# 産業医科大学

2025 年度　一般選抜　化学

（2 科目　100 分）

必要があれば，次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0，C = 12，N = 14，O = 16

$R = 8.3 \times 10^3\,\mathrm{Pa \cdot L/(mol \cdot K)}$

〔**1**〕 以下の文章を読み，問 1〜問 3 に答えなさい。

窒素酸化物について，以下のような実験を行った。なお，実験はすべて室温（27 ℃），$1.0 \times 10^5$ Pa のもとで行い，気体は理想気体としてふるまい，注射筒のピストンは自由に動けるものとする。

互いにコックで連結されたピストン付きの注射筒 A に一酸化窒素（NO）が，注射筒 B には 100 mL の酸素（$O_2$）が入っている（図 1）。コックを開き，注射筒 B のピストンを押して，酸素をすべて注射筒 A に移し，コックを閉じた。すぐに(A)赤褐色の気体 $NO_2$ が生じ，その後(B)$NO_2$ の一部が会合して無色の気体 $N_2O_4$ が生成され，平衡状態となった。

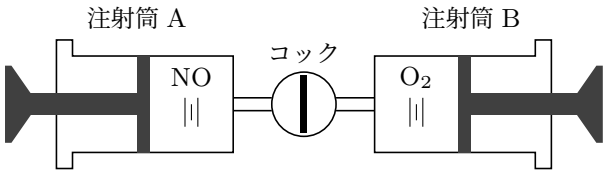



図 1

この状態で，注射筒 B を，水（$H_2O$）200 mL が入った注射筒 C に交換した（図 2）。コックを開き，水をすべて注射筒 A に移しコックを再び閉じた。注射筒 A 内の混合気体と水を混合させたところ，(C)$NO_2$ はすべて溶解し，硝酸が生じた。

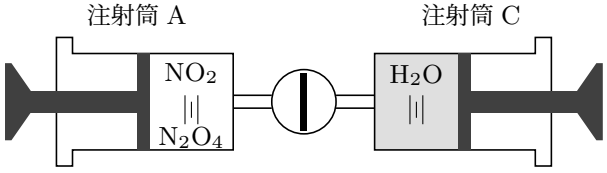
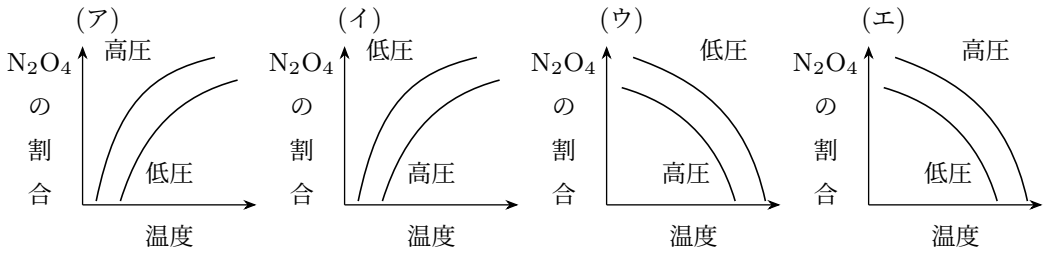



図 2

問 1　下線部（A）に関して，NO と $O_2$ が互いに過不足なく反応し，2NO（気）＋ $O_2$（気）→ 2$NO_2$（気）の反応が進行し，$NO_2$ のみが注射筒 A に残った。他の反応は起こらないものとすると，気体 $NO_2$ の物質量は何モルになるか，有効数字 2 桁で答えなさい。

問 2　下線部（B）に関して以下の設問に答えなさい。

(1)　一般に $NO_2$ から $N_2O_4$ が生成する反応は，発熱反応である。「高圧」もしくは「低圧」の状態でこの反応が平衡状態にあるとき，「温度」と「$N_2O_4$ の割合」との関係を示したグラフを，下のグラフから選び記号で答えなさい。




(2)　下線部（B）の反応における平衡定数 $K_p$ を $K_p = [P_{N2O4}] / [P_{NO2}]^2$ と定義する。ここで $P_{N2O4}$，$P_{NO2}$ はそれぞれ $N_2O_4$，$NO_2$ の分圧である。$K_p$ は，$NO_2$ の会合度 $\alpha$ を使って，どのように表されるか，答えなさい。単位も記載すること。会合度とは，［会合した物質量］/［元の物質量］のことを意味する。

(3)　$NO_2$ と $N_2O_4$ の混合気体の体積が 120 mL となった。(2) で表した会合度 $\alpha$ と，$K_p$ の値を，それぞれ有効数字 2 桁で答えなさい。$K_p$ については単位も記載すること。

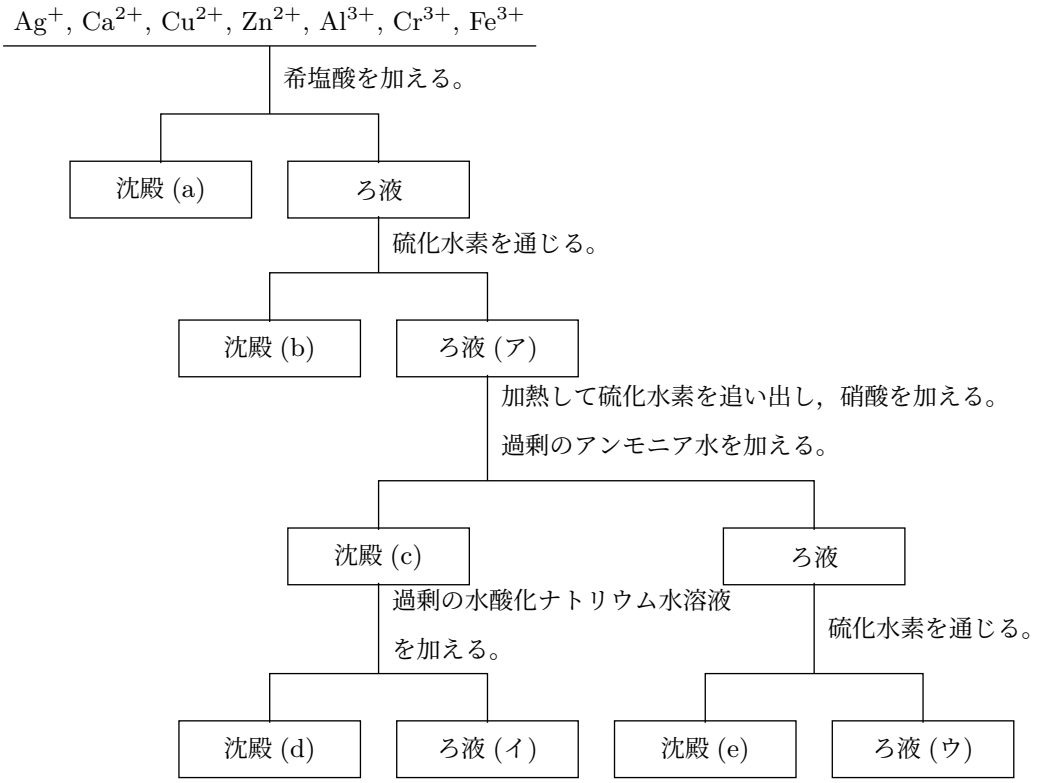
問 3　下線部（C）に関して以下の設問に答えなさい。

(1)　$NO_2$ と水との反応を表す化学反応式を書きなさい。

(2)　生じた硝酸のモル濃度を，有効数字 2 桁で答えなさい。ただし，$NO_2$ の溶解による液体の体積変化は無視してかまわない。また，$N_2O_4$ の水への溶解や反応については無視するものとする。単位も記載すること。

〔**2**〕 金属イオンの分離，分析に関して次の問 1〜問 5 に答えなさい。

$Ag^{+}$，$Ca^{2+}$，$Cu^{2+}$，$Zn^{2+}$，$Al^{3+}$，$Cr^{3+}$，$Fe^{3+}$ の金属イオンを含んだ水溶液がある。なお，含まれる金属イオンはこの 7 種類のみである。また，この操作において $Cr^{3+}$ は $Al^{3+}$ と同様の挙動を示した。




問 1　(a)〜(e) の沈殿中における物質の化学式を答えなさい。

問 2　ろ液（ア）中に含まれる，金属イオンをすべて答えなさい。

問 3　ろ液（イ）中に含まれる，もとの金属イオンをすべて答えなさい。

問 4　6 価のクロム化合物は毒性が強いことが知られている。代表的な 6 価クロム化合物の化学式を 1 つ答えなさい。

問 5　ろ液（ウ）に溶解している金属イオンを確認するための，操作方法と結果を 40 文字以内で答えなさい。

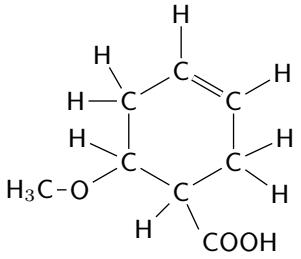
〔**3**〕 以下の文章を読み，問 1，問 2 に答えなさい。

化合物 A，B，C，D は炭素，水素，酸素だけからなる脂環式化合物（ベンゼン環を含まない環式化合物）である。化合物 A〜D の分子式は同一で，分子量は 100 以上 150 以下である。化合物 A〜D 5.70 mg をそれぞれ完全に燃焼したところ，二酸化炭素が 13.2 mg，水が 4.50 mg 得られた。

問 1　化合物 A〜D の分子式を求めなさい。

問 2　化合物 A〜D に関する説明 (i)〜(iv) をもとに，それぞれの構造式を答えなさい。ただし，化合物 A〜D には以下①〜③の共通する特徴がある。①酸素原子は環状構造を形成していない。②炭素原子同士で二重結合している炭素には，ヒドロキシ基が結合した構造はない。③化合物 A〜D の環状構造を形成する炭素数は，それぞれの特徴を示す脂環式炭化水素のなかで最も多い。また，立体異性体が存在する場合，立体異性体を区別して答える必要はない。

記入例




(i)　化合物 A は炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を生じさせた。

(ii)　化合物 B はナトリウムと反応して水素を発生させた。化合物 B は炭素を含んでいない，同一の官能基が環状構造の 2 か所に付加したものであり，その官能基どうしは環状構造において最も離れた位置に付加していた。官能基は二重結合していない炭素に結合していた。

(iii)　化合物 C に多量の水と少量の硫酸を加えて放置すると加水分解して，刺激臭をもつ生成物が得られた。この生成物をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて穏やかに加熱したところ，容器の壁面に銀が析出した。化合物 C はナトリウムと反応して水素を発生させることはなかった。

(iv)　化合物 D は同一の官能基が環状構造に複数付加したものであった。これらの官能基は，二重結合に関与している炭素原子には結合していなかった。化合物 D は還元性を示さず，ナトリウムと反応して水素を発生させることもなかった。