の脱水反応では、アルケン **K** が主生成物として得られた。
- (6) アルコール **A** の脱水反応では、(5) の主生成物と同じアルケン **K** が主生成物であった。
- (7) アルコール **F** の脱水反応では、アルケン **L** が主生成物として得られ、得られたアルケン **L** をオゾン分解したところ、分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ のケトンが得られた。
- (8) アルコール **G** の脱水反応では、イソプロピル基 $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ を有するアルケン **M** が主生成物として得られた。
- (9) アルコール **H** の脱水反応では、アルケン **N** が主生成物として得られ、得られたアルケン **N** をオゾン分解したところ、分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ のアルデヒドが得られた。
- (10) アルコール **D** および **E**、**F** には不斉炭素原子が 1 つ存在することが分かった。

問題 5 次の[I]と[II]に答えなさい。

[I] 次の文章を読み、問1～4に答えなさい。

アミノ酸とは、分子中に酸性を示す(あ)基と、塩基性を示す(い)基をもつ化合物の総称である。生体中のタンパク質^①を加水分解することで得られるアミノ酸では、これら2つの官能基が同一の炭素原子C上に結合している。特にこのようなアミノ酸は(う)とよばれ、タンパク質は約20種類の(う)で構成されている。

(う)の一般式は右図のように示され、RがHのアミノ酸を(え)、RがCH₃のアミノ酸を(お)という。(え)以外の(う)には不斉炭素原子があるので、(か)異性体が存在しうる。また、(う)は、等電点のpHの水溶液中では双性イオンとして存在している。



(う)の一般式の例

問1 (あ)～(か)に当てはまる適切な語句を書きなさい。

問2 下線部①について、あるタンパク質を加水分解すると、(う)だけでなく、糖や核酸も同時に得られた。このようなタンパク質の名称を答えなさい。

問3 (え)の双性イオンの構造式を、(う)の一般式の例にならって書きなさい。

問4 セリン(分子量105)、リシン(分子量146)、フェニルアラニン(分子量165)からなる鎖状のトリペプチド3.80gを、適切な条件下で加水分解した際に、セリン0.630gが得られた。このトリペプチドを完全に加水分解してアミノ酸にした場合に理論上得られるセリンの質量に対して、実際に得られたセリンの質量(0.630g)は何%に相当するか、答えなさい。

[II] 次の文章を読み、問5～7に答えなさい。

核酸の構成単位である(き)は、リン酸部分、糖部分、塩基部分の3つの部分から構成されている。また、核酸は糖部分の構造の違いにより、核酸は遺伝子の本体であるDNAと、タンパク質合成に関与する(く)に大別される。多数の(き)が糖部分の3位炭素にある(け)基とリン酸部分の(け)基の脱水縮合で鎖状に結合したものをポリ(き)という。二本のポリ(き)鎖からなるDNAは、二重らせん構造とよばれる立体構造を形成しており、一方の鎖中の塩基と他方の鎖中の塩基との間で水素結合を形成している。DNAの4種類の塩基のうち、グアニンはシトシンと(こ)本の水素結合で、アデニンはチミンと(さ)本の水素結合で、それぞれ塩基対をつくる。

問5 (き)～(け)に当てはまる適切な語句を書きなさい。

問6 (こ)と(さ)に当てはまる数字を書きなさい。

問7 ある生物由来の2本鎖DNAの全塩基を占めるアデニンの割合を分析したところ30%であった。この2本鎖DNA中におけるグアニンの塩基の割合は何%か、答えなさい。