

問 1 1 mol の水蒸気を 100°C で等温可逆的に凝縮させて液体の水にした。この過程の、系になされた仕事、系に熱として輸送されたエネルギー、および内部エネルギー変化を求めよ。但し、水蒸気は理想気体、水の体積は水蒸気の体積に比べ無視できると仮定する。また 100°C での水の標準蒸発エンタルピーは 40.656 kJ/mol、気体定数は 8.3 J/mol・K である。  
(配点 15 点)

問 2 1 気圧の H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> を用いて 25°C で、下記の反応が進行する電池反応を考える。

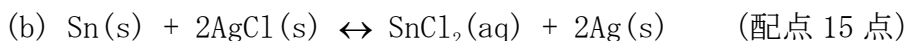
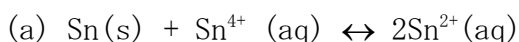


この電池の理論的な可逆電池の起電力を求めよ。但し、液体の水 (H<sub>2</sub>O(l)) の 25°C における標準生成ギブスエネルギーは -237.19 kJ/mol、ファラデー定数は 96485 C/mol である。また、上の電池で、H<sub>2</sub> および O<sub>2</sub> ガスに不活性ガスが混入し、H<sub>2</sub> の分圧が 0.6 気圧に O<sub>2</sub> のそれが 0.8 気圧になった。この可逆電池の起電力を求めよ。水の活量を 1 とする。

(配点 15 点)

問 3 0.200 M の KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 水溶液と 0.100 M の K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 水溶液からできている緩衝溶液の 25°C における pH を求めよ。なお、H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> の酸定数 pK<sub>a</sub> は 25°C で 7.21 である。(配点 15 点)

問 4 標準電位のデータから、25°C における次の反応の平衡定数を計算せよ。



問 5 次の電池の反応式を書き、25°C、標準状態のもとでの電池の起電力を求めよ。液間電位は無視する。



問 6 電子授受が平衡状態にある電極反応を仮定し、Butler-Volmer の式から Nernst 式を導きなさい。移行係数  $\alpha$  は 0.5 とする。

(配点 15 点)

問 7 化学浸透説では、ミトコンドリアマトリックスと膜間腔の間の pH 差 ( $\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{in}} - \text{pH}_{\text{out}}$ )、ならびに膜の両側でのクーロン相互作用の差から生じる膜電位差 ( $\Delta \phi = \phi_{\text{in}} - \phi_{\text{out}}$ ) が駆動力となり ADP のリン酸化により ATP が生成する。生理条件下において pH 差が -1.4、膜電位差が 0.14 V である場合、4 モルの H<sup>+</sup> の膜透過によりどれだけの ATP が合成されるか熱力学的観点から求めよ。なお、リン酸化には 31 kJ/mol 必要であり、pH 差は一定であるとする。(配点 15 点)