

平成20年度入学試験問題

理 科

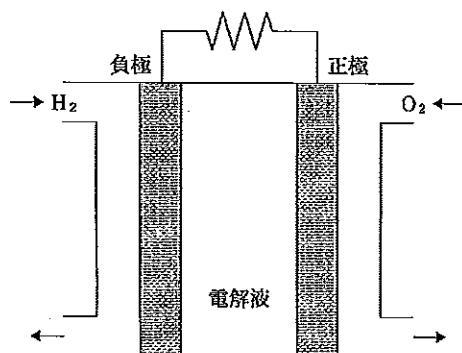
注 意

1. 台図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理、化学、生物のうちから2科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
(ただし受験票、入学願書に記入した2科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理、化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
6. 出題数は物理、化学、生物おのおの4題、別紙解答用紙は各科目それぞれ1枚である。
7. 受験票は机上に出しておくこと。

化 学

(その1)

I 酸化還元反応に伴って生じる化学エネルギーを **ア** エネルギーとして取り出す装置を電池といい、この反応は **イ** の逆反応である。乾電池のような使いきりの **ウ** 電池、充電が可能である鉛蓄電池やニッケル水素電池とは異なり、燃料電池では、**エ** 剤である燃料と **オ** 剤を外部から供給し、放出されるエネルギーを **ア** エネルギーとして効率よく取り出すことができる。燃料として水素を用いたものは、1960年代にアポロ・ジェミニ宇宙船の電源として採用され、副生成物の水が飲料水として利用された。図に代表的な水素-酸素燃料電池の構造を示した。電極は白金触媒をつけた多孔質の導電体である。電解液にリン酸水溶液を用いたリン酸型燃料電池では、負極での反応で生じた **カ** イオンが電解液中を移動し、正極で酸素と反応する。これに対して電解液として水酸化カリウム水溶液を用いたアルカリ型燃料電池では、**キ** イオンが電解液中を移動し、負極で反応する。



- 問 1 ア～キに適切な語句を漢字で書け。
- 問 2 リン酸型燃料電池の正極および負極で起こる反応をイオン反応式で書け。
- 問 3 アルカリ型燃料電池の正極および負極で起こる反応をイオン反応式で書け。
- 問 4 リン酸型燃料電池を1時間運転したところ、180gの水が生じた。このとき得られた電気量は何クーロンか。ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ を用い、答は有効数字3桁で示せ。
- 問 5 リン酸型燃料電池では、酸素源として純粋な酸素だけではなく空気も用いることができる。しかし、アルカリ型燃料電池は空気を用いると問題が生じる。どのような問題が生じるか。

II カタラーゼは過酸化水素の分解を触媒する酵素である。山下幹彦君は、反応液中の過酸化水素の量を測定すれば、この分解反応の進み方を調べることができると考えた。山下君は 2.00 mol/l の過酸化水素水 10.0 ml に少量のカタラーゼを加えて反応を開始した。これを反応液Aとする。反応開始後120秒と240秒に反応液Aをそれぞれ正確に 1 ml 取り、希硫酸を加えて反応を止めた。120秒後に反応を止めた液を 0.100 mol/l の過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定し、残存する過酸化水素を測定した。その結果、過マンガン酸イオンの赤紫色が消えなくなるまでに過マンガン酸カリウム水溶液 4.96 ml を要した。次に、240秒後に反応を止めた液にヨウ化カリウム水溶液を加え十分反応させた後、デンプン水溶液を加えたところ紫色に発色した。この液を 0.100 mol/l のチオ硫酸ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、 15.2 ml でヨウ素デンプン反応の発色が消えた。これは、 $\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ の反応が起きたためである。なお、過酸化水素水にカタラーゼを加えたときの体積の変化は無視しうるものとする。

- 問 1 下線部(1)及び(2)の反応の反応式を書け。
- 問 2 問1の反応の前と後におけるマンガン及びヨウ素の酸化数を答えよ。
- 問 3 問1の(1)と(2)の反応において、酸化剤および還元剤として作用したものは、それぞれ何か。
- 問 4 120秒と240秒後に反応液Aに残っている過酸化水素の濃度は、それぞれいくらか。単位とともに有効数字3桁で答えよ。
- 問 5 カタラーゼが過酸化水素を分解する速さは、反応液中の過酸化水素の濃度に比例する。反応開始から120秒後の反応の速さが、 $4.96 \times 10^{-3} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$ であるとき、この反応の反応速度定数はいくらか。また、反応開始後240秒後の反応の速さはいくらか。単位とともに有効数字3桁で答えよ。

Ⅲ C_3H_6O の分子式をもつ化合物Aが含まれている溶液がある。清美学君は化合物Aの性質を調べようとして、次の実験をおこなった。この溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えてから、試薬棚にあった「ヨウ素溶液」とラベルが貼ってある試薬Bを加えて温めたところ、多量の ア 色の沈殿が生成した。沈殿の量が予想以上に多かったことに疑問を持ち、新たにヨウ素溶液(試薬C)を作って同じ実験を行ったところ、ア 色の沈殿は少量しか生成しなかった。更に、試薬Bと試薬Cに水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めてみたところ、試薬Bでは沈殿が多量に生成し、試薬Cでは沈殿は生成しなかった。

問 1 C_3H_6O の分子式をもつ化合物の構造式をすべて示せ。ただし、環状構造を持つ化合物と立体異性体は考慮しなくてよい。

問 2 問 1 の解答の中で化合物Aの構造式を丸で囲み、その名称を答えよ。

問 3 ア の色は何色か。

問 4 この沈殿を生じる反応の名称を答えよ。

問 5 試薬Bと試薬Cはヨウ素をそれぞれ何に溶かしたものと考えられるか。可能性のあるものの名称を1つずつあげよ。

Ⅳ 加賀久好君は化学実験で未知試料中の金属イオンを分析する課題を与えられた。与えられた試料には Na^+ 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Pb^{2+} のうちの数種類のイオンが硝酸塩として存在し、それらの濃度はすべて 0.1 mol/l ということである。加賀君は以下の操作により分析をおこなった。ただし、用いた塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア水の濃度はすべて 6 mol/l である。

(1) 試料 5 ml を試験管に取り、これに塩酸 3 ml を加えたところ、沈殿が生じた。この混合液をよく冷却後、逡過により沈殿と逡液に分離した。

(2) (1)の沈殿の一部をとり日光に当てたところ白色の沈殿が黒ずんできた。残った(1)の沈殿をビーカーに移してアンモニア水を加えたところ、沈殿の量は減少したが、一部は溶けないで残った。逡過により沈殿と逡液に分離した。

(3) (1)の逡液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて中和した。さらにこの溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えたところ、沈殿が増加した。あらたに沈殿が生じなくなったところで加えるのを止め、逡過により沈殿と逡液に分離した。

(4) (3)の沈殿に 5 ml の水酸化ナトリウム水溶液を加え、よくかき混ぜた後、逡過により沈殿と逡液に分離した。

(5) (4)の沈殿に 5 ml のアンモニア水を加え、よくかき混ぜた後、逡過により沈殿と逡液に分離した。

(6) (4)の逡液を塩酸で中和した後、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。あらたに沈殿が生じなくなったところで加えるのを止め、逡過により沈殿と逡液に分離した。

(7) (6)の沈殿に 3 ml のアンモニア水を加えたところ、沈殿はすべて溶解した。

問 1 (1)で塩酸を加えた後、冷却したのはなぜか、その理由を述べよ。

問 2 (2)で得られた沈殿と逡液に含まれる金属イオン化合物を化学式で示せ。

問 3 (3)の逡液を用いて炎色反応をおこなったところ、黄色の炎が観察された。この結果から未知試料中に存在するイオンについて何かわかることがあるか、理由とともに答えよ。

問 4 (5)の沈殿と逡液に含まれる金属イオン化合物を化学式で示せ。また、沈殿と逡液の色は何色か。

問 5 (5)の沈殿の一部を少量の塩酸に溶かした後、ア を加えたところ、濃青色の沈殿が生じた。また、イ を加えたところ、血赤色の溶液となった。ア と イ の化合物の名称を答えよ。

問 6 (7)で沈殿がアンモニア水に溶けたときの反応を化学反応式で示せ。