

平成24年度 総合化学院修士(博士前期)課程
入学試験問題

総合基礎科目 (総合基礎化学)

専門基礎科目も解答しなさい。

平成23年8月17日(水) 9:30~12:00 (専門基礎科目の試験時間を含む)

注意事項

- (1) 全設問に解答しなさい。
- (2) 配点は100点である。
- (3) 解答は設問毎に所定の答案用紙に記入しなさい。
- (4) 答案用紙の所定の欄に受験番号を必ず記入しなさい。
- (5) 答案用紙のみ全て封筒に入れて提出しなさい。
- (6) 草案紙は2枚ある。
- (7) 問題紙、草案紙は提出する必要はない。

化学1日目問題 (総合化学院 総合化学専攻)

試験科目	総合基礎化学 (1/4)
------	--------------

* 解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問1 次の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 温度 T における気体分子の平均二乗速度 $\overline{c^2}$ は,

$$\overline{c^2} = \frac{3RT}{M}$$

で与えられる。ここで、 R は気体定数、 M はモル質量である。次の問 (ア) ~ (エ) に答えなさい。

- (ア) 300 K, 1 atm における H_2 分子の根平均二乗速度を求めなさい。 H_2 の分子量は 2, R は $8.31 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- (イ) 上の式を利用して、分子1個当たりの平均の並進運動エネルギー $\bar{\epsilon}$ を Boltzmann 定数 k と温度 T を用いて書きなさい。
- (ウ) 根平均二乗速度と単純平均速度の違いを述べなさい。
- (エ) 1 atm は SI 単位に変換すると、どのように書けるか。適当な数値と単位を解答欄に書きなさい。必要であれば、重力加速度は 9.81 m s^{-2} , 水の密度は 0.997 g cm^{-3} , 水銀の密度は 13.6 g cm^{-3} , 1 atm は 760 mmHg として計算しなさい。

(2) 次の問 (ア), (イ) に答えなさい。

- (ア) 次にあげる過程のうち、「エントロピーが増大する変化」ではない過程の記号をすべて書きなさい。
 - a. 高温物体と低温物体を接触させ、温度が均一になった場合。
 - b. 温度が等しい高濃度の溶液と低濃度の溶液を混合して、濃度が均一になった場合。
 - c. 理想気体を可逆的に加熱・膨張させた場合。
 - d. 理想気体を断熱可逆的に膨張させた場合。
 - e. 固体が融点で融解する場合。
- (イ) 温度が 500 K の物体から 250 K の物体へ 5000 J の熱が移動した。両物体の温度は移動前後で変わらないものとするとき、全系のエントロピー変化を求めなさい。また、この過程は可逆過程か、不可逆過程か、解答欄に○をつけなさい。

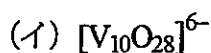
化学1 日目問題 (総合化学院 総合化学専攻)

試験科目	総合基礎化学 (2/4)
------	--------------

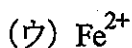
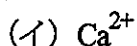
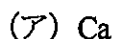
* 解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問2 次の問 (1) ~ (3) に答えなさい。

(1) 次に示す (ア) ~ (エ) の化学種について, 含まれる遷移金属の酸化数をそれぞれ解答欄に記入しなさい。



(2) 次に示す (ア) ~ (ウ) の原子またはイオンのうち, 電子が配置されている軌道の最大主量子数と, 最も高いエネルギー準位の軌道の方位量子数をそれぞれ解答欄に記入しなさい。



(3) 塩化ナトリウム型構造を有する酸化マグネシウム MgO について, 次の問 (ア) ~ (ウ) について答えなさい。

(ア) 単位格子に含まれる陽イオンの数を解答欄に記入しなさい。

(イ) MgO の室温における格子定数は 0.420 nm である。室温での MgO の密度 (g cm^{-3}) を求めなさい。ただし, MgO の式量を 40.3 , アボガドロ定数を $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

(ウ) MgO 結晶中において, 最近接の Mg^{2+} と O^{2-} の間にはたらく引力は, NaCl 結晶中における最近接の Na^+ と Cl^- の間にはたらく引力の何倍になるかを答えなさい。ただし, 塩化ナトリウム NaCl の格子定数を 0.560 nm とする。

化学1 日目問題 (総合化学院 総合化学専攻)

試験科目	総合基礎化学 (3 / 4)
------	----------------

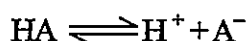
* 解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

設問3 次の問 (1), (2) に答えなさい。

- (1) $2.0 \times 10^{-2} \text{ M}$ ($= \text{mol L}^{-1}$) の Cl^- イオンと $2.0 \times 10^{-2} \text{ M}$ の CrO_4^{2-} イオンを含む試料水溶液 1 L がある。 $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ AgNO_3 水溶液を加えることで、この溶液からできるだけ多くの Cl^- イオンを CrO_4^{2-} イオンの混入なく選択的に除去したい。以下の問 (ア), (イ) に答えなさい。ただし、 AgCl と Ag_2CrO_4 の溶解度積をそれぞれ $K_{\text{SP}(\text{AgCl})} = 2 \times 10^{-10}$, $K_{\text{SP}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = 2 \times 10^{-12}$ とする。

- (ア) $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ の AgNO_3 水溶液を何 mL まで加えることができるか、答えなさい。
 (イ) (ア) で求めた体積の $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ AgNO_3 水溶液を、上記の試料溶液に加えたときの Cl^- イオンの濃度を求めなさい。

- (2) 一塩基酸 HA は、水溶液中で以下のような解離平衡が存在する。



平衡に達したときのこの水溶液中での各成分の濃度を $[\text{HA}]$, $[\text{H}^+]$, $[\text{A}^-]$, $[\text{OH}^-]$ とするとき、以下の問 (ア) ~ (エ) に答えなさい。

- (ア) この平衡の解離定数を K_a , 酸の全濃度を C_0 とするとき、これらの値を各成分の濃度で表しなさい。
 (イ) (ア) で求めた式以外に、水の電離平衡定数 K_w と、水溶液の電気的中性から得られる2つの式を、各成分の濃度で表しなさい。
 (ウ) (ア) と (イ) の結果に基づき、 $[\text{OH}^-]$ が $[\text{H}^+]$ に対して無視できるとき、 $[\text{H}^+]$, K_a , C_0 の間の以下の関係式を導きなさい。

$$[\text{H}^+]^2 + K_a[\text{H}^+] - K_a C_0 = 0$$

- (エ) (ウ) の関係式に基づき、HA が弱酸の場合には、この溶液の pH について、以下の式が成立することを示しなさい。

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log C_0)$$

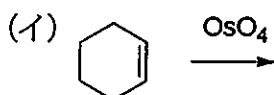
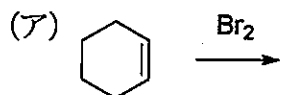
化学1日目問題 (総合化学院 総合化学専攻)

試験科目	総合基礎化学 (4/4)
------	--------------

* 解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること (答案用紙4枚)。

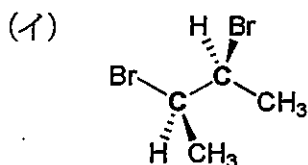
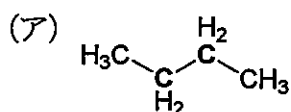
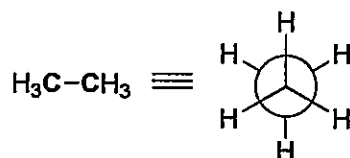
設問4 次の問 (1) ~ (3) に答えなさい。

(1) 次の反応 (ア), (イ) の生成物を書きなさい。ただし, 生成物の立体化学を明記すること。

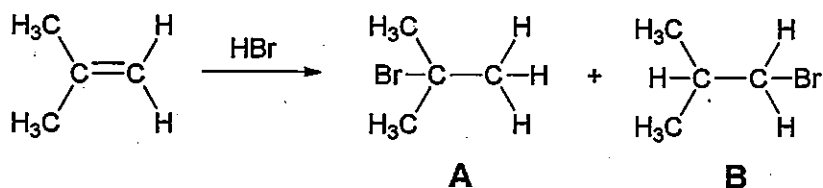


(2) 次の構造 (ア), (イ) の太字で示した炭素原子に関して, 最も安定な配座を例にならってニューマン投影式で書きなさい。

例



(3) 以下の反応で主に生成する二つの生成物 A, B のうち, 主生成物を示しなさい。また, その化合物が主生成物となる理由を, 以下の語句をすべて用いて説明しなさい。



語句 [求電子付加反応・カルボカチオン・中間体・安定性]