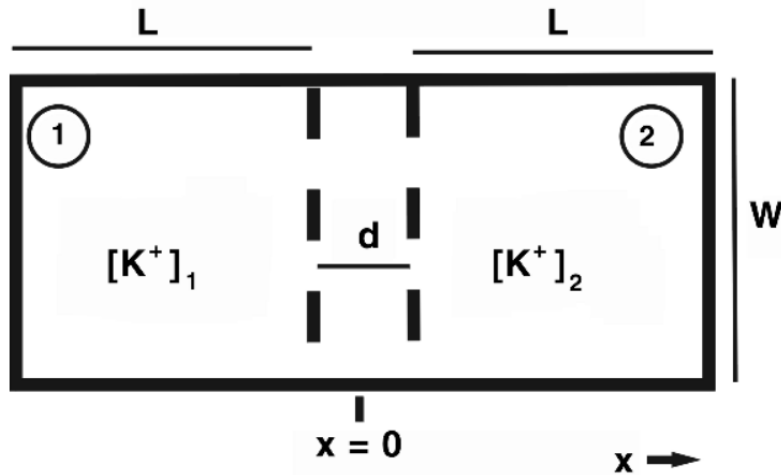


دانشگاه صنعتی امیرکبیر	درس پدیده‌های بیوالکتریک	دانشکده مهندسی پزشکی
تفکر شماره ۲	فصل ۳: پتانسیل‌های بیوالکتریکی	ارائه: دکتر مهرداد ساویز

۳-۱: ولتاژ ۰,۳ ولت به طور یکنواخت به دو سر ظرفی به ضخامت 70 \AA شامل محلول رسانا اعمال شده است. یون‌های رسانایی که از ۴۲ گرم نمک طعام می‌آیند به طور کامل تفکیک شده‌اند. نیرویی که این میدان الکتریکی روی بارهای مثبت ایجاد می‌کند، چقدر است؟ (به واحدها دقت کنید)

۳-۲: ابتدا معادلات مربوط به (۱) جریان ناشی از انتشار، (۲) جریان ناشی از میدان الکتریکی را نوشته سپس:
الف) معادله نرست-پلانک را به دست آورید.
ب) نشان دهید واحدها در تعادلند.

* شرایط سوال ۳-۳ و ۳-۴ دو محفظه با شماره‌های ۱ و ۲ دارای ابعاد زیر هستند (به شکل توجه کنید).



$L=100 \mu\text{m}$, $W=100 \mu\text{m}$, (Height out of surface) $H=100 \mu\text{m}$

خط چین نشان دهنده‌ی لایه‌ی مرزی با ضخامت 40 \AA انگستروم است. این خط چین جایگاه ناحیه انتقال را نشان میدهد و یک مرز فیزیکی نیست. دما 300 K و ثابت انتشار $D_K=1,96e-5 \text{ cm}^2/\text{s}$ است. در هر دو محفظه غلظت و پتانسیل الکتریکی یکنواخت است ولی بین محفظه‌ها متفاوت است. غلظت پتاسیم در محفظه اول K_1 و در محفظه دوم K_2 است. در ناحیه‌ی انتقال، در پتانسیل و غلظت تغییرات خطی اتفاق می‌افتد. تغییرات پتانسیل را با ولتاژ V نشان می‌دهیم که $V=\phi_1-\phi_2$. پلاریته‌ها به صورتی است که مقدار V زمانی مثبت است که پتانسیل محفظه اول بیشتر باشد.

۳-۳: غلظت $K_1=0,22 \text{ mM}$ و $K_2=0,02 \text{ mM}$ و $V=0,04 \text{ volts}$.

الف) جریان پتاسیم ناشی از انتشار در راستای x چقدر است؟

ب) جریان پتاسیم ناشی از میدان الکتریکی در راستای x چقدر است؟

۳-۴: غلظت $K_1=0,4 \text{ mM}$ و $K_2=0,02 \text{ mM}$ و $V=0 \text{ volts}$.

چقدر طول میکشد تا غلظت یون پتاسیم در سمت (۱) 10% کاهش پیدا کند؟

۳-۵: فرض کنیم دو ناحیه الف و ب با یک غشای نازک از هم جدا شده‌اند. هیچ عبور یونی نمی‌تواند از مرز بیرونی صورت گیرد. غلظت‌های یونی به شرح جدول زیر است:

یون	الف (mM)	ب (mM)
K ⁺	۲۸۰	۱۰
Na ⁺	۶۱	۴۸۵
Cl ⁻	۵۱	۴۸۵

پتانسیل غشا ۱mV است و دما ۱۸ درجه سلسیوس. چند نوع یون تحت این شرایط در تعادل نیستند؟ (می‌توانید از تغییرات کوچک صرف نظر کرده، اعداد را گرد کنید)

۳-۶: سلولی طول، عرض و عمقی به ترتیب معادل ۱۱۶، ۷ و ۱۲ میکرومتر دارد. مقدار خازن غشا برابر است با $1.1 \mu\text{F}/\text{cm}^2$. مقدار خازن سلول چقدر است؟ (فرض کنید سطح یکنواخت رفتار می‌کند)

۳-۷: این مسئله مرتبط با بخشی از سطح غشای یک نورون بدون غلاف میلین است. این بخش به صورت یک استوانه دارای قطر $7 \mu\text{m}$ و طول 0.7cm قابل تصور است. دما 30° درجه کلون است. خازن غشا 1.2 میکروفاراد بر سانتی‌متر مربع است. پتانسیل غشا بر روی مقدار -40 میلی‌ولت تثبیت شده است و تغییراتی در امتداد محور استوانه ندارد. استفاده از مدل رسانایی‌های موازی قابل توصیه است. غلظت‌های یونی موجود مطابق جدول زیر هستند. رسانایی‌های غشا برابر اند با:

$$g_{\text{K}}=0.2, g_{\text{Na}}=0.25, g_{\text{Cl}}=0.4 \text{ mS}/\text{cm}^2$$

یون	درون (mM)	بیرون (mM)
K ⁺	۲۸۰	۱۰
Na ⁺	۵۰	۴۳۷
Cl ⁻	۵۱	۴۸۵

چگالی جریان یونی کل چقدر است؟ (منظور از چگالی جریان کل، مجموع جریانهای سدیم، پتاسیم و کلر است).
۳-۸: در یک سلول مقادیر متناظر مدل رسانایی‌های موازی برابر اند با:

$$E_{\text{K}}=-83.9 \text{ mV}, E_{\text{Na}}=52.2 \text{ mV}, E_{\text{Cl}}=-56.7 \text{ mV}$$

$$g_{\text{K}}=0.177 \mu\text{S}, g_{\text{Na}}=0.116 \mu\text{S}, g_{\text{Cl}}=0.707 \mu\text{S}$$

الف) پتانسیل استراحت چقدر است؟

ب) اگر $[K]_e$ ده برابر افزایش پیدا کند، نتیجه قسمت الف چگونه تغییر می‌کند؟