

平成 19 年度

## 化学 ( その 1 ) 問題

解答はすべて「化学 ( その 3 ) 解答用紙」の所定の欄に記入しなさい。

[ I ] 次の文を読み、下線部の正しいものには○印を記しなさい。また、誤っているものには×印を記し、正しく直しなさい。

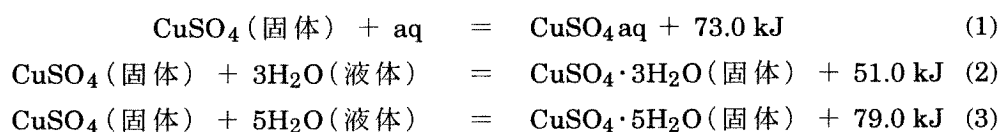
- (1) 希ガスの原子半径は、同一周期のハロゲンの原子半径よりも大きい。
- (2) 周期表の 2 族元素は、原子番号が大きくなるほど、その水酸化物の水に対する溶解度が小さくなる。
- (3) 0.1 mol/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$  水溶液中に存在するイオンは、 $\text{H}_3\text{O}^+$ と $\text{SO}_4^{2-}$ であり、 $\text{OH}^-$ は無視できるほど少ない。
- (4)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  と  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の混合物を加熱して発生する気体の乾燥には、 $\text{CaO}$ を用いることができる。
- (5) 石綿 (アスベスト) は  $\text{SiO}_4$  の正四面体が層状に連結したケイ酸イオンからなる鉱物である。
- (6) 液体空気の温度を徐々に上げていくと、液体空気中の酸素の含有率は次第に高くなる。
- (7)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  のコロイド水溶液に、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  を加えたときよりも、 $\text{CaCl}_2$  を加えたときの方が沈殿を生じやすい。
- (8) 溶液中の溶媒は、純溶媒に比べて蒸発しやすく凝固しにくい。
- (9) 1 mol の一酸化炭素  $\text{CO}$  が 0.5 mol の酸素  $\text{O}_2$  と反応して、1 mol の二酸化炭素  $\text{CO}_2$  を生じるときに発生する熱を二酸化炭素の生成熱と呼ぶ。
- (10) 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込むと炭酸アンモニウムが沈殿する。

[ II ] 25 °C において、硫酸銅 ( II ) の飽和水溶液 122.0 g に硫酸銅 ( II ) 無水物 ( $\text{CuSO}_4$ ) の結晶 10.0 g を加え、温度を一定に保ちながら平衡に達するまでかき混ぜた。25 °C における  $\text{CuSO}_4$  の水 100 g に対する溶解度を 22.0、また式量を  $\text{CuSO}_4 = 160$ 、 $\text{H}_2\text{O} = 18.0$  として次の間に答えなさい。ただし、最初の飽和溶液は沈殿と共存していないものとする。

問 1. 平衡状態では、溶液は沈殿と共存していた。この沈殿の化学式と色を書きなさい。

問 2. 沈殿の質量は何 g ですか。有効数字 3 桁で答えなさい。

問 3.  $\text{CuSO}_4$  を加えてから平衡に達するまでに放出または吸収される熱を、次の熱化学方程式をもとに算出なさい。答は有効数字 3 桁で、単位を付けて書きなさい。なお、(1)式は、 $\text{CuSO}_4$  が多量の水に溶解する過程を示すが、塩濃度の高い溶液に溶解する場合も成り立つと仮定しなさい。



[ III ] 次の文章を読み、以下の間に答えなさい。ただし、気体はすべて理想気体とみなし、気体定数を  $R$  としなさい。

気体分子の解離反応、 $\text{A}_2(\text{気体}) \rightleftharpoons 2\text{A}(\text{気体})$  では、1 mol の  $\text{A}_2$  が解離度  $\alpha$  だけ解離すると、生成する A の物質量 [mol] は  $\alpha$  を用いた式で ア と書くことができ、 $\text{A}_2$  および A の物質量の和は イ となる。体積  $V$  の、かたい真空の密閉容器に物質量  $n$  の  $\text{A}_2$  を入れ、温度  $T$  で平衡状態としたとき、 $\text{A}_2$  が解離しないと仮定した場合の内部の圧力を  $P_0$  とすると、 $P_0$  は理想気体の状態方程式より、 $P_0 = \text{ウ}$  となる。しかし、実際には  $\text{A}_2$  は  $\alpha$  だけ解離するため、圧力は  $P_0$  にはならない。そこで、実際の圧力を  $P$  とすると、 $P = \text{エ}$  と書くことができる。従って、 $\alpha$  は  $P$ 、 $V$ 、 $T$  を用いて  $\alpha = \text{オ}$  と表せる。一方、この反応の濃度平衡定数  $K_c$  を  $\alpha$  を用いた式で表すと、 $K_c = \text{カ}$   $\times P / (RT)$  となる。さらに、 $\text{A}_2$  と A のモル分率で表した平衡定数を  $K_x$  とし、これも  $\alpha$  を用いた式で表すと、 $K_x = \text{キ}$  となる。よって、 $P$  の測定により、 $\alpha$ 、 $K_c$  および  $K_x$  を知る事ができる。

問 1. ア ~ キ に適切な式を入れなさい。

問 2. この平衡について、次のうち正しいものの記号をすべて書きなさい。

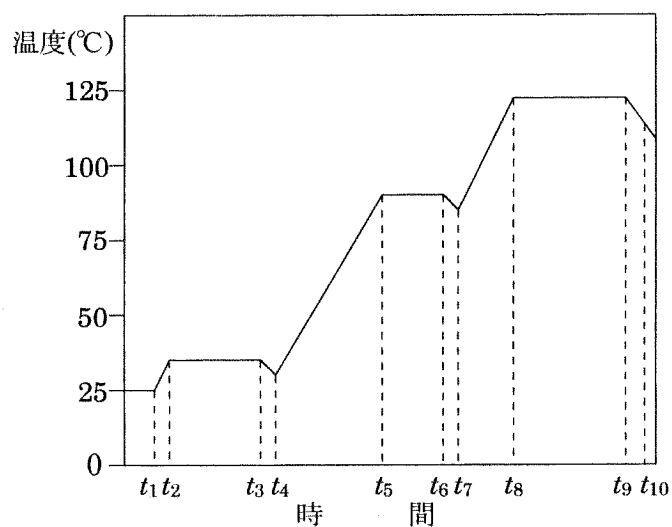
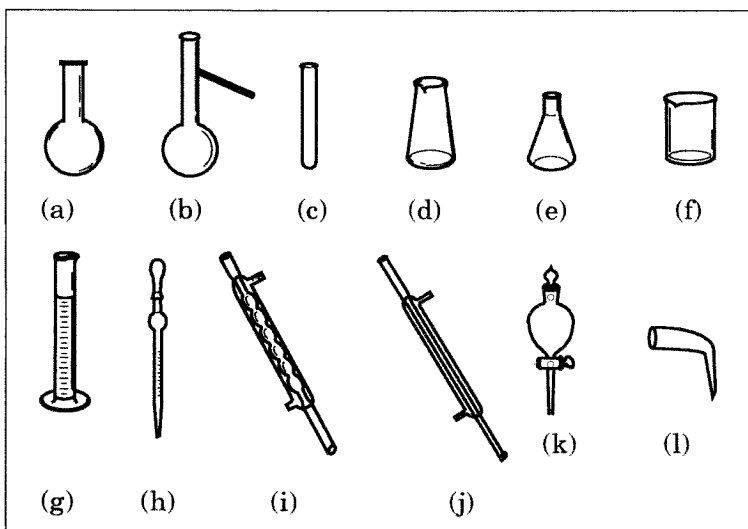
- (A)  $T$  が一定のとき、 $K_c$  は  $P$  に比例する。
- (B)  $P$  が一定のとき、 $K_c$  は  $T$  に反比例する。
- (C)  $T$  が一定のとき、 $P$  が変化しても  $K_c$  は変化しない。
- (D)  $T$  が一定のとき、 $\alpha$  が変化すると  $K_c$  も変化する。
- (E)  $T$  が一定のとき、 $P$  が変化すれば  $\alpha$  も変化する。
- (F)  $T$  が一定のとき、 $P$  が変化すると  $K_x$  も変化する。
- (G)  $T$  が一定のとき、 $\alpha$  が変化しても  $K_x$  は変化しない。

平成19年度

化学(その2)問題

[IV] 次の実験に関する問に答えなさい。(原子量は C=12.0, H=1.0, O=16.0 とする。)

- ① **あ** に **い** を取り付け、加熱によって生じた蒸気が効率よく **い** で冷却されて再び液体として **あ** に戻るような装置を組み立てた。**あ** には 1-プロパノール 60.0 g とプロピオン酸 37.0 g および、濃硫酸と突沸防止のため (i) を入れてから 140 °C の油浴上で十分に加熱したところ、(ii) 反応により化合物 A が 46.4 g、(iii) 反応により化合物 B が 20.4 g 生成し、それぞれ水分子がとれる反応が進行したが、脱離反応による化合物は生じなかった。その後、反応液を室温まで冷却してから **う** に移し、水とジエチルエーテルを加え、良く振り混ぜた後、水層を除いた。エーテル層をさらに (iv) 水溶液で洗浄し、エーテル層のみを別の容器に分離したのち、無水硫酸ナトリウムを加えて水分を除去した。
- ② このエーテル層を **え** に移し温度計および、**お** と **か** を用いて、蒸留装置を組み立てた。油浴を用いて温度を徐々に上げ分留を行ない、3 種類の留出液を別々の **き** に集めた。この分留において、装置内の温度計と時間の関係は右下のグラフのようになった。なお、化合物 A の沸点は化合物 B の沸点よりも高い値を示した。



- 問 1. **あ** ~ **き** に最も適するガラス器具を上図(a)~(l)の中から選び、記号で答えなさい。また、それぞれの名称も書きなさい。
- 問 2. (i) ~ (iv) に最も適した語句を下記の中から選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を二度用いてはならない。
- ア. 炭酸水素ナトリウム    イ. チオ硫酸ナトリウム    ウ. 塩化ナトリウム    エ. ガラス棒  
 オ. 沸騰石    カ. 鉄粉    キ. 重合    ク. 縮合    ケ. 置換    コ. アセチル化  
 サ. エステル化    シ. 付加    ス. 酸化
- 問 3. 最も沸点の低い留出液の構造式を書きなさい。ただし、 $\text{CH}_3-$  のように価標は省略して書きなさい。
- 問 4. 問 3 の留出液を集めるときの注意点を 30 字以内で書きなさい。
- 問 5. 化合物 A および B の名称をそれぞれ書きなさい。
- 問 6. 化合物 A が生成するときの反応式を書きなさい。
- 問 7. ① の反応における化合物 A のプロピオン酸に対する収率 [%] を有効数字 2 桁で答えなさい。
- 問 8. ① の反応で生成した水の物質質量 [mol] を有効数字 2 桁で答えなさい。
- 問 9. 純度の高い化合物 A および B を得るには、グラフに示した  $t_1 \sim t_{10}$  までのどの留出液を集めればよいですか。  $t_2 \sim t_4$  のようにそれぞれの区間を示しなさい。
- 問 10. 液体の混合物は分留によって精製する場合が多いが、少量の不純物を含む固体の場合、温度による溶解度の差を利用して精製する方法を何といいますか。