

受験番号

(2020年8月19日実施)

(4枚中の1枚)

科目名

化学

採点

解答はすべて別紙の答案用紙に記入すること

I 以下の問1~5に答えなさい。ただし、分子式の後ろの(g), (l), (s)はそれぞれ気体、液体、固体状態を示しているものとする。

問1 例に示した方法に従い、次の(a)~(d)の反応について圧平衡定数  $K_p$  をそれぞれの反応に関与する物質の平衡時の圧力を使って表しなさい。ただし、平衡時の圧力は、例の表記に従いなさい。

例)  $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$  各物質の平衡時の圧力  $P_{\text{CO}}, P_{\text{Cl}_2}, P_{\text{COCl}_2}$

- (a)  $2 \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{CO(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$   
 (b)  $3 \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{O}_3\text{(g)}$   
 (c)  $2 \text{NO}_2\text{(g)} + 7 \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3\text{(g)} + 4 \text{H}_2\text{O(l)}$   
 (d)  $\text{C(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{CO(g)}$

問2 反応器に化合物 A と化合物 B の混合気体を入れており、どちらの物質も時間の経過とともに自ら分解し、その分解反応はどちらも一次不可逆反応であるとする。今、A と B の初期濃度が等しいときそれぞれの半減期を 60.0 min と 20.0 min とすると、A の濃度が B の濃度の 5.00 倍になるのは何分反応させたときか、有効数字 3 桁で求めなさい。

問3  $2 \text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2\text{(g)}$

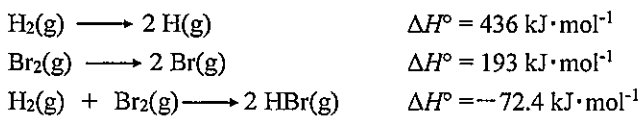
上式の反応において、600 K と 700 K における圧平衡定数  $K_p$  はそれぞれ 138 と 5.12 であった。標準反応エンタルピー変化  $\Delta H^\circ$  ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )はいくらになるか、有効数字 3 桁で求めなさい。ただし、気体定数は  $R=8.31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  とする。

問4 次の(a)~(d)の反応は、一定圧力の場合、それぞれ(ア)~(エ)のどれにあてはまるか答えなさい。

- (a)  $\text{Hg(l)} \longrightarrow \text{Hg(g)}$   
 (b)  $3 \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2 \text{O}_3\text{(g)}$   
 (c)  $\text{CuSO}_4\cdot 5 \text{H}_2\text{O(s)} \longrightarrow \text{CuSO}_4\text{(s)} + 5 \text{H}_2\text{O(g)}$   
 (d)  $\text{H}_2\text{(g)} + \text{F}_2\text{(g)} \longrightarrow 2 \text{HF(g)}$

(ア) 系が外界に対して仕事をする反応である。 (イ) 外界が系に対して仕事をする反応である。  
 (ウ) 仕事が全くなされない反応である。 (エ) (ア), (イ), (ウ)のどれでもない。

問5 次のデータを元に、 $\text{H(g)} + \text{Br(g)} \longrightarrow \text{HBr(g)}$  の反応における  $\Delta H^\circ$  を有効数字 3 桁で求めなさい。



受験番号

(2020年8月19日実施)

(4枚中の2枚)

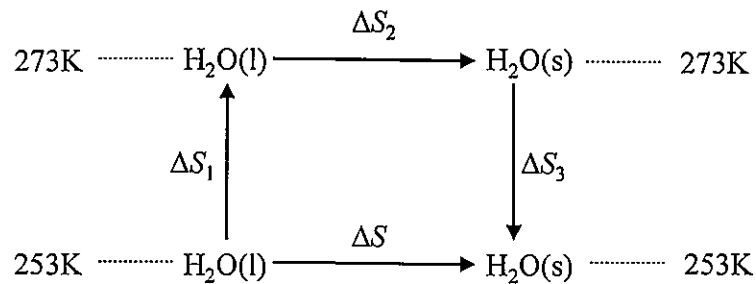
科目名

化 学

採点

解答はすべて別紙の答案用紙に記入すること

- II 大気圧下 253 K に過冷却された水 1.00 mol が 253 K の氷に変わるとし、そのときのエントロピー変化をもとめたい。下の図をもとに、次の問1～4に答えなさい。ただし、ここで氷および水の定圧モル熱容量はそれぞれ  $35.0 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $75.0 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  とし、273 K における融解熱は  $6.01 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  と定義する。また、図の分子式  $\text{H}_2\text{O}$  の後ろの(l)と(s)はそれぞれ液体状態と固体状態を示しているものとする。



- 問1 253 K の水をゆっくり 273 K まで加熱したときの  $\Delta S_1$  を求めなさい。
- 問2 273 K における水から氷へと変化したときの  $\Delta S_2$  を求めなさい。
- 問3 273 K の氷をゆっくり 253 K まで冷却したときの  $\Delta S_3$  を求めなさい。
- 問4 253 K に過冷却された水が 253 K の氷に変わるときの  $\Delta S$  を求めなさい。

受験番号	
------	--

(2020年8月19日実施)

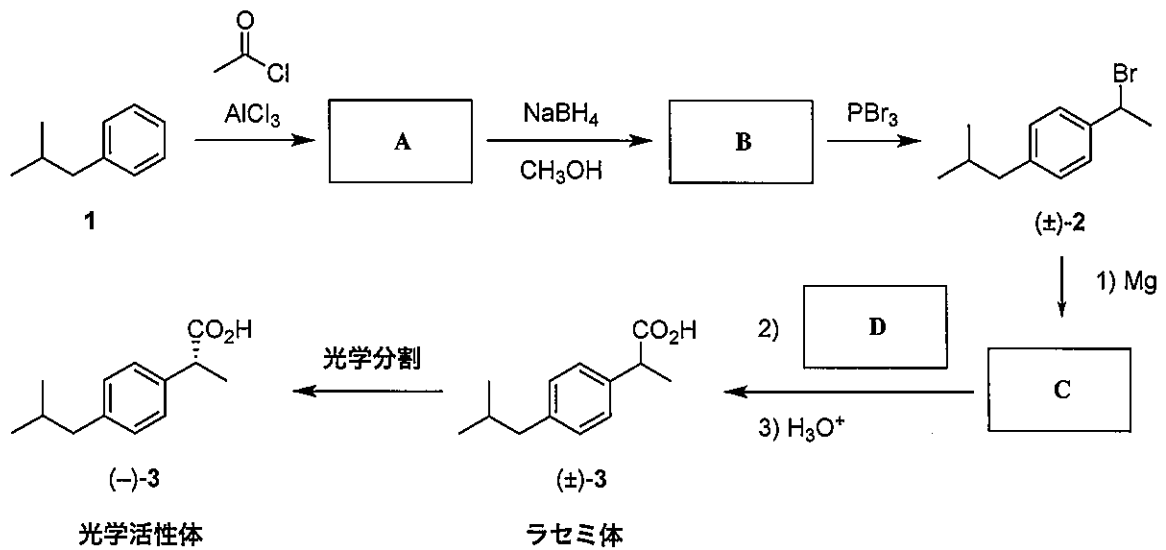
(4枚中の3枚)

科目名	化学
-----	----

採点	
----	--

解答は全て別紙の答案用紙に記入すること

III 次の問いに答えなさい。



問1 上の変換において、A~Dに当てはまる構造式を答えなさい。

問2 (±)-2から(±)-3を合成するための上とは異なる方法を答えなさい。

必要な反応剤と合成中間体を示すこと。何段階かかっても良い。

問3 光学分割によって得られた光学活性体(-)-3の絶対配置を根拠も含めて、R/S表記法により答えなさい。

問4 ラセミ体のカルボン酸を光学分割するための方法を挙げなさい。

受験番号	
------	--

(2020年8月19日実施)

(4枚中の4枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

解答は全て別紙の答案用紙に記入すること

IV 次の問いに答えなさい。必要なら、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$  を用いなさい。

なお、それぞれの濃度を活量とみなすこと。

問1  $0.020 \text{ mol L}^{-1}$  の HCl 水溶液の pH を求めなさい。ただし、HCl は完全に解離すると仮定しなさい。

問2  $0.0050 \text{ mol L}^{-1}$  の酢酸水溶液の pH を求めなさい。

計算には、酢酸の酸解離定数  $K_a = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$  を用いなさい。