

# 平成 25 年度入学試験問題

## 医 学 科 ( 前 期 )

### 理 科

| 科 目 | ページ数          |
|-----|---------------|
| 物 理 | 1 ページ～ 8 ページ  |
| 化 学 | 9 ページ～14 ページ  |
| 生 物 | 15 ページ～20 ページ |

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

#### (注 意)

1. 問題冊子及び解答冊子は試験開始の合図があるまで開かないでください。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には受験番号も必ず記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。
4. 選択した科目の解答冊子の選択科目確認欄に正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
5. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
6. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の所定の欄に記入してください。
7. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
8. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
9. 試験時間は 120 分です。
10. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
11. 問題冊子は持ち帰ってかまいません。

## 化 学

1. 化学は全部で3問題あり、合計6ページあります。
2. すべての問題に解答してください。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ、合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入してください。

1 次の文章を読んで、問1～問8に答えなさい。

周期表の3～(ア)族の元素を遷移元素という。遷移元素の単体は、すべて金属であり、そのため遷移金属ともいわれる。遷移元素の原子の大部分は、最外殻電子が(イ)個または(ウ)個であるが、同一の元素であっても、複数の酸化数を示す場合が多い。また、遷移元素は、種々の合金の成分や触媒として重要である。

第(エ)周期、(オ)族のクロム<sub>24</sub>Crと(カ)族のマンガン<sub>25</sub>Mnについて考えてみよう。クロムの原子半径は、マンガンのそれよりわずかに(キ：大きい、小さい)が、Cr<sup>3+</sup>イオンとMn<sup>2+</sup>イオンでは、大小関係は逆転する。クロムのイオンを含む水溶液に鉄製品を浸し、これを(ク：陰、陽)極として電気を通じると、鉄の表面に銀白色の光沢をもつクロムがめつきされ、さびにくくなる。クロムめっきは、水道の蛇口などに施されている。また、クロムは、(ケ)とともに鉄に加えられ、ステンレス鋼がつくられている。この合金はきわめてさびにくく、台所用品や工具に用いられている。マンガンも、鉄に少量加えられ、マンガン鋼として、線路や橋などの構造材料に用いられている。

塩化クロム(Ⅲ)を水に溶かすと、Cr<sup>3+</sup>イオンが(コ)色を示す。酸化クロム(Ⅲ)を含むCu-Zn-Cr系触媒を使って、水性ガスの組成を変えた合成ガスから(サ)が製造されている。クロム酸カリウムは黄色の結晶であり、その水溶液も黄色であるが、これはCrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>イオンの色である。このとき、クロムの酸化数は+Ⅵである。CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>イオンは、Ag<sup>+</sup>イオン、Ba<sup>2+</sup>イオン、Pb<sup>2+</sup>イオンと反応して、それぞれ(シ)色のクロム酸銀、(ス)色のクロム酸バリウム、(ス)色のクロム酸鉛の沈殿を生じるため、これらの金属イオンの分離や確認に用いられる。CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>イオンを含む水溶液を酸性にすると赤橙色の(セ)イオンになる。また、(セ)イオンを含む水溶液を塩基性にすると、再びCrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>イオンになる。(セ)イオンは、硫酸酸性水溶液中で強い酸化作用を示す。

一方、塩化マンガン(Ⅱ)を水に溶かすと、Mn<sup>2+</sup>イオンの(ソ)色を示す。酸化マンガン(Ⅳ)は、(タ)色の粉末で、酸化作用を示し、マンガン乾電池に利用されている。また、濃塩酸を加えて加熱すると塩素が得られる。さらに、酸化マンガン(Ⅳ)は、塩素酸カリウムの分解反応や過酸化水素の分解反応の触媒としても用いられる。過マンガン酸カリウムは、黒紫色の針状結晶であり、このとき、マンガンの酸化数は(チ)である。水に溶けると赤紫色の(ツ)イオンを生じ、硫酸酸性水溶液中で強い酸化作用を示す。

問1 空欄(ア)～(カ)および(ケ)～(ツ)にあてはまる、数字、化学式、色を記しなさい。また、空欄(キ)および(ク)は適当な語句を選択しなさい。

問2 下線部(a)の理由を35字以内で説明しなさい。

- 問 3 下線部(b)の理由を 35 字以内で説明しなさい。
- 問 4 下線部(c)の変化をイオン反応式で示しなさい。
- 問 5 下線部(d)の例として、ヨウ化物イオンとの反応をイオン反応式で示しなさい。
- 問 6 下線部(e)の電池構成を、例にならって電池式で表しなさい。  
例：鉛蓄電池  $(-)\text{Pb}|\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})|\text{PbO}_2(+)$
- 問 7 下線部(f)において、酸化マンガン(IV)と同じ働きをする、肝臓や血液中などにある酵素の名称を答えなさい。
- 問 8 下線部(g)の硫酸酸性は、なぜ塩酸酸性や硝酸酸性ではいけないのか、40 字以内で説明しなさい。

- 2 次の文章を読んで、問1～問6に答えなさい。ただし、窒素、水素、アンモニアの全てが理想気体としてふるまうものとする。また、気体定数は $R(\text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}))$ 、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{N} = 14$ とする。

窒素と水素の混合気体を、酸化鉄系の触媒を含む耐圧容器中で、数百気圧(数十MPa)、 $500^\circ\text{C}$ 前後にすると、アンモニアが生成して平衡状態に達する。また、反応温度を高くするとアンモニアの生成率は低下する。工業的には、反応後の混合気体を冷却することで、未反応の窒素と水素から、アンモニアが分離され取り出されている。未反応の窒素と水素は、原料として再利用される。

- 問1 窒素と水素からアンモニアが生成するときの化学反応式を書きなさい。また、この反応は、発熱反応か吸熱反応か、理由とともに説明しなさい。
- 問2 体積と温度を一定に保ち、窒素 $5.00\text{ mol}$ と水素 $5.00\text{ mol}$ を反応させ、窒素が $a\text{ mol}$ 消費されて平衡状態に達したとする。体積は $V(\text{L})$ 、温度は $T(\text{K})$ として、次の表中の(ア)～(キ)の値を、文字を含む式で答えなさい。

|          |       | 窒素   | 水素   | アンモニア |
|----------|-------|------|------|-------|
| 物質量[mol] | 反応開始時 | 5.00 | 5.00 | 0     |
|          | 平衡時   | (ア)  | (イ)  | (ウ)   |
| 分圧[Pa]   | 反応開始時 | (エ)  | (エ)  | 0     |
|          | 平衡時   | (オ)  | (カ)  | (キ)   |

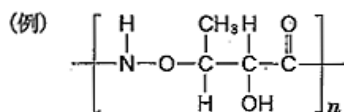
- 問3 上の問2の平衡状態に達した時の容器内の圧力は、反応開始時の圧力の $0.80$ 倍となった。このとき生成したアンモニアの物質量を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- 問4 上の問3の平衡状態における混合気体の見かけの分子量(平均分子量)を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- 問5 上の問3の平衡状態における濃度平衡定数 $K$ を、 $V = 10.0\text{ L}$ として求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 6 上の問 3 の平衡状態に関して正しく記述しているものを次の(ク)~(ス)の中から選び、記号で

答えなさい。ただし、アンモニアが生成する反応を正反応とする。

- (ク) 正反応も、逆反応も停止している。
- (ケ) 正反応の速さが逆反応の速さよりも大きい。
- (コ) 正反応の速さが逆反応の速さよりも小さい。
- (サ) 正反応の速さは逆反応の速さと等しい。
- (シ) 平衡状態に触媒を追加するとアンモニアの生成率が増加する。
- (ス) 平衡状態に Ar を加えるとアンモニアの生成率が増加する。

3 次の文章を読んで、問1～問6に答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。



糖類は炭水化物ともいわれる。食品としての糖類は穀類やイモ類などから得られるが、その主成分はデンプンである。また、穀類やイモ類には、同じ糖類である、スクロースや(ア)なども含まれている。(ア)は、木綿を構成する物質でもあり、これもまた日常生活に欠かせない重要な物質である。デンプンは(イ)と水を原料に緑色植物による(ウ)でつくられる。

スクロースは、二糖でありショ糖ともいい、サトウキビやテンサイ(ビート)から得られる白い結晶である。日常用いるスクロースの製品を(エ)という。(エ)は普通、白色粉末状で用いられるが、純度の低い(オ)や、純度の高い結晶状の(カ)などもある。一方、デンプンや(ア)は多糖であり、酸を加えた水溶液中で加熱すると加水分解され、単糖の(キ)を生じる。糖類の分子は、分子中に複数の(ク)基をもつのが特徴である。したがって、この官能基の反応性を利用して、種々の化合物に変換されている。例えば(ア)の硝酸エステルは火薬として用いられる。

問1 文中の(ア)～(ク)にあてはまる語を記しなさい。

問2 下線部(a)の理由を簡潔に書きなさい。

問3 下線部(b)の構造式を書きなさい。

問4 スクロースを含む溶液にフェーリング液を加えて加熱した場合、どのような結果が得られるか。また、その理由を簡潔に書きなさい。

問5 スクロースを加水分解したとき生成する糖の混合物の名称を書きなさい。

問6 下線部(c)の構造式を書きなさい。