

化学 CHEMISTRY

1. 以下の問いに答えよ。ただし、気体定数 R は $8.31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ とする。解答は有効数字 3 桁で答えよ。

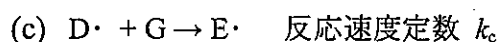
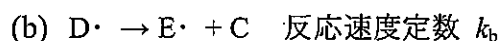
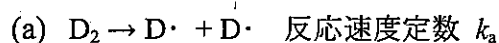
(1) 窒素分子について、以下の問いに答えよ。ただし、窒素分子からなる気体は理想気体とする。

(1-1) 窒素分子の構造式を書き、窒素分子の σ 結合と π 結合の数をそれぞれ答えよ。

(1-2) 一定圧力 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、 2.00 mol の窒素分子からなる気体を 373 K から 273 K まで冷却する際に気体が放出する熱量、および気体の内部エネルギー変化を求めよ。ただし、この温度領域での窒素分子の運動は並進運動と回転運動のみとし、仕事に関しては圧縮のみを考えるものとする。

(1-3) 2.00 mol の窒素分子からなる気体を 373 K で 2 倍の体積になるまで可逆的に等温膨張させるために必要な熱量を求めよ。また気体の内部エネルギー変化を求めよ。ただし、気体は膨張の仕事のみを行うものとする。

(2) 次のラジカル連鎖反応について、以下の問いに答えよ。ただし、各反応は素反応とし、 $\text{D}\cdot$ と $\text{E}\cdot$ はそれぞれラジカルとする。



(2-1) 定常状態の近似を用いると、中間体である $\text{D}\cdot$ と $\text{E}\cdot$ の生成速度式は以下のように近似できる。ただし t は時間である。

$$d[\text{D}\cdot]/dt = \boxed{\text{(ア)}} = 0$$

$$d[\text{E}\cdot]/dt = \boxed{\text{(イ)}} = 0$$

反応速度定数と濃度 $[\text{D}_2]$, $[\text{D}\cdot]$, $[\text{E}\cdot]$ および $[\text{G}]$ を適宜用いて、(ア) と (イ) に入る式を示せ。

(2-2) 濃度 $[\text{D}\cdot]$ および $[\text{E}\cdot]$ を、反応速度定数と濃度 $[\text{D}_2]$ および $[\text{G}]$ を適宜用いて表せ。

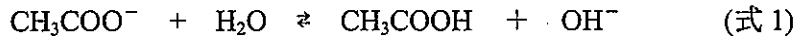
(2-3) G の生成速度式を、反応速度定数と濃度 $[\text{D}_2]$ および $[\text{G}]$ を用いて表せ。

2. 以下の問いに答えよ。計算過程も明記すること。

(1) 以下の2つの溶液を作製した。

溶液1：酢酸ナトリウム水溶液

酢酸ナトリウム水溶液中で生成した酢酸イオンの一部は水と式1のように反応し、この反応の平衡定数を K_h とする。なお、酢酸の解離定数は K_a である。



溶液2：溶液1に、Ni(II)を含む種の総濃度が C_{Ni} となるようにNi(II)を溶解させた溶液
 なお、Ni(II)は、酢酸イオンとは1:1錯体(生成定数は K_C)のみを形成し、水酸化物イオンとは1:1錯体(生成定数は K_{O1})および1:2の錯体(生成定数は K_{O2})を形成するものとする。
 水のイオン積は K_w である。

- (1-1) 溶液1に関し、式1の反応の名称を答えよ。また、 K_a を K_h および K_w を用いて表せ。
- (1-2) 溶液2に関し、 K_C を、 $[\text{NiCH}_3\text{COO}^+]$ 、 $[\text{Ni}^{2+}]$ および $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ を用いて表せ。
- (1-3) 溶液2に関し、濃度比 $[\text{NiCH}_3\text{COO}^+] : [\text{NiOH}^+] : [\text{Ni}(\text{OH})_2]$ を、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{OH}^-]$ 、 K_{O1} 、 K_{O2} および K_C を用いて表せ。
- (1-4) 溶液2に関し、 $[\text{Ni}^{2+}]$ を、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{OH}^-]$ 、 C_{Ni} 、 K_{O1} 、 K_{O2} および K_C を用いて表せ。

(2) 初期圧力が 1.00×10^2 kPa のある物質Aを、ある温度で熱分解させたところ、下表のように時間 t とともにAの分圧 p_A が変化した。この熱分解反応の反応次数と反応速度定数を求めよ。また、表中の分圧Xを求めよ。

t [s]	0	111	250	666	1000
p_A [kPa]	100.0	90.0	80.0	X	50.0