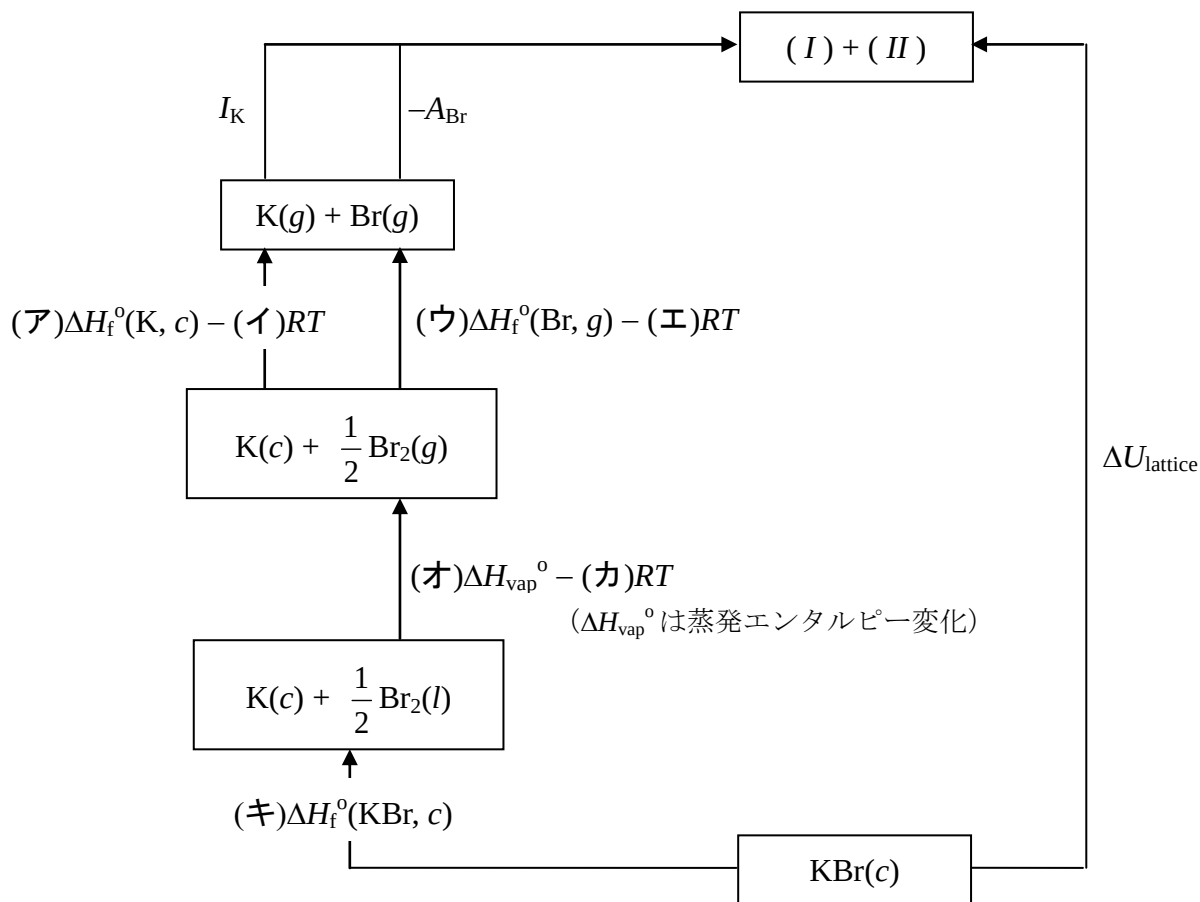


注意事項

解答は全て解答用紙に記入すること。計算過程は不要である。また、数値で答える問題では、解答用紙の単位に合わせ、指定された有効数字を守ること。大問 1 から 8 を全て解答すること。気体定数 R は $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。

- 次の各物質の 25°C における定積モル熱容量の値 (単位は $\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) を、①から⑤の中からそれぞれ選び答えよ。
(a) メタン (b) ネオン (c) 窒素 (d) 液体の水 (e) 水銀
① 12.47 ② 20.81 ③ 23.6 ④ 27.00 ⑤ 74.66
- O-H 結合エネルギーを有効数字 4 桁で求めよ。ただし、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{H}(\text{g})$ および $\text{O}(\text{g})$ の $\Delta H_{\text{f},0}^\circ$ はそれぞれ -238.9 , 216.0 および $246.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。
- エチレンが完全に水素化する反応のエンタルピー変化を有効数字 5 桁で求めよ。ただし、 $\text{CH}_2\text{CH}_2(\text{g})$ および $\text{CH}_3\text{CH}_3(\text{g})$ の 25°C における標準生成エンタルピー $\Delta H_{\text{f}}^\circ$ はそれぞれ $+52.47$ および $-84.68 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。
- メタノールの標準生成エンタルピーを次の与えられた条件から有効数字 5 桁で求めよ。水素と一酸化炭素から 1 mol のメタノールを生成する反応のエンタルピー変化は $-128.13 \text{ kJ mol}^{-1}$ であり、 $\text{CO}(\text{g})$ の 25°C における標準生成エンタルピー $\Delta H_{\text{f}}^\circ$ は $-110.53 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。
- Ca^{2+} を含む水溶液に CO_2 を加えると、 CaCO_3 が沈殿する反応がある。この反応のエンタルピー変化を有効数字 5 桁で求めよ。ただし、 $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$, $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ および $\text{CaCO}_3(\text{s})$ の 25°C における標準生成エンタルピー $\Delta H_{\text{f}}^\circ$ はそれぞれ -542.83 , -393.52 , -285.83 および $-1206.92 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。
- 1 mol の理想気体を様々な方法で膨張させる。ただし、初めの圧力が 10^6 Pa 、終わりの圧力が 10^4 Pa で、温度は常に 27°C (300 K) に保たれている。このとき、次の値を有効数字 4 桁でそれぞれ求めよ。
(a) 膨張が 10^4 Pa の一定外圧に対して行われるときの、力学的周囲に与えられたエネルギー ΔU_{mech}
(b) 膨張が可逆的に行われるときの、力学的周囲に与えられたエネルギー ΔU_{mech}
(c) (a) の過程における熱的周囲から気体に与えられたエネルギー $-\Delta U_{\text{therm}}$
(d) (b) の過程における熱的周囲から気体に与えられたエネルギー $-\Delta U_{\text{therm}}$
- 1 mol の N_2 を圧力一定に保ったまま、温度を 300 K から 600 K に上げる。このとき、エンタルピー変化 ΔH を有効数字 5 桁で求めよ。ただし、 N_2 の定圧モル熱容量 (単位は $\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) の温度依存性は $a + bT + cT^{-2}$ と書けるとし、 a, b および c の値はそれぞれ 28.58 , 3.76×10^{-3} , -0.50×10^{-5} である。

8. 臭素は常温で液体のハロゲンである。このことを考慮して KBr の格子（結晶）エネルギー $\Delta U_{\text{lattice}}$ を求めるために Born-Haber サイクルを描くと、以下のようになる。このとき、以下の間に答えよ。ただし、気体は全て理想的に振る舞い、固体の体積は気体に比べ無視できるものとする。



(注)

g, l, c はそれぞれ、気体、液体および結晶状態を表す。

各数式は、矢印方向の反応の内部エネルギー変化を表す。

- I_K および A_{Br} はそれぞれ何と呼ばれるか、適切な科学用語で答えよ。
- (I) および (II) にあてはまる最も適切な記号を記せ。ただし、その状態も明記すること。
- (ア) から (キ) にあてはまる数値を記せ。値が 1 の場合は、1 と答えよ。