（参考課題５）

① 下のネルンストの式に従って以下の膜電位を計算せよ。

$$E_K \approx \frac{RT}{F}\ln\frac{[K]_o}{[K]_i}、\quad E_{Na} \approx \frac{RT}{F}\ln\frac{[Na]_o}{[Na]_i}、\quad E_{Cl} \approx -\frac{RT}{F}\ln\frac{[Cl]_o}{[Cl]_i}$$

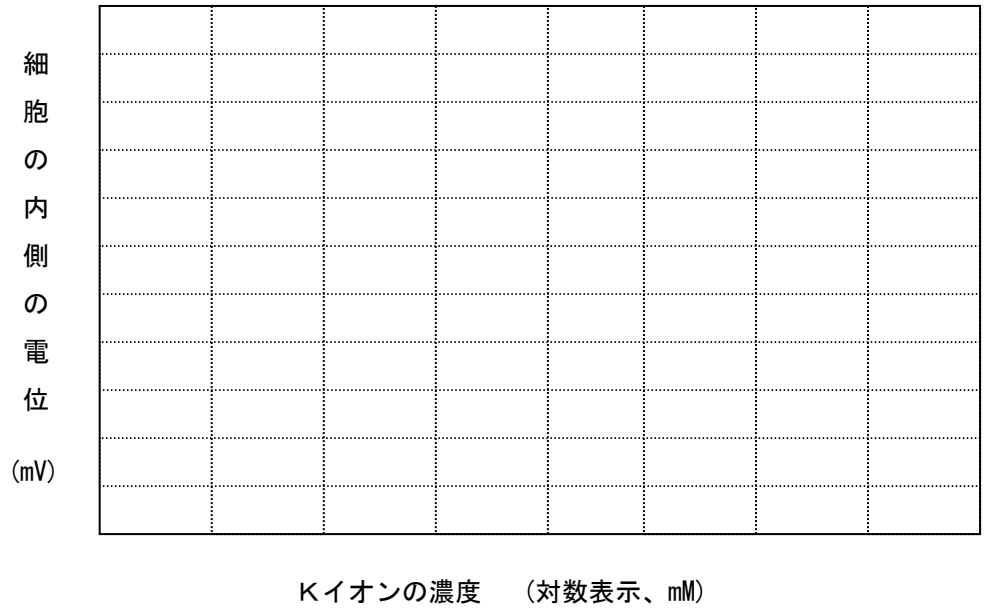
K^+　　：細胞内 120 mM、細胞外 3 mM のときの K^+ 拡散平衡電位
Na^+　　：細胞内 4 mM、細胞外 110 mM のときの Na^+ 拡散平衡電位
Cl^-　　：細胞内 1 mM、細胞外 80 mM のときの Cl^- 拡散平衡電位

② 下のゴールドマンの式に従って、上のイオン濃度勾配が、細胞の内外で存在するときの膜電位を、以下の３つの条件で計算せよ。

$$E = \frac{RT}{F}\ln\frac{P_K[K]_o + P_{Na}[Na]_o + P_{Cl}[Cl]_i}{P_K[K]_i + P_{Na}[Na]_i + P_{Cl}[Cl]_o}$$

a) 膜透過性の比、$P_K : P_{Na} : P_{Cl}$＝　1：0.04：0.45 の時
b) 膜透過性の比、$P_K : P_{Na} : P_{Cl}$＝　1：　20　：0.45 の時
c) 膜透過性の比、$P_K : P_{Na} : P_{Cl}$＝　1：0.04：10 の時

ただし、F（ファラディ定数）9.65×10^4 C/mol、R（気体定数）8.31 J/mol/K、T（絶対温度）293 K を使え。

③ 下の様なイオン濃度勾配を細胞に内外で持つとする。細胞外の K イオンの濃度を 0.2～200 mM の範囲で変えた時、膜電位はどのような値を示すか、図示せよ。ただし、膜透過性の比は常に一定で、$P_K : P_{Na} : P_{Cl}$＝　1：0.04：0.45 とする。

K^+　　細胞内 120 mM
Na^+　　細胞内 4 mM、細胞外 110 mM
Cl^-　　細胞内 1 mM、細胞外 80mM