

平成 21 年度 日本医科大学入学試験問題

[理 科]

受験番号	
------	--

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目は予め受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。
(問題冊子 17 ページ, うち 2 ページは計算用紙, 解答用紙 物理 1 枚, 化学 1 枚, 生物 1 枚)
落丁, 乱丁, 印刷の不鮮明の箇所があったら, 手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。
なお, 試験開始後 40 分経過後でなければ退室は認めない。
5. 机には, 受験票と筆記用具および時計 (計時機能のみ) 以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆, シャープペンシル, 消しゴムのみとする。
(コンパス, 定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は, 監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白及び計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問, 用便, 中途退室など用件のある場合は, 無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は, 退室を命じ試験の一切を無効とする。
14. 退室時は, 試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

化 学

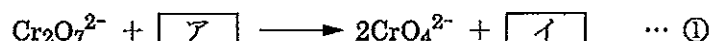
[I] 以下の問いに答えなさい。

- (1) 氷の結晶中において、1個の水分子に隣接している水分子は何個ですか。数値で示しなさい。
- (2) 塩化ナトリウムが水溶液中でモル比 1 : 1 に完全に解離することを、電気化学的な測定以外の方法で知るには何を測定すればよいですか。一つだけを5字以内で書きなさい。ただし、電気化学的な測定とは、溶液中に電極を入れる測定のすべてを指すものとする。
- (3) 一般に金属は熱をよく伝える性質がある。その理由を20字以内で説明しなさい。
- (4) プレンステッドの塩基の定義を15字以内で書きなさい。
- (5) $C(\text{固体}) + CO_2(\text{気体}) = 2CO(\text{気体}) - 172 \text{ kJ}$ の反応でCOの生成率を低くするには、温度と圧力をどのようにすればよいですか。それぞれについて、「高くする」または「低くする」のように書きなさい。
- (6) アルミニウムが濃硝酸に溶けにくい理由を30字以内で説明しなさい。
- (7) 次に示す分子の中で、炭素間の結合距離が長いものから順に、不等号の記号 > を用いて並べなさい。
エチレン, ベンゼン, エタン, アセチレン
- (8) 次の分子を分子式に直し、非共有電子対を多く含むものから順に、不等号の記号 > を用いて並べなさい。
塩化水素, フッ素, アンモニア, メタン

〔II〕 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

二クロム酸カリウムの結晶を蒸留水に溶解して 0.30 mol/L 水溶液を調製した。この二クロム酸カリウム水溶液に 0.60 mol/L 水酸化カリウム水溶液を過不足なく加えて、クロム酸カリウム水溶液を得た。これを溶液 A とする。

溶液中で二クロム酸イオンがクロム酸イオンへと変化する反応は、式①で表される。



溶液 A と同体積の 0.80 mol/L 硫酸カリウム水溶液を混合した後、この混合溶液を蒸留水で 5 倍に希釈して溶液 B を得た。

問 1 0.30 mol/L 二クロム酸カリウム水溶液に希硫酸とエタノールの混合液を加えて加熱した。溶液中の二クロム酸カリウムがすべて反応したとき、溶液は何色になりますか。

問 2 溶液 A を得る際、水酸化カリウム水溶液を加える前後で溶液の色は何色から何色に変化しますか。

問 3 反応式 ① の $\boxed{\text{ア}}$ および $\boxed{\text{イ}}$ に入る化学式を、必要ならば係数をつけて書きなさい。

問 4 溶液 B を攪拌しながら、0.040 mol/L 塩化バリウム水溶液を徐々に加えた。 CrO_4^{2-} および SO_4^{2-} は加水分解しないものとして、(1)～(4)に答えなさい。ただし、 BaCrO_4 および BaSO_4 の溶解度積をともに $1.2 \times 10^{-10}(\text{mol/L})^2$ とし、沈殿の生成にもとづく溶液の体積変化は無視できるものとする。

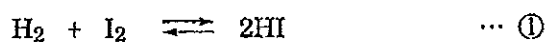
(1) CrO_4^{2-} と SO_4^{2-} のどちらが先に沈殿を生じますか。

(2) 溶液 B に、それと同体積の 0.040 mol/L 塩化バリウム水溶液が加えられたとき、一方の陰イオンの沈殿だけが生じた。溶液中の Ba^{2+} の濃度は何 mol/L になっていますか。有効数字 2 桁で求めなさい。

(3) 溶液 B に 0.040 mol/L 塩化バリウム水溶液を加えていき、溶液全体の体積が溶液 B の a 倍になったとき、もう一方の陰イオンの沈殿が生じ始めた。このときの溶液中の Ba^{2+} のモル濃度を、 a を用いて表しなさい。

(4) (3)の時点において、(2)で沈殿を生じた陰イオンの何%が沈殿になっていますか。物質量の百分率(%)を有効数字 2 桁で求めなさい。

[III] 一定の温度に保たれた容積 5.00 L の密閉容器に、はじめに気体の H_2 1.00 mol と気体の I_2 1.00 mol を入れて反応させると、ある反応時間 t (s) において、容器中の I_2 は 0.500 mol に減少した。この気体反応は①式で示される可逆反応であり、 $[\text{H}_2]$ の減少速度は②式で示される。式中の k_1 と k_2 は速度定数であり、 $k_1 = 6.43 \times 10^{-2} \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ 、 $k_2 = 1.16 \times 10^{-3} \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ である。気体はすべて理想気体とし、容器内の全圧は反応途中のどの時点でも一定であるとして、以下の各問いに答えなさい。ただし、答えはすべて有効数字 3 桁で、単位を付けて書きなさい。

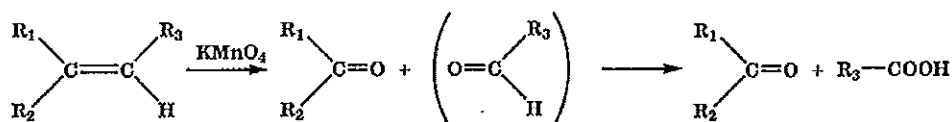


$$-\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = k_1 [\text{H}_2][\text{I}_2] - k_2 [\text{HI}]^2 \quad \dots \text{②}$$

- 問1 反応時間 t において、容器中に存在する HI の物質質量 (mol) を求めなさい。
- 問2 反応時間 t における正反応の速度 v_1 を求めなさい。
- 問3 反応時間 t における逆反応の速度 v_2 を求めなさい。
- 問4 反応時間 t における $[\text{HI}]$ の増加速度 $\frac{\Delta[\text{HI}]}{\Delta t}$ を求めなさい。
- 問5 この反応が平衡にあるときの v_1 と v_2 を求めなさい。ただし、反応①の平衡定数は $(7.45)^2$ とする。

〔IV〕 次の (1)～(5) の文を読み以下の問いに答えなさい。ただし、原子量は C=12.0, H=1.00, O=16.0 とする。

- (1) 分子内の炭素原子間に二重結合を一つ含む鎖状炭化水素は [ア] と呼ばれ、工業的には石油ナフサの [イ] で製造されるが、実験室ではアルコールを脱水することで得られる。例えば、[ウ] に濃硫酸を加え約 [エ] °C に加熱するとエチレンが得られる。
- (2) [ア] の二重結合の確認には、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液や [オ] が用いられる。[ア] を含む溶液と [オ] を混合してよく振り混ぜると、[オ] の色は赤褐色から無色に変化する。一方、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を用いると、二重結合は酸化されて結合が開裂し、カルボニル基を含む化合物が生成する。下式に示す化合物の場合はケトンとアルデヒドを生じるが、アルデヒドはさらにカルボン酸にまで酸化される。



注：R₁-, R₂-, R₃-は C_nH_{2n+1}- で表されるアルキル基 (n は正の整数)

この反応を利用して分子中に二重結合をもつ化合物の構造を決めることができる。

- (3) 脂質には [カ] 脂質と [キ] 脂質とがあり、[カ] 脂質は脂肪酸とアルコールからなるが、[キ] 脂質にはリン酸、タンパク質、アミンや [ク] も含まれている。[カ] 脂質は主に油脂を示し、常温で固体のものを脂肪、液体のものを [ケ] という。油脂を酵素 [コ] で加水分解すると脂肪酸とグリセリンを生じる。
- (4) 1 種類の脂肪酸からなる油脂 8.84 g を完全に加水分解したところ、脂肪酸 A と 0.92 g のグリセリンが生成した。
- (5) (4) で得られた脂肪酸 A の 1 mol を、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると、ジカルボン酸 HOOC-(CH₂)₇-COOH および、ケトン B (C_nH_{2n+1})- $\begin{array}{c} \text{C}-\text{CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$ がそれぞれ 1 mol ずつ生成した。

問 1 (1)～(3)の [ア] ～ [コ] の中に適当な語句または数値を入れなさい。

問 2 (2)のように、硫酸酸性溶液中で過マンガン酸カリウムを用いて酸化反応を行ったときのマンガンの酸化数の変化を例にならって答えなさい。 例：+3 → +1

問 3 脂肪酸 A の分子量を求めなさい。

問 4 脂肪酸 A の炭化水素基部分に含まれる二重結合の数を答えなさい。

問 5 脂肪酸 A の分子式を書きなさい。

問 6 (5)のケトン B におけるアルキル基の n の値を求めなさい。

問 7 脂肪酸 A として考えられる構造式をすべて書きなさい。ただし、長い直鎖部分は -(CH₂)₄- のように省略して表すこと。