فصل پنجم

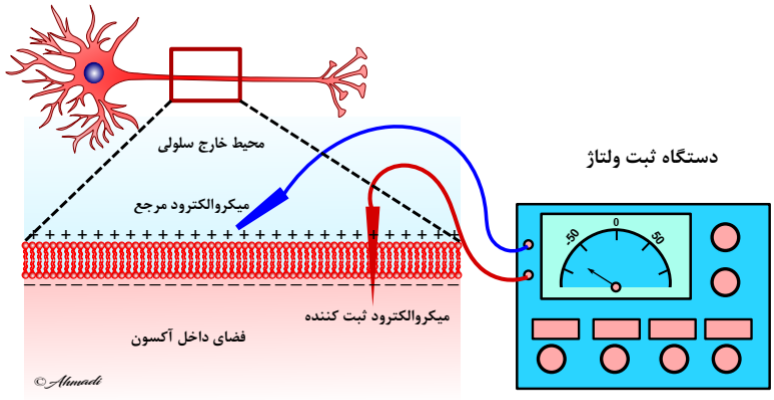
مبانی علوم اعصاب

دکتر شمس الدین احمدی

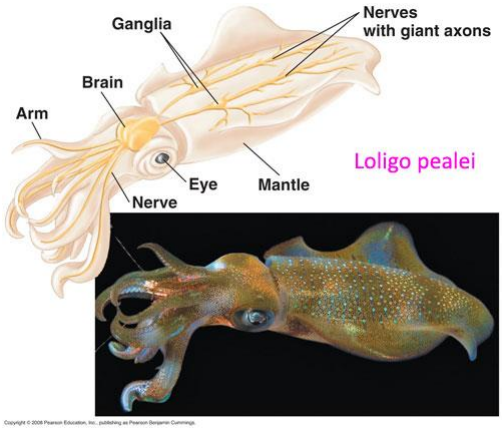
پتانسیل استراحت غشای سلول

نوع سلول	پتانسیل استراحت غشاء (میلی‌ولت)
سلول‌های عضله اسکلتی	−۸۵ تا −۹۵
سلول‌های عضله قلبی	−۸۰ تا −۹۰
آستروسیت‌ها	−۸۰ تا −۹۰
سلول‌های عصبی	−۶۰ تا −۷۰
سلول‌های عضله صاف	−۵۰ تا −۶۰
گیرنده‌های نوری در چشم	−۴۰ در تاریکی و −۷۰ در روشنایی
گیرنده‌های شنوایی در حلزون	−۱۵ تا −۴۰
گلبول‌های قرمز	−۸ تا −۱۲

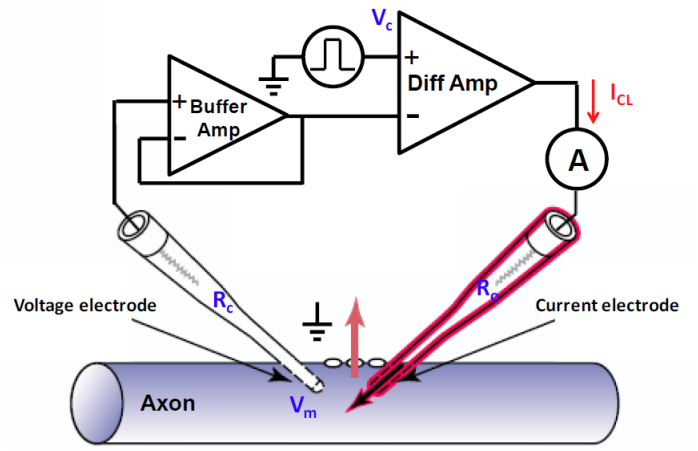
اندازه‌گیری پتانسیل غشای سلول به کمک دستگاه ولتاژ کلمپ



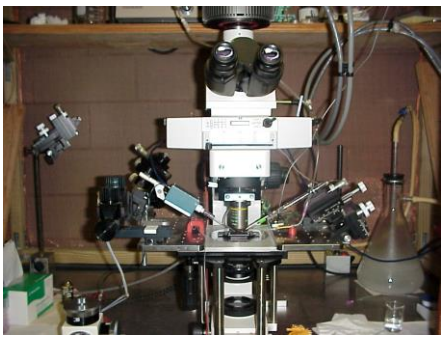
آکسون بزرگ اسکوئید



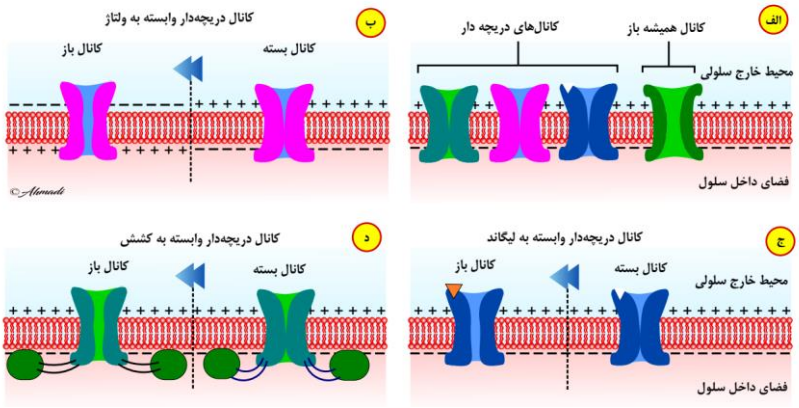
ولتاژ کلمپ



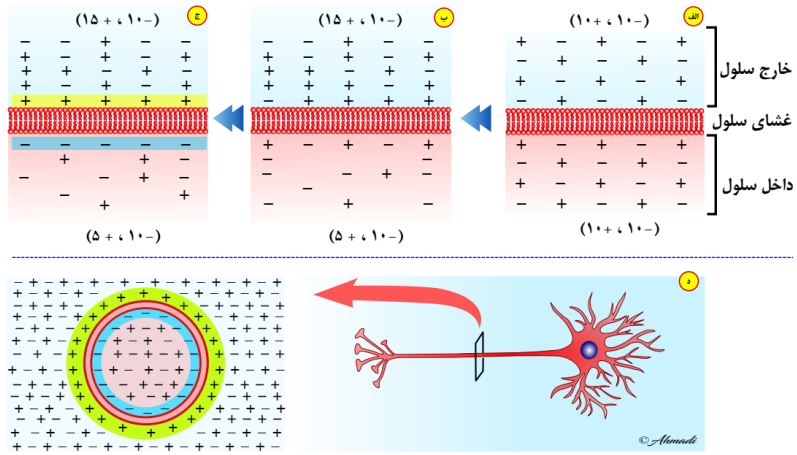
دستگاه ولتاژ کلمپ



انواع کانال‌های یونی نشتی و دریچه‌دار



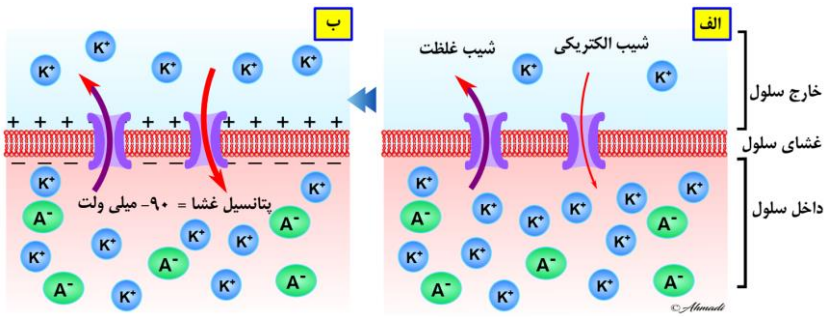
مراحل نحوه ایجاد پتانسیل غشاء با توزیع نامتقارن بارهای مثبت و منفی در دو طرف غشاء



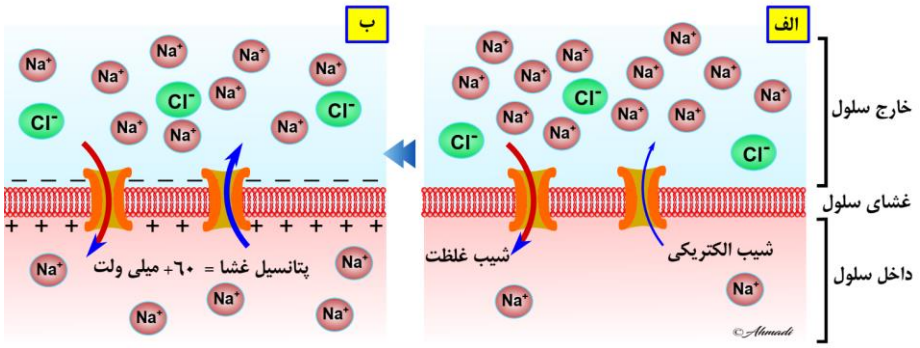
غلظت یون‌های مهم در محیط داخل و خارج سلول عصبی و نفوذپذیری نسبی غشاء برای هر یون در حالت استراحت

یون	غلظت در مایع خارج سلولی*	غلظت در مایع داخل سلولی	نفوذپذیری نسبی
سدیم	۱۵۰	۱۵	۱
پتاسیم	۵	۱۵۰	۳۰–۲۵
آنیون‌ها	صفر	۶۵	صفر

نحوه ایجاد پتانسیل تعادل یون پتاسیم در عرض غشای سلول در اثر شیب غلظت رو به خارج و شیب الکتریکی رو به داخل برای یون پتاسیم



نحوه ایجاد پتانسیل تعادل یون سدیم در عرض غشای سلول در اثر شیب غلظت رو به داخل و شیب الکتریکی رو به خارج برای یون سدیم



محاسبه پتانسیل تعادل یون با معادله نرنست

معادله نرنست

$$V = \frac{61}{z}\ log\frac{Co}{Ci}$$

E: پتانسیل تعادل برای یون بر حسب میلی‌ولت
Z: بار یون
Co: غلظت یون در خارج سلول
Ci: غلظت یون در داخل سلول

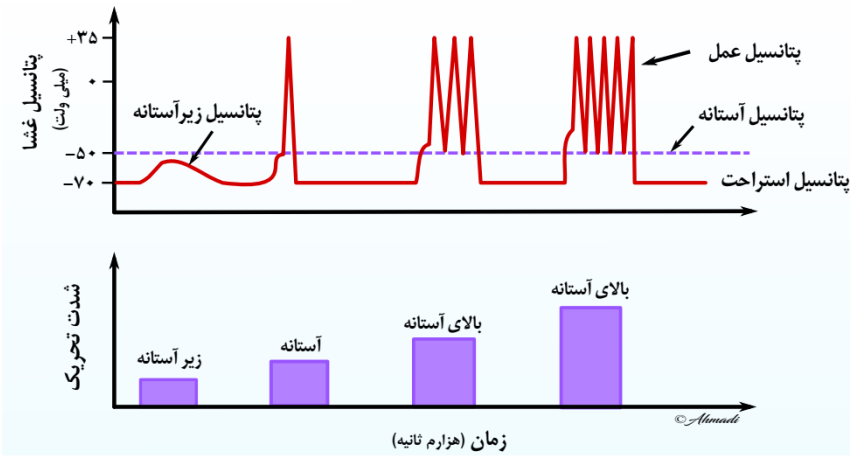
معادله گلدمن برای محاسبه پتانسیل استراحت سلول

معادله گُلدمن

$$V = -61\ log \frac{P\ Na\ [Na]i + P\ K\ [K]i + P\ Cl\ [Cl]i}{P\ Na\ [Na]o + P\ K\ [K]o + P\ Cl\ [Cl]o}$$

V: پتانسیل غشاء بر حسب میلی‌ولت
P: نفوذپذیری برای یون مورد نظر
[Na]i: غلظت یون سدیم در داخل سلول
[Na]o: غلظت یون سدیم در خارج سلول
[K]i: غلظت یون پتاسیم در داخل سلول
[K]o: غلظت یون پتاسیم در خارج سلول
[Cl]i: غلظت یون کلر در داخل سلول
[Cl]o: غلظت یون کلر در خارج سلول

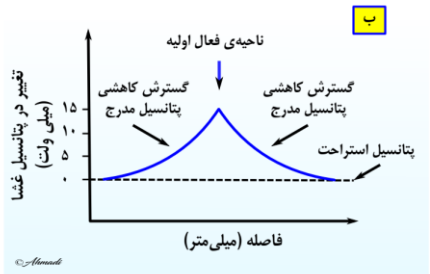
پتانسیل‌های زیر آستانه، آستانه، فوق استانه و عمل

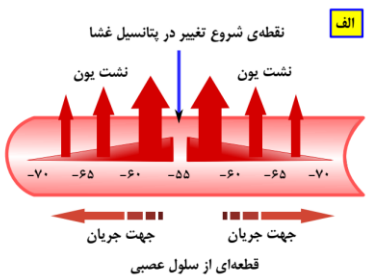


مقایسه پتانسیل مدرج و عمل

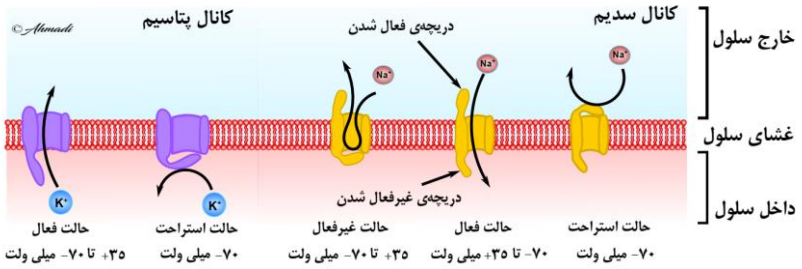
پتانسیل‌های مدرج	پتانسیل‌های عمل
در دندریت و جسم سلولی تولید می‌شوند	در آکسون ایجاد می‌شوند
تمام انواع کانال‌های دریچه‌دار در ایجاد آنها نقش دارند	فقط توسط کانال‌های دریچه‌دار وابسته به ولتاژ ایجاد می‌شوند
دامنه یا ارتفاع ولتاژ آنها بسته به شدت تحریک متفاوت است	دامنه یا ارتفاع ولتاژ پتانسیل عمل در یک نوع سلول مشخص همیشه یکسان است
طول دوره یا مدت زمان متفاوتی دارند	در یک نوع سلول مشخص همیشه مدت زمان یکسان دارند
میزان ولتاژ با افزایش فاصله از محل تولید یا محل تحریک اولیه، کاهش می‌یابند	بدون کاهش یافتن می‌توانند مسافت‌های طولانی را در طول اکسون طی کنند

کاهش پتانسیل مدرج ایجاد شده در غشاء با افزایش فاصله از ناحیه فعال اولیه

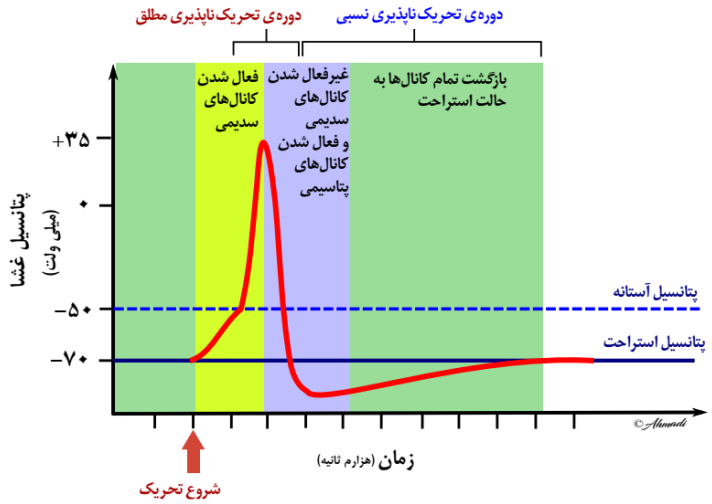




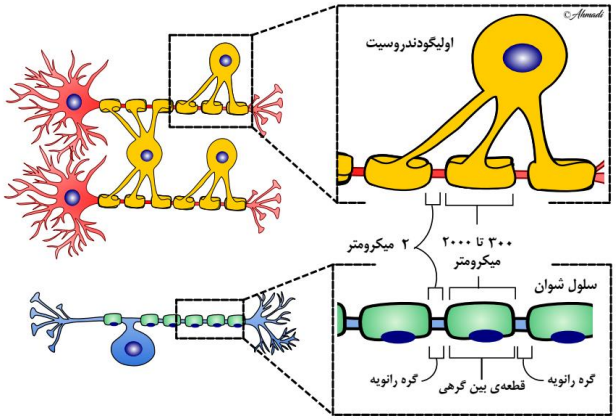
وضعیت دریچه‌های کانال دریچه‌دار وابسته به ولتاژ سدیم و پتاسیم



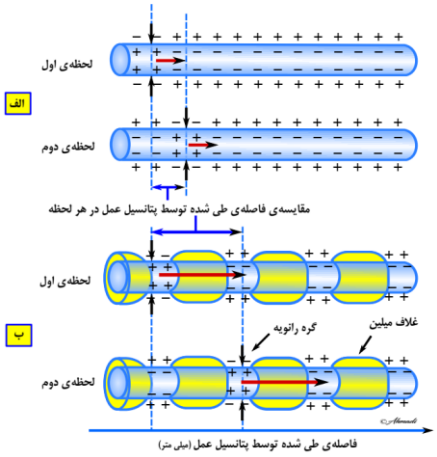
مراحل پتانسیل عمل در سلول عصبی و یون‌ها و کانال‌های موثر در ایجاد هر مرحله



عوامل موثر بر سرعت هدایت پتانسیل عمل

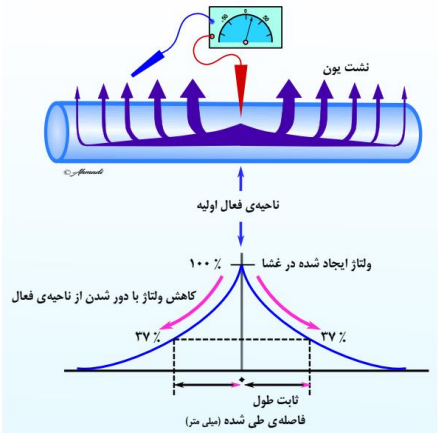


نقش غلاف میلین در افزایش سرعت هدایت پیام عصبی

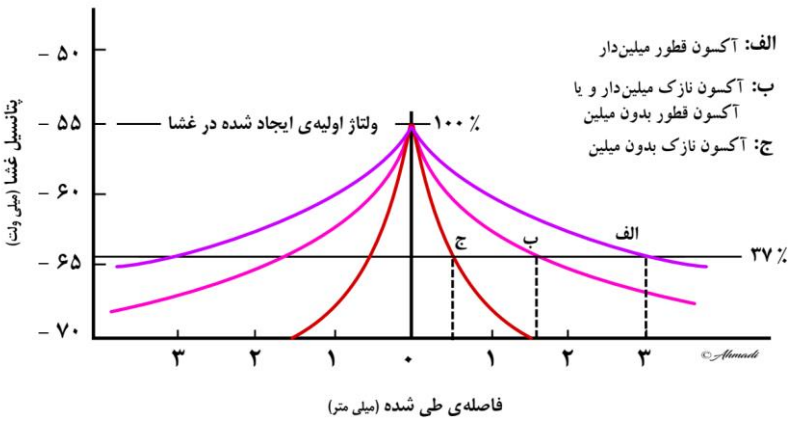


ثابت طول

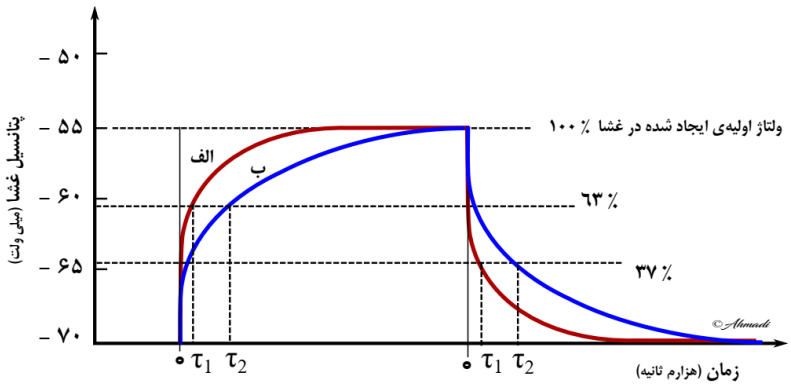
کاهش ولتاژ ایجاد شده در ناحیه تحریک شده از یک زائده عصبی با افزایش فاصله از محل تحریک



مقایسه ثابت طول در آکسون های مختلف



ثابت زمان



عامل ایجاد هدایت جهشی پتانسیل عمل در آکسون‌های میلین‌دار