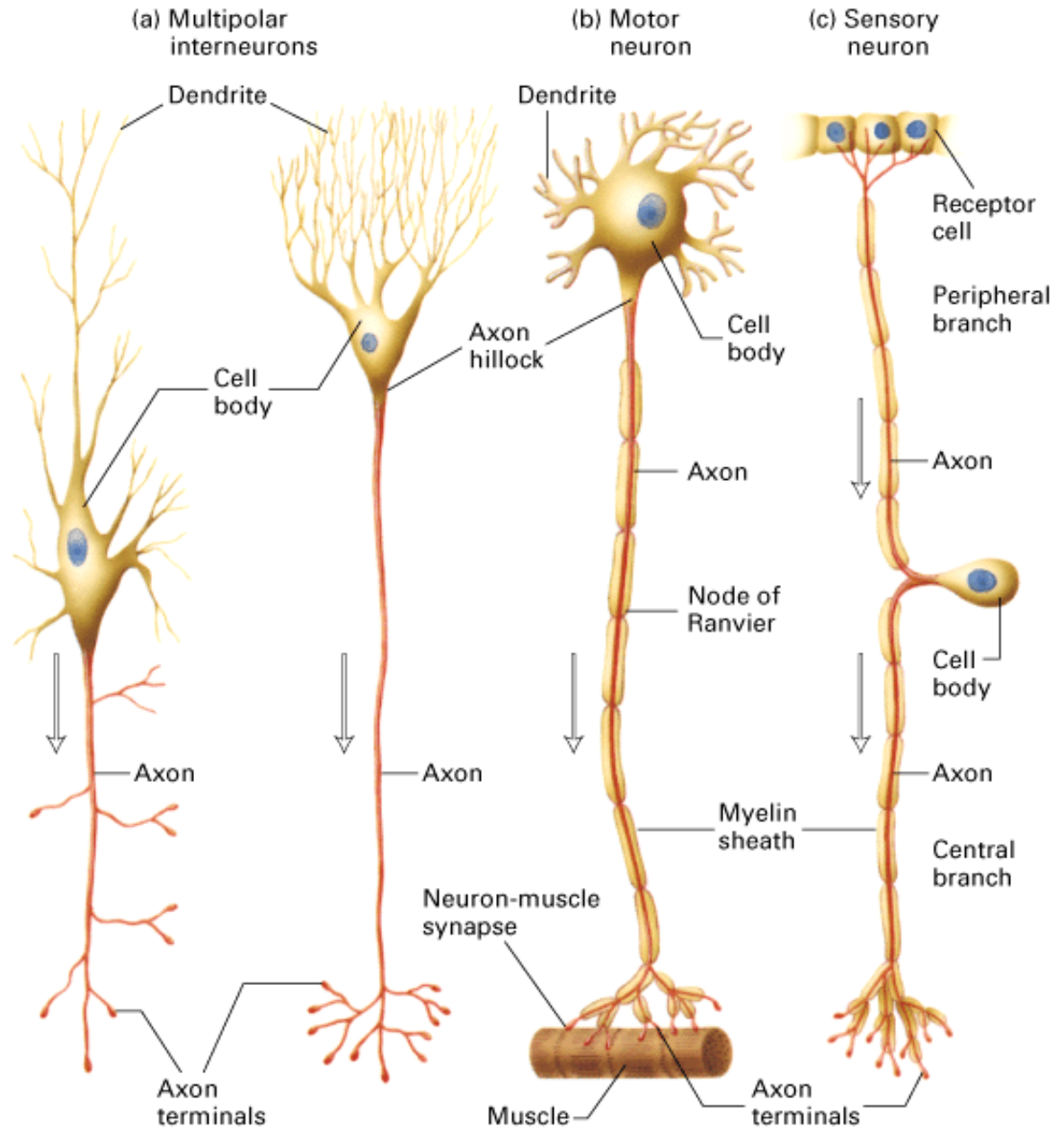
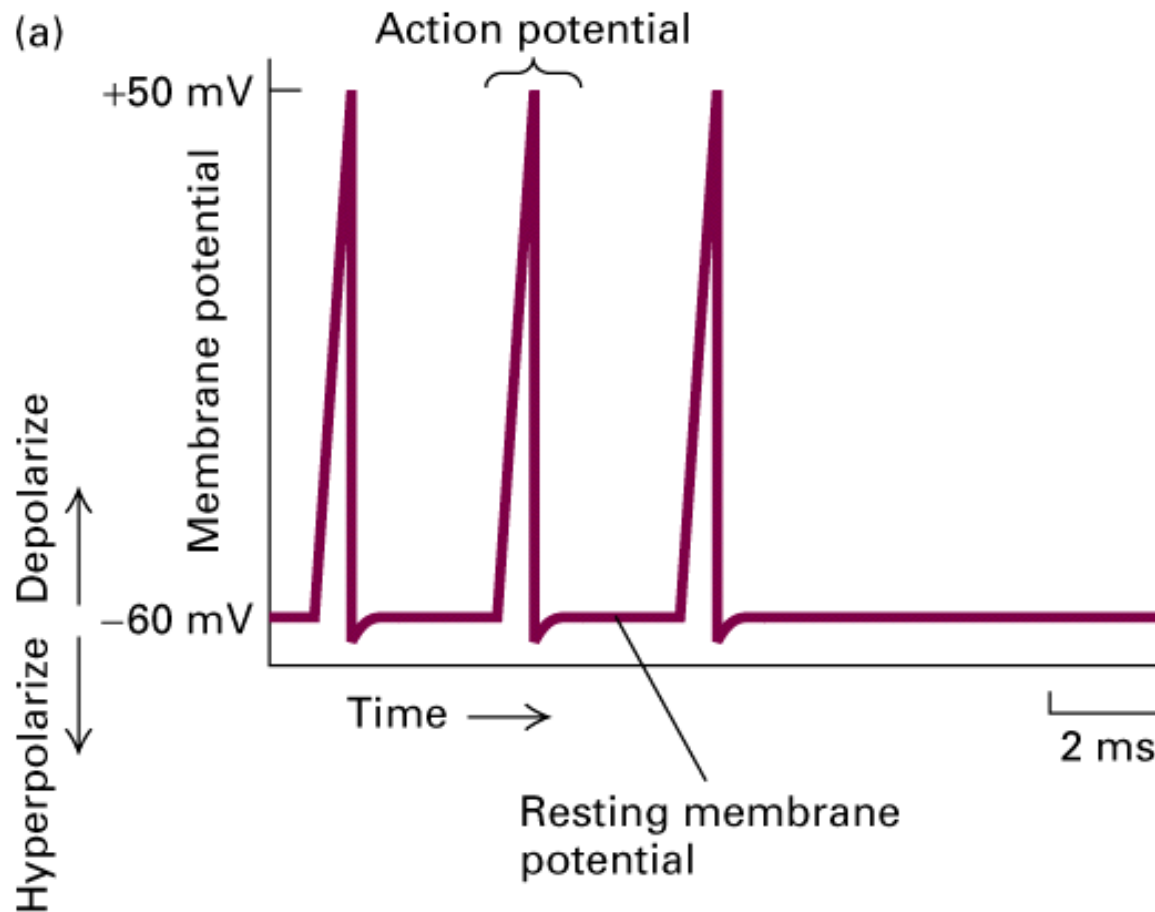


Estructura de neuronas típicas de mamíferos

El potencial de acción viaja a lo largo de la membrana del axón, típicamente hacia el terminal sináptico.



Ejemplo donde V va de -60 mV a $+50$ mV, seguido de una recuperación hacia el estado de reposo, -60 mV



La propagación de una variación local en V a lo largo de la membrana de las fibras nerviosas puede describirse mediante la ecuación del cable

$$\tau_m \frac{\partial V}{\partial t} + R_m I_{\text{ion}} = \lambda_m^2 \frac{\partial^2 V}{\partial x^2},$$

$$\lambda_m = \sqrt{\frac{R_m d}{4R_c}}, \quad \tau_m = R_m C_m \quad \frac{1}{R_m} = \left. \frac{dI_{\text{ion}}}{dV} \right|_{V=V_0}.$$

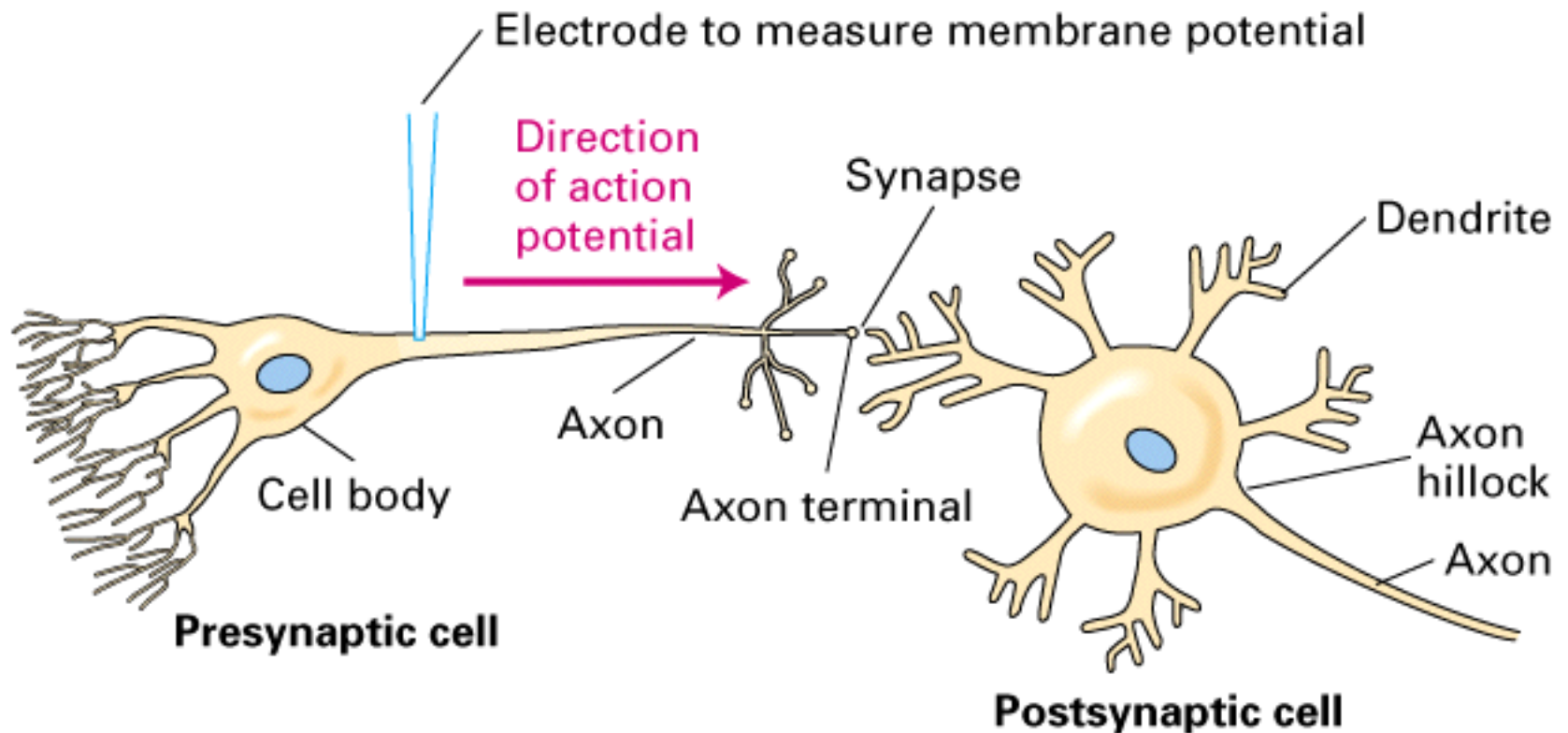
donde I_{ion} es la suma de las corrientes iónicas a través de la membrana en el punto x (en general en corriente por unidad de área).

O sea, esta ecuación se resuelve acoplada a la que da la dinámica de I_{ion} como función de V . Una posibilidad es modelo tipo HH

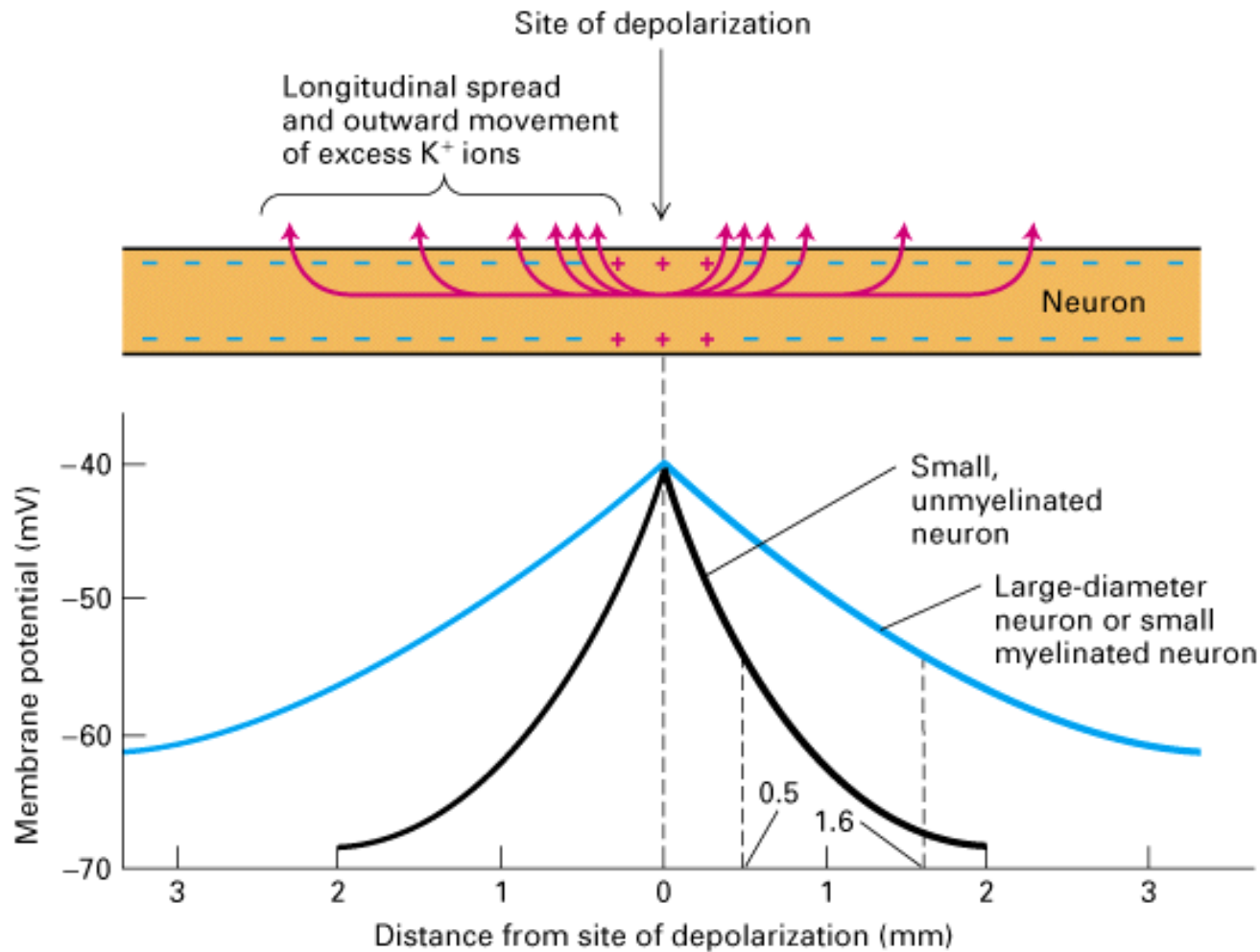
$$I_{\text{ion}} = -\bar{g}_K n^4 (v - v_K) - \bar{g}_{\text{Na}} m^3 h (v - v_{\text{Na}}) - \bar{g}_L (v - v_L).$$

$$\begin{aligned} \frac{dm}{dt} &= \alpha_m (1 - m) - \beta_m m, \\ \frac{dn}{dt} &= \alpha_n (1 - n) - \beta_n n, \\ \frac{dh}{dt} &= \alpha_h (1 - h) - \beta_h h. \end{aligned}$$

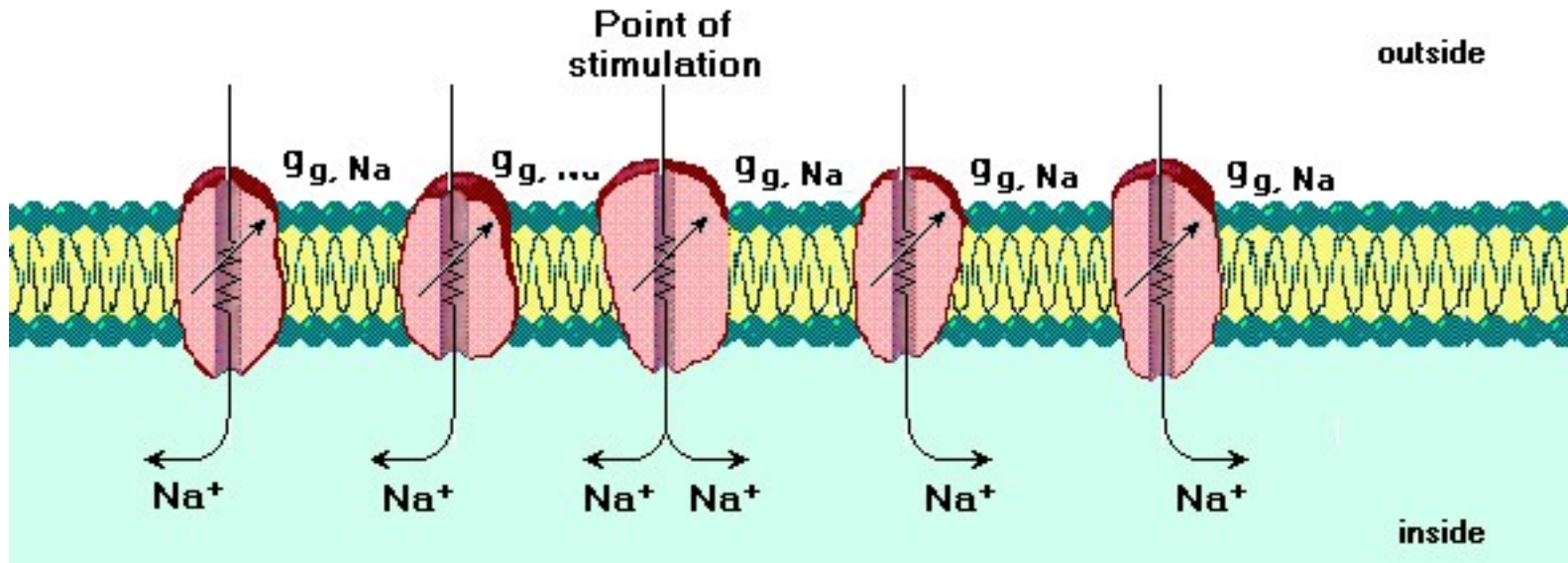
- Los potenciales de acción pueden viajar a velocidades de 100m/s.
- Their arrival at an axon terminus causes release of neurotransmitters into the synaptic cleft.
- These neurotransmitters then bind to receptors on the postsynaptic cell, inducing a change in its membrane potential.



El transporte a lo largo de las fibras nerviosas puede ser pasivo (por ejemplo, cuando los únicos canales presentes son los de K^+)



O puede haber una conducción regenerativa.



Es el proceso que permite enviar señales a distancias grandes (del orden de 1m o más). La conducción pasiva o electrotónica es efectiva hasta unos 5 mm.

La propagación regenerativa es característica de los medios excitables. Requiere que se abran los canales de Na⁺ (o sea, hay que cruzar el umbral de la excitabilidad).

Modelo matemáticamente más tratable que HH: FN

$$\epsilon \frac{\partial v}{\partial t} = \epsilon^2 \nabla^2 v + f(v, w),$$
$$\frac{\partial w}{\partial t} = g(v, w).$$

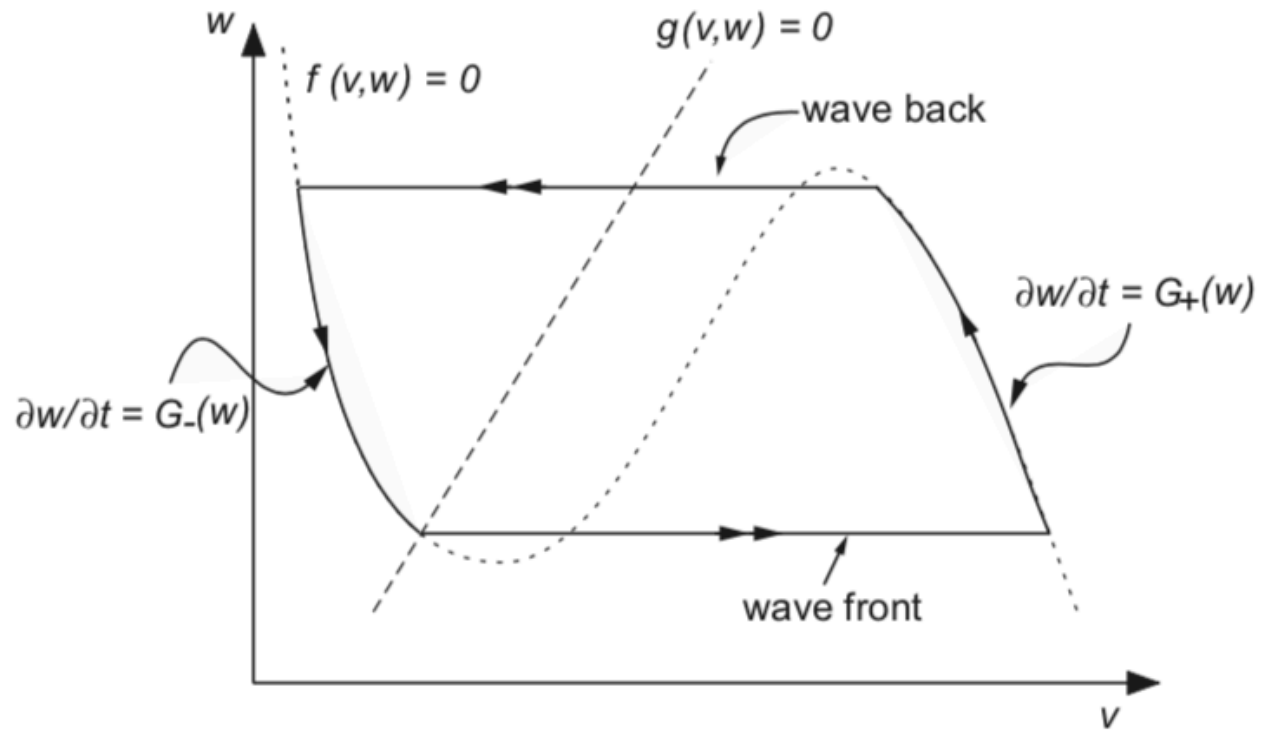
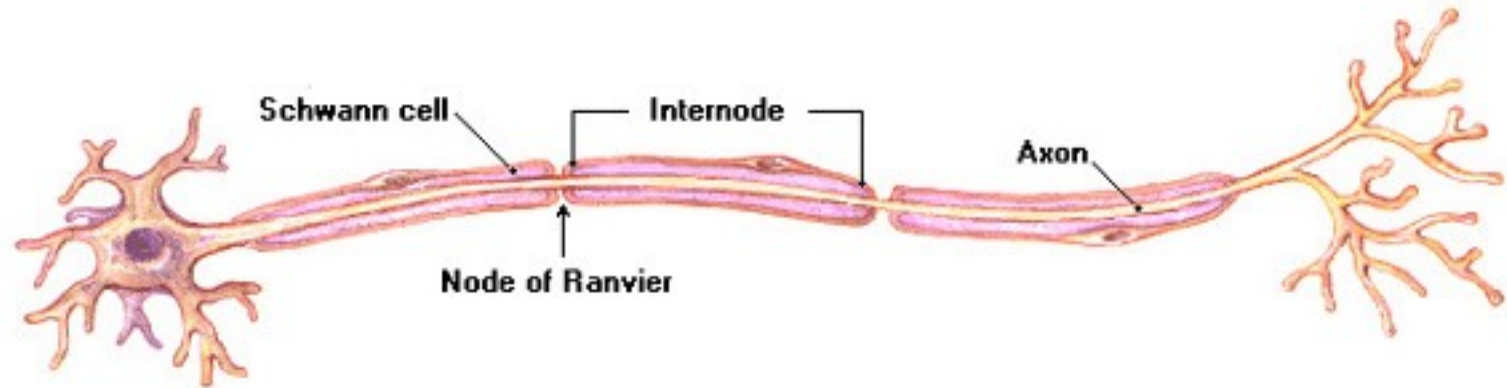
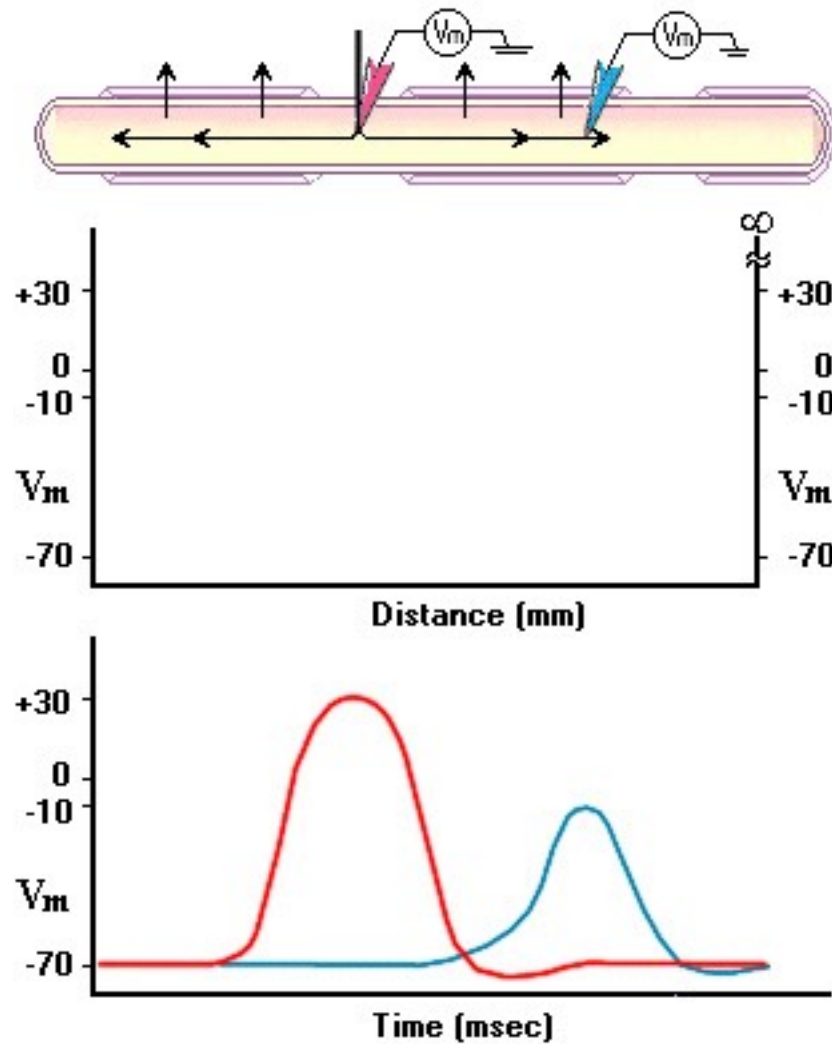


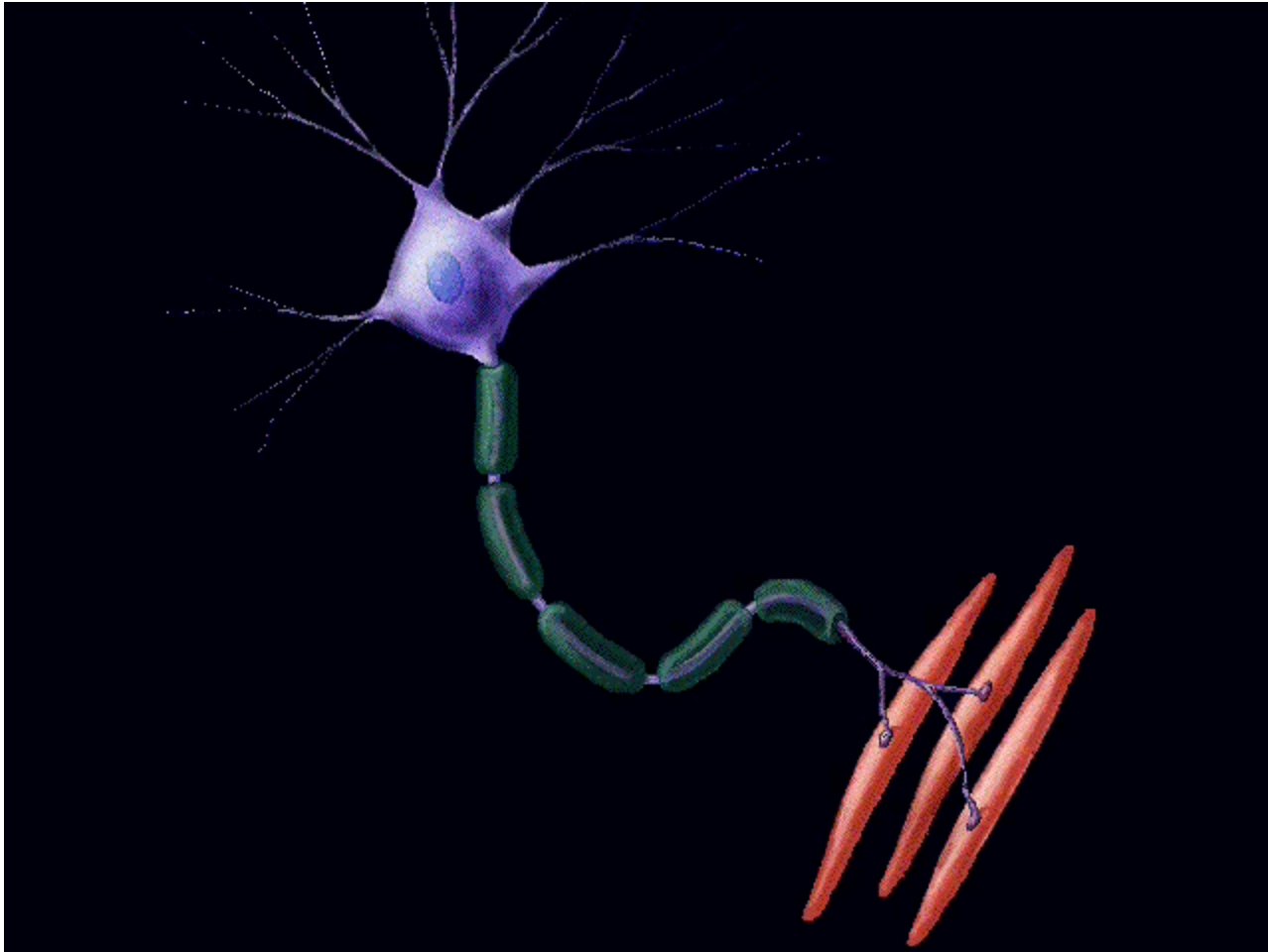
Figure 6.7 Sketch of the phase portrait of the fast traveling solitary pulse for FitzHugh–Nagumo dynamics in the singular limit $\epsilon \rightarrow 0$.



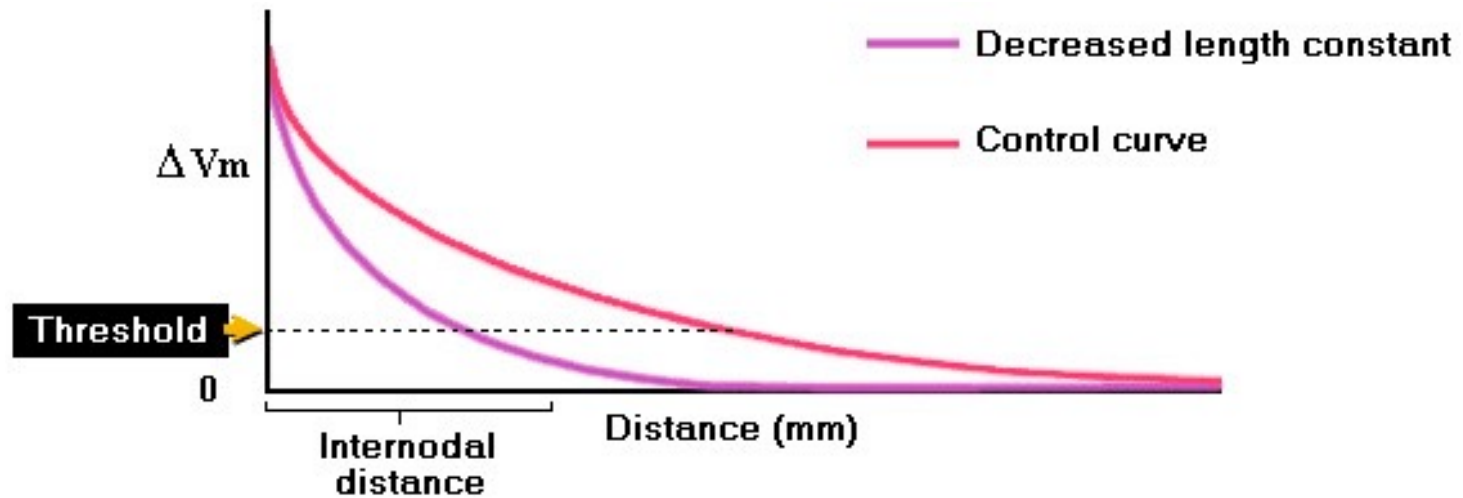
Algunas fibras nerviosas tienen una estructura espacialmente inhomogénea que afecta mucho la conducción nerviosa. Parte de estas fibras están estrechamente asociadas a un tipo de células, llamadas células de Schwann. La membrana de estas células se enrolla muchas veces alrededor de la fibra, proveyéndola de una capa de muy alta resistencia llamada de mielina. Debido a esta capa, la resistencia de la membrana aumenta mientras que su capacidad disminuye. La mielinización se da en axones de vertebrados. La región entre las zonas rodeadas de mielina, donde la membrana nerviosa está expuesta al medio extracelular se llaman nodos de Ranvier. En esos nodos se encuentran los canales voltaje dependientes responsables de la regeneración de la señal.



Esta distribución inhomogénea de canales da lugar a una propagación saltatoria. La distribución inhomogénea se puede asociar a una inhomogeneidad en la excitabilidad del medio.



Propagación saltatoria



Cuando una fibra que funciona normalmente con mielina es desmielinizada, el potencial que llega a los nodos de Ranvier no supera el umbral necesario para regenerar la señal. Esto es debido a que la desmielinización disminuye la resistencia de membrana entre nodos y por eso la señal decae más que en el caso con mielina. La desmielinización también aumenta la capacidad de la membrana. De todos modos, la constante espacial disminuye por el efecto sobre la resistencia.