

令和 8 年度
入学者選抜学力試験問題
前期日程

理 科

注 意

1. 解答は, 科目ごとに別冊の解答用紙の所定の解答欄に書くこと。
2. 問題冊子及び解答用紙は, 「解答はじめ」の指示があるまで開かないこと。
3. 各学部志望者は, 以下のとおり選択し, 解答用紙の表紙の選択別欄に○印を記入すること。
理学部志望者——理科 3 科目の中から 2 科目
生活環境学部及び工学部志望者——理科 3 科目の中から 1 科目
4. 解答用紙の表紙の選択別欄に指定科目数をこえて○印をつけた場合は, すべての解答を無効とする。
5. 選択した科目の解答用紙の表紙の※印欄に, 本学受験番号・氏名を記入すること。
受験番号は, 本学受験票の受験番号を記入すること。
※印欄以外の箇所には, 受験番号・氏名を絶対に書かないこと。
6. 試験終了後, この問題冊子は持ち帰ること。
7. 問題冊子総ページ数——24
物 理——1～7 ページ 化 学——8～14 ページ
生 物——15～24 ページ
8. 解答用紙ページ数
物 理——8 ページ 化 学——5 ページ
生 物——3 ページ

化 学

I 以下の文章を読み、問1～4に答えよ。必要があれば以下の値を用いよ。

原子量：O = 16, Cu = 64

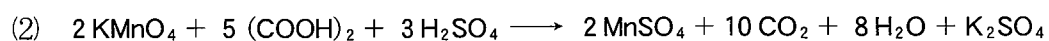
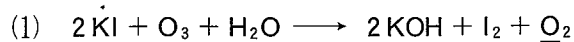
化学反応の中の多くの反応は、酸化還元反応に分類される。例えば、銅 Cu を空気中で加熱する^①と、酸素 O₂ と反応して黒色の酸化銅(II) CuO を生じるという反応は、代表的な酸化還元反応の一つである。酸化と還元を電子の授受によって定義すると、物質が電子を受け取ったとき、その物質は(ア)されたといい、逆に、物質が電子を失ったとき、その物質は(イ)されたという。一般に、酸化されやすい物質は(ウ)剤になり、還元されやすい物質は(エ)剤になる。陽性の強い元素の原子は(オ)されやすい。また、イオン化傾向の大きい金属は(カ)されやすい。電池は酸化還元反応を利用した装置であり、電池が放電しているとき、正極活物質は(キ)されている。共有結合でできた分子が関わる酸化還元反応では、電子の授受はわかりにくい。そこで、物質中の原子間での電子の授受をわかりやすくするために、酸化数という数値が用いられる。反応の前後で、酸化数が増加している原子は(ク)されたといい、酸化数が減少している原子は(ケ)されたという。

酸化還元反応では、酸化剤と還元剤は一定の物質量の比で反応する。この量的関係を利用すると、中和滴定と同様の操作で、酸化剤や還元剤の物質量や濃度が求められる。例えば、濃度不明な過酸化水素 H₂O₂ 水については、硫酸酸性のもとで過剰なヨウ化カリウム KI と反応させ^③、生じたヨウ素 I₂ を濃度既知のチオ硫酸ナトリウム Na₂S₂O₃ 水溶液で滴定すると濃度を正確に求めることができる。

問1 空欄(ア)～(ケ)には、酸化または還元のどちらかの用語が入る。酸化が入るのはどの空欄であるか。(ア)～(ケ)の中からすべて選び、答えよ。

問2 下線部①に関する実験を5.12 gの銅 Cu を用いて行った。反応後の試料を調べると、酸化銅(II) CuO の他に未反応の Cu が残っていた。反応後の試料の質量は6.08 gであった。この反応で、初めの Cu の何%が CuO に変化したかを計算し、有効数字2桁で答えよ。また、計算過程も示せ。

問3 下線部②に関して、以下の化学反応式(1)および(2)の中の下線をつけた原子の酸化数を答えよ。また、これらの反応で酸化剤になっている物質の名称を答えよ。酸化剤がない場合は、なしと答えよ。



化 学

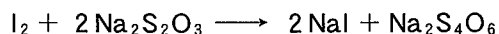
I のつづき

問 4 下線部③に関する実験を以下の操作 I ~ III のように行った。設問(1)~(6)に答えよ。

操作 I. 濃度不明の過酸化水素 H_2O_2 水(溶液 A) 10 mL を(a)で正確にはかり取り、500 mL の(b)に入れた。(b)の標線まで純水を加え、栓をしてよく振り混ぜた(溶液 B)。

操作 II. 操作 I で調製した溶液 B 10 mL を(a)で正確にはかり取り、コニカルビーカーに入れた。ここに過剰なヨウ化カリウム KI 水溶液および希硫酸を加え、しばらく放置してヨウ素 I_2 を生成させた(溶液 C)。溶液 C は、生成した I_2 が溶けたため褐色であった。

操作 III. 0.20 mol/L のチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液を(c)に入れ、操作 II で調製した溶液 C に滴下した。溶液の色が薄くなったところで、指示薬を加え、滴下を続けたところ、19.0 mL 滴下したところで溶液の色が変化した(終点に達した)ので、滴定を終了した。なお、この滴定では以下の式に示す反応が起こった。

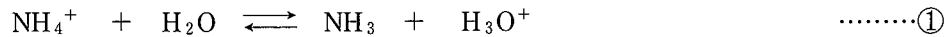


- (1) 上に示した操作 I ~ III の空欄(a)~(c)に適する器具の名称を答えよ。
- (2) この実験の器具(a)~(c)の中で、内部が純水でぬれている場合、共洗いをしてから使用する器具はどれか。(a)~(c)の中からすべて選び、記号で答えよ。
- (3) 操作 II の下線部④で起こった反応を化学反応式で答えよ。
- (4) ヨウ素 I_2 は水にほとんど溶けないが、下線部④の反応で生成した I_2 はなぜ溶けたのか、理由を簡単に答えよ。
- (5) 操作 III の下線部⑤で用いる指示薬として適するものを一つ答えよ。また、その指示薬を加えてから終点に達するまでの溶液の色の変化を答えよ。
- (6) この滴定実験の結果から、溶液 A の H_2O_2 濃度 [mol/L] を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。また、計算過程も示せ。

化 学

II 以下の文章を読み、問1～3に答えよ。

塩化アンモニウム NH_4Cl は水に溶けると、アンモニウムイオン NH_4^+ と塩化物イオン Cl^- に電離する。電離で生じた NH_4^+ の一部が次式のように水と反応し、アンモニア NH_3 が生じる。このとき、同時にオキシニウムイオン H_3O^+ も生じるため、水溶液は弱い酸性を示す。



このように、 NH_4^+ が水と反応して NH_3 を生じる変化を NH_4Cl の加水分解という。

NH_4Cl の希薄溶液では、水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は一定とみなせる。ここで、 H_3O^+ を水素イオン H^+ と略記すると、①式の加水分解反応における平衡定数 K_h は NH_4^+ 、 NH_3 、 H^+ のモル濃度 $[\text{NH}_4^+]$ 、 $[\text{NH}_3]$ 、 $[\text{H}^+]$ を用いて、次のように表される。

$$K_h = \boxed{\text{ア}} \quad \dots\dots\dots\textcircled{2}$$

K_h は加水分解定数と呼ばれる。

②式を用い、 NH_4Cl 水溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ について考えてみる。いま、電離前の NH_4Cl のモル濃度が c (mol/L) である NH_4Cl 水溶液を調製したとする。このとき、加水分解している NH_4^+ の割合を h とすると、平衡時での $[\text{NH}_4^+]$ 、 $[\text{NH}_3]$ 、 $[\text{H}^+]$ はそれぞれ c と h を用いて、 $[\text{NH}_4^+] = c - ch$ (mol/L)、 $[\text{NH}_3] = \boxed{\text{イ}}$ (mol/L)、 $[\text{H}^+] = \boxed{\text{ウ}}$ (mol/L) となる。したがって、 K_h は c と h を用いて、

$$K_h = \boxed{\text{エ}} \quad \dots\dots\dots\textcircled{3}$$

と表される。ここで、 h は1に比べて著しく小さく、 $1 - h \doteq 1$ とすると、 h は c と K_h を用いて、 $h = \boxed{\text{オ}}$ と表され、 $[\text{H}^+]$ は c と K_h を用いて、

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{カ}} \text{ (mol/L)} \quad \dots\dots\dots\textcircled{4}$$

となる。

一方、 NH_3 の電離定数 K_b は

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad \dots\dots\dots\textcircled{5}$$

で表される。②式の分母と分子に水酸化物イオンのモル濃度 $[\text{OH}^-]$ をかけると、 K_h は K_b と水のイオン積 K_w を用いて、

$$K_h = \boxed{\text{キ}} \quad \dots\dots\dots\textcircled{6}$$

となる。⑥式を用いると、 h は c 、 K_b 、 K_w を用いて

$$h = \boxed{\text{ク}} \quad \dots\dots\dots\textcircled{7}$$

と表され、 $[\text{H}^+]$ は c 、 K_b 、 K_w を用いて

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{ケ}} \quad \dots\dots\dots\textcircled{8}$$

となる。⑧式より、 NH_4Cl の加水分解定数がわからない場合でも、 NH_3 の電離定数がわかれば、 $[\text{H}^+]$ が求められることがわかる。

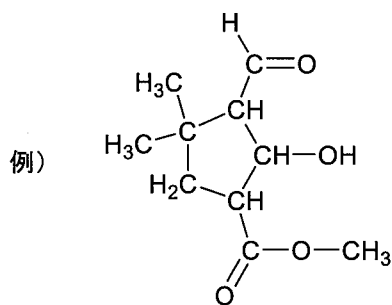
化 学

Ⅲ 以下の文章(I)および(Ⅱ)を読み、問1～7に答えよ。

(I) 化合物A～Cはいずれも分子式 $C_6H_{12}O$ で表され、シクロペンタンの一つまたは二つの水素原子が他の置換基で置き換えられた構造をもつ。化合物A～Cには不斉炭素原子は含まれていない。化合物A～Cに対してナトリウムをそれぞれ加えたところ、AとBでは水素が発生したが、Cでは発生しなかった。この実験結果から、AとBの構造中には(ア)基が、Cの構造中には(イ)結合がそれぞれ含まれることがわかった。また、A～Cを、硫酸酸性溶液中で二クロム酸カリウムと穏やかに反応させた場合には、Aは酸化されて化合物Dが得られたが、BおよびCは酸化されなかった。化合物Dに対してアンモニア性硝酸銀溶液を加えて温めたところ、銀が析出した。この結果から、Dの構造中には(ウ)基が含まれることがわかった。化合物Dを硫酸酸性溶液中で二クロム酸カリウムとさらに反応させた後、得られた化合物にAと濃硫酸を加えて加熱したところ、(エ)結合ができ、 $C_{12}H_{20}O_2$ の分子式で表される化合物Eが得られた。一方、Aのみを、加熱した濃硫酸に少しずつ加えた場合には、 $C_{12}H_{22}O$ の分子式をもつ化合物Fが生成した。化合物EやFが生成する反応のように、2分子の間で小さな分子がとれて結びつく反応を(オ)という。

問1 (ア)～(オ)にあてはまる語句を答えよ。

問2 化合物A～DおよびFの構造式を以下の例にならって書け。



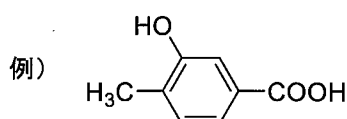
化 学

Ⅲ の つ づ き

(Ⅱ) 化学クラブに所属する A さんは、トルエン、フェノール、安息香酸、アニリンの 4 種類の芳香族化合物が溶けているジエチルエーテル溶液から、分液操作によってそれぞれを分離する実験を行うことにした。最初に、このジエチルエーテル溶液と塩酸を分液ろうとに入れてよく振り混ぜた。その後、エーテル層(エーテル層 1 とする)と水層(水層 1 とする)を分離し、水層 1 に対して水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、(カ)を遊離させることができた。(カ)が得られたことを確認するために(キ)水溶液を加えたところ、赤紫色を呈した。一方、エーテル層 1 に対して元々は炭酸水素ナトリウム水溶液を加えるつもりであったが、A さんはエーテル層 1 に対して、水酸化ナトリウム水溶液を加えてしまった。このときによく振り混ぜて得られた上層と下層をそれぞれエーテル層 2 および水層 2 とする。エーテル層 2 を取り出してジエチルエーテルのみを注意深く蒸発させたところ、(ク)が得られた。その後、水層 2 に対してある一段階の操作を行うことによって(ケ)が沈殿し、水層 2 に溶けている(コ)と分離することができた。(ケ)が得られたことを確認するために(サ)水溶液を加えたところ、紫色に呈色した。また、(コ)が溶けている水層 2 に塩酸を加えたところ、(シ)を白色沈殿として得ることができた。

問 3 下線部①について、もしジエチルエーテル溶液ではなくアセトン溶液であったならば、このような分液操作による分離実験は上手くいかない。その理由を簡潔に述べよ。

問 4 下線部②において主に起こる化学反応の反応式を示せ。なお、芳香族化合物の構造式は以下の例にならって書くこと。



問 5 もし下線部③の操作を行っていたとしたら起こると考えられる化学反応の反応式を示せ。複数の反応が起こる場合にはすべて示せ。芳香族化合物の構造式は問 4 の例にならって書くこと。

化 学

Ⅲのつづき

問 6 下線部④の「ある一段階の操作」とはどのような操作であるか述べてよ。

問 7 (カ)～(シ)にあてはまる化合物名または語句を答えよ。