

化学 C 2014 年度 期末試験問題

以下の設問に答えよ。解答は解答用紙の指定欄に記入すること。
CFSE, 不対電子数, 反応次数以外は有効数字 3 ケタで答えること。

- (a)~(d)の錯体の化学式を書き, (e)の問いに答えなさい。
(a) ヘキサアクアチタン(III)
(b) テトラアンミンニッケル(II)
(c) テトラクロロコバルト(II)酸イオン
(d) トリス (エチレンジアミン) コバルト(II)
(e) (a)~(c)のなかで八面体構造をとるのはどれか記号で答えよ。
- 八面体構造の錯体において, 中心金属の電子数が以下の場合, その電子配置を解答欄に記入し, 結晶場安定化エネルギーCFSE および不対電子数を示せ。
(a) d^1
(b) 強い場における d^4
(c) 弱い場における d^7
(d) d^{10}
- 1.0 mol の He が完全気体(a)およびファンデルワールス気体(b)としてふるまうと考える。
 0°C で 22.7 dm^3 の容器に入っている場合(ア), あるいは, 2000 K で 100 cm^3 の容器に入っている場合(イ), それぞれの圧力を求めよ。ただし, ファンデルワールス定数 $a = 0.0341\text{ atm dm}^6\text{ mol}^{-2}$, $b = 2.38 \times 10^{-2}\text{ dm}^3\text{ mol}^{-1}$, $R = 8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1} = 8.314\text{ N m K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$, $1\text{ atm} = 1.013\text{ bar} = 1.013 \times 10^5\text{ Pa (N/m}^2\text{)}$ である。
- CO_2 , He, Ar をファンデルワールス定数 a が小さい順に並べよ。
- ある気体の第 2 ビリアル係数 B は 273 K で $-21.7\text{ cm}^3\text{ mol}^{-1}$ である。第 3 ビリアル係数は無視できるものとして, この気体の 10 bar での圧縮因子を求めよ。
- MgCO_3 , MgO , CO_2 の標準生成エンタルピー, 標準エントロピーは次の通りである。
 $\text{MgCO}_3(\text{s})$: $\Delta_f H^\ominus = -1096\text{ kJ mol}^{-1}$ $S^\ominus = 65.7\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$
 $\text{MgO}(\text{s})$: $\Delta_f H^\ominus = -601.7\text{ kJ mol}^{-1}$ $S^\ominus = 26.94\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$
 $\text{CO}_2(\text{g})$: $\Delta_f H^\ominus = -393.5\text{ kJ mol}^{-1}$ $S^\ominus = 213.7\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$
(1) 次の反応の標準反応エンタルピーと標準反応エントロピーを求めよ。
 $\text{MgO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{MgCO}_3$
(2) 上記の反応が標準状態において自発的に左右どちらに進行するかを, 計算に基づいて判断せよ。
(3) 温度を変化させて上記の反応の進行方向を逆転させたい。何 $^\circ\text{C}$ 以上あるいは以下にすればよいか示せ。
- NH_3 の標準生成ギブズエネルギーは -16.5 kJ mol^{-1} , 標準生成エンタルピーは -46.1 kJ mol^{-1} である。
(1) 次の反応 の 298 K における平衡定数 K を求めよ。
 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

(2) 同じ反応の 500 K における平衡定数 K を求めよ.

8. ある反応 $A \rightarrow B$ において, 以下の温度で物質 A の濃度が時間と共に次のように変化した.

t / s	0	10	15	20	30	50
$[A] / \text{mol dm}^{-3} @ 298 \text{ K}$	0.703	0.670	0.655	0.639	0.610	0.555
$[A] / \text{mol dm}^{-3} @ 573 \text{ K}$	0.914	0.859	0.833	0.808	0.759	0.671

(1) この反応の反応次数, 各温度における反応速度定数, 半減期を求めよ.

(2) この反応の活性化エネルギーを求めよ.

9. CsCl 結晶に 154 pm の X 線を入射した場合, (100)面からの 1 次の回折角度 θ は 10.8° であった. Cs-Cl イオン間距離を求めよ.