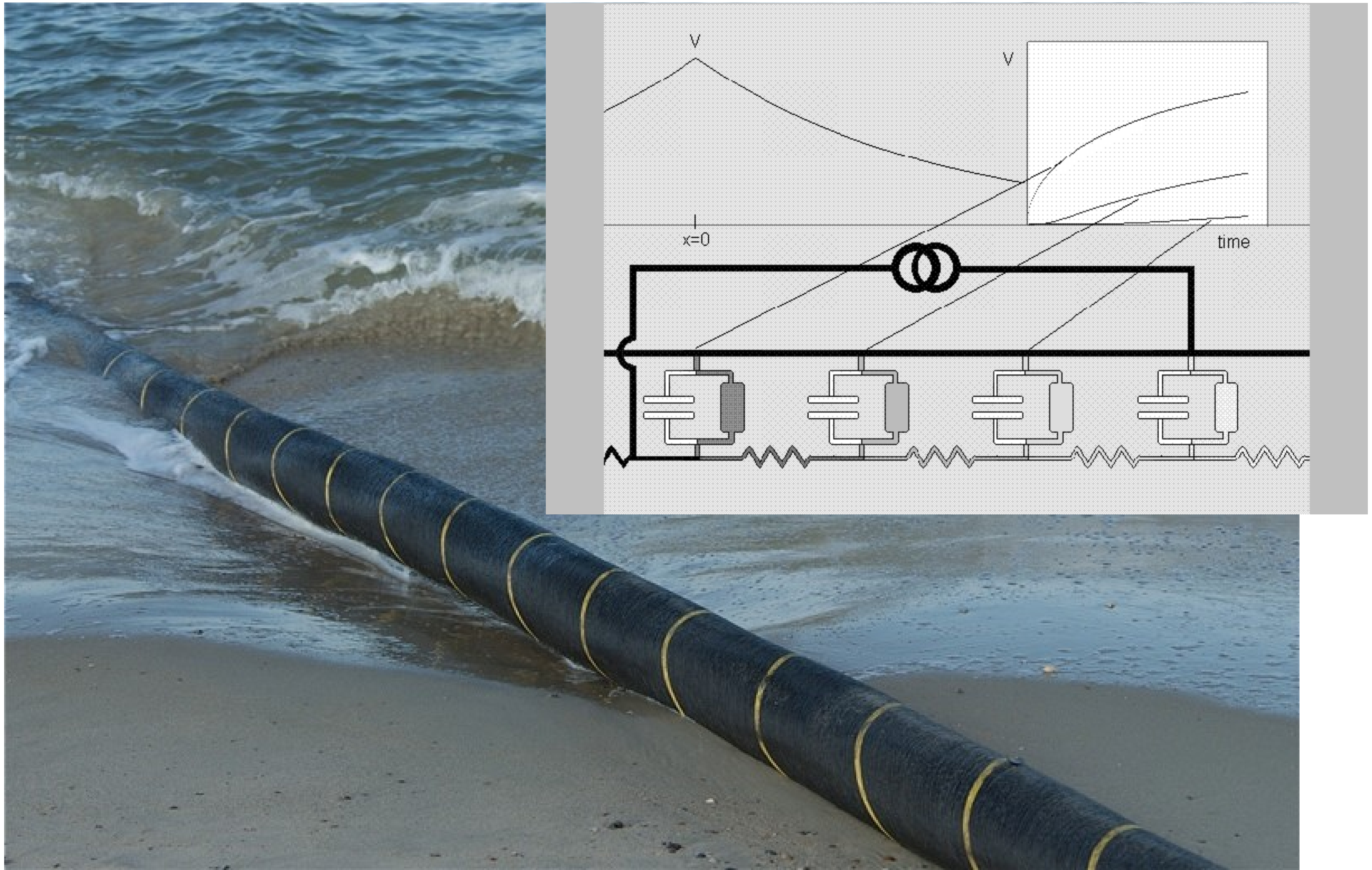
Propriedades passivas da membrana

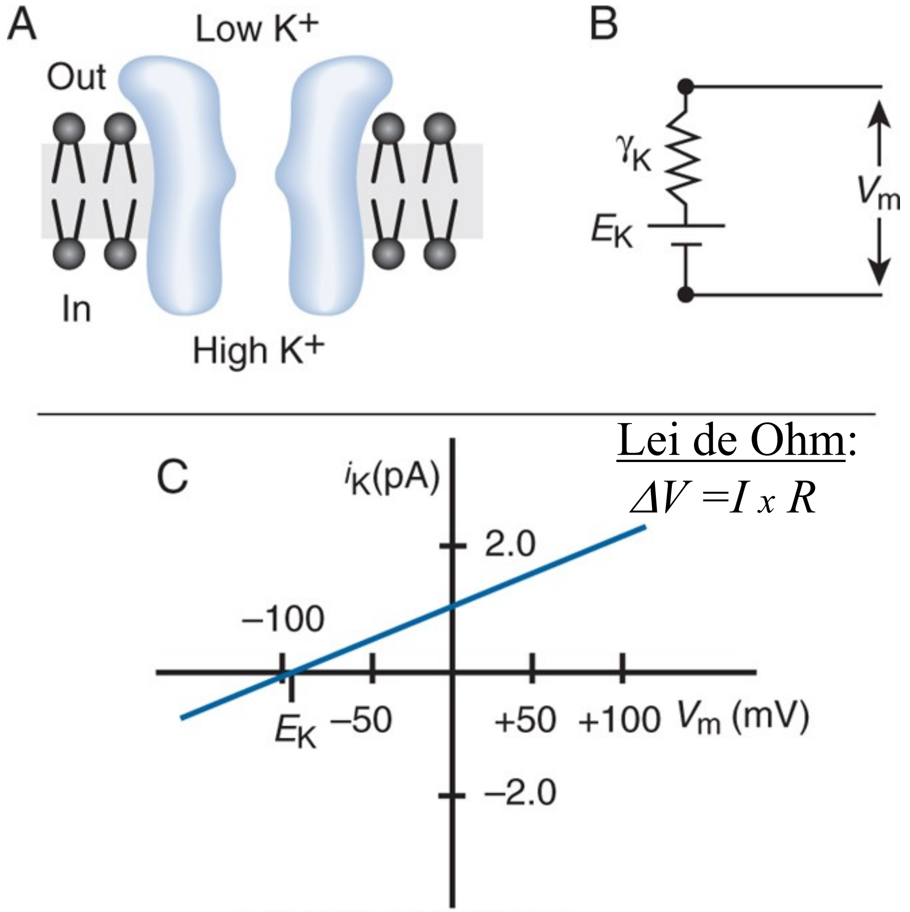
Prof. Ricardo M. Leão

Departamento de Fisiologia – FMP/USP

- Propiedades passivas da membrana



Os canais iônicos são os condutores celulares



Lei de Ohm:

$\Delta V = I \times R$

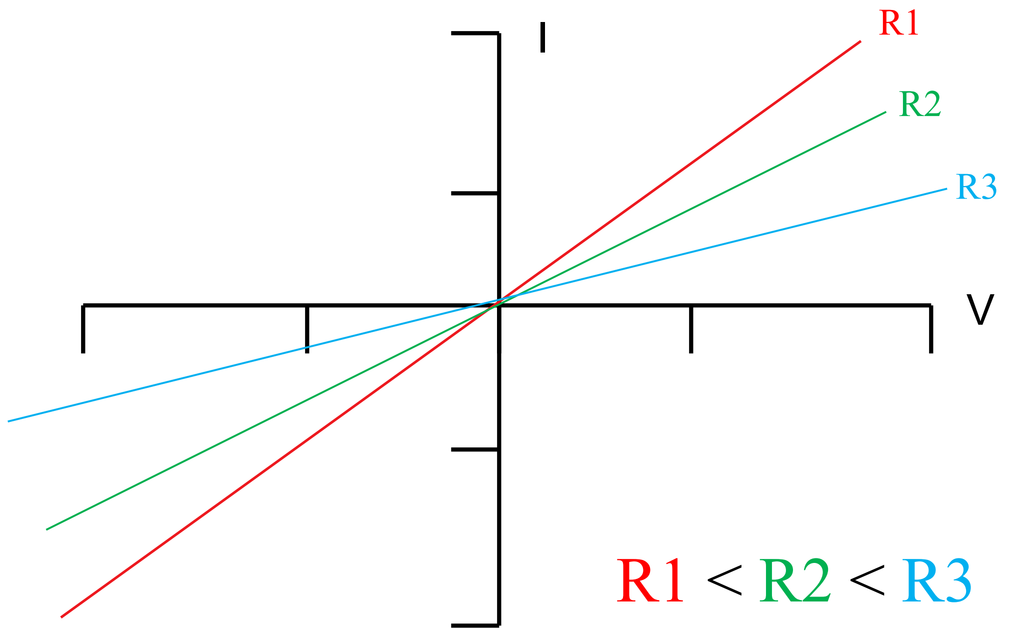
A resistência da membrana afeta a magnitude dos sinais elétricos

<u>Lei de Ohm</u>:

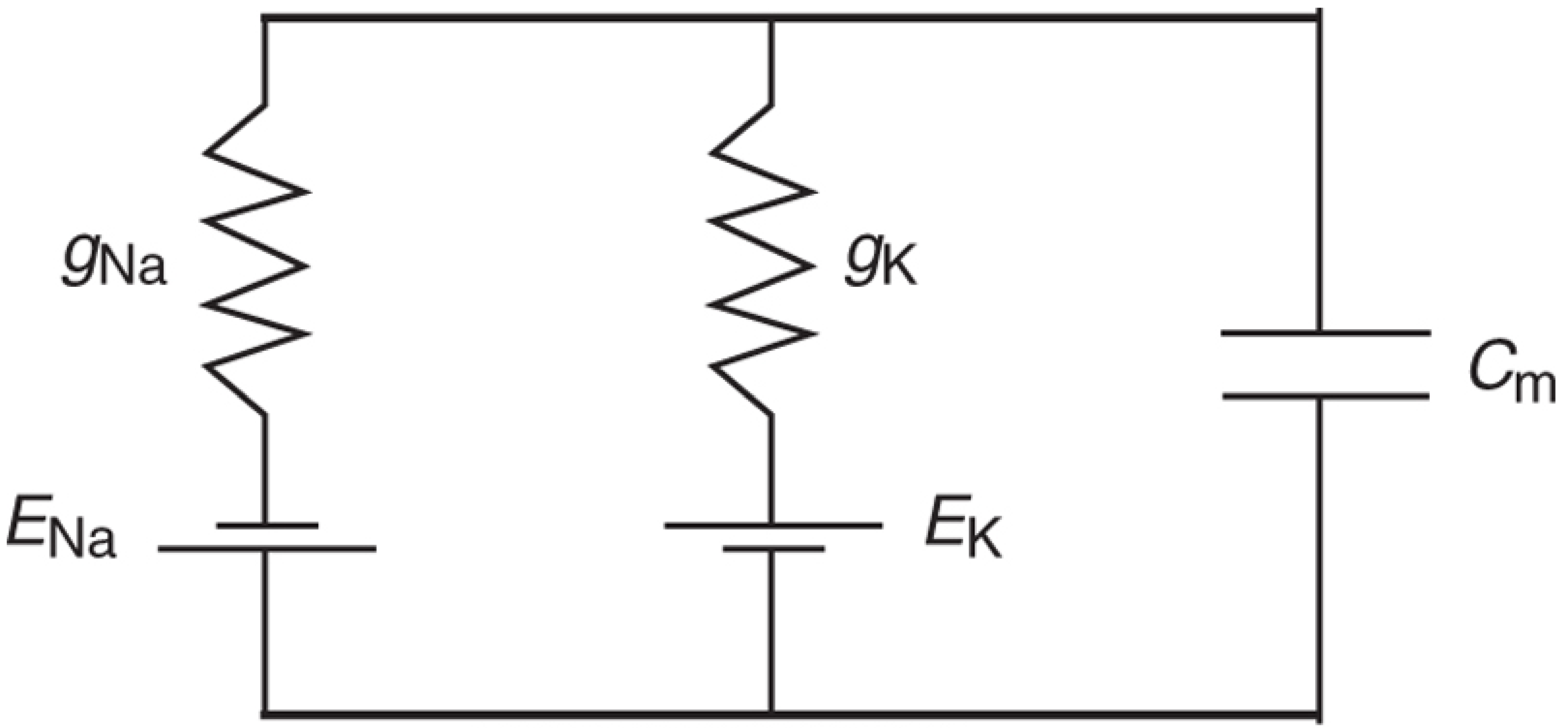
$$\Delta V = I \times R$$

$$\Delta V = I/G$$

A resistência de entrada da célula determina a magnitude da despolarização em resposta a corrente injetada

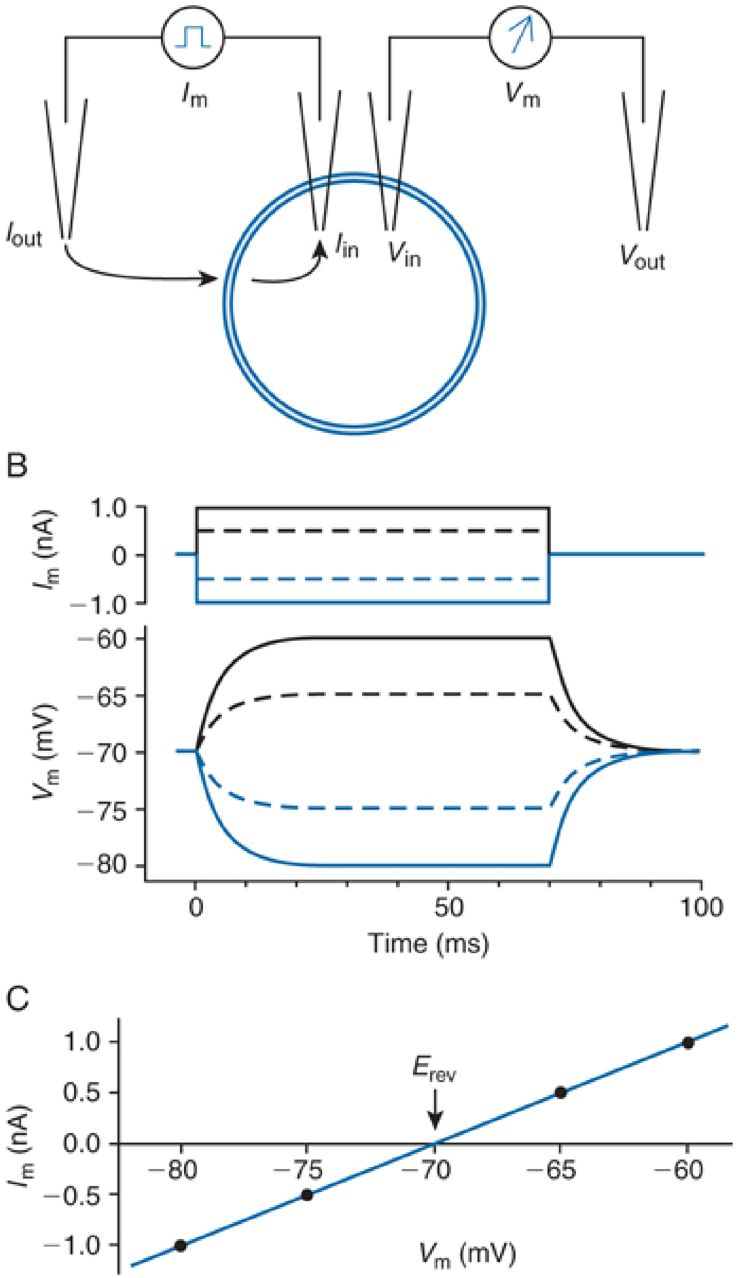


A membrane pode ser representada como condutores (g) em paralelo com um capacitor (C_m)



Cellular Physiology and Neurophysiology, 2e

O potencial de membrana não é alterado instantaneamente em resposta a injeção de corrente

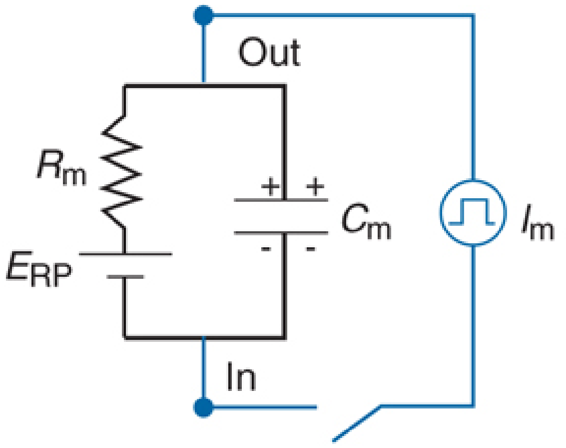


Cellular Physiology and Neurophysiology, 2e

Primeiro a corrente “carrega” o capacitor (a membrana)

A

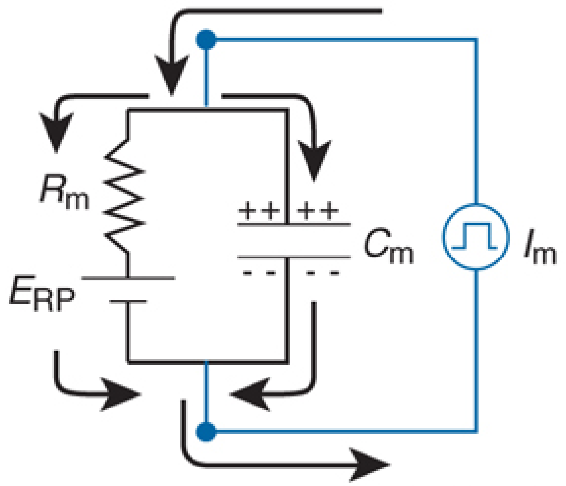
At rest: $I_m = 0$, $V_m = E_{RP}$



Após o "carregamento" do capacitor ela flui pelos condutores (canais)

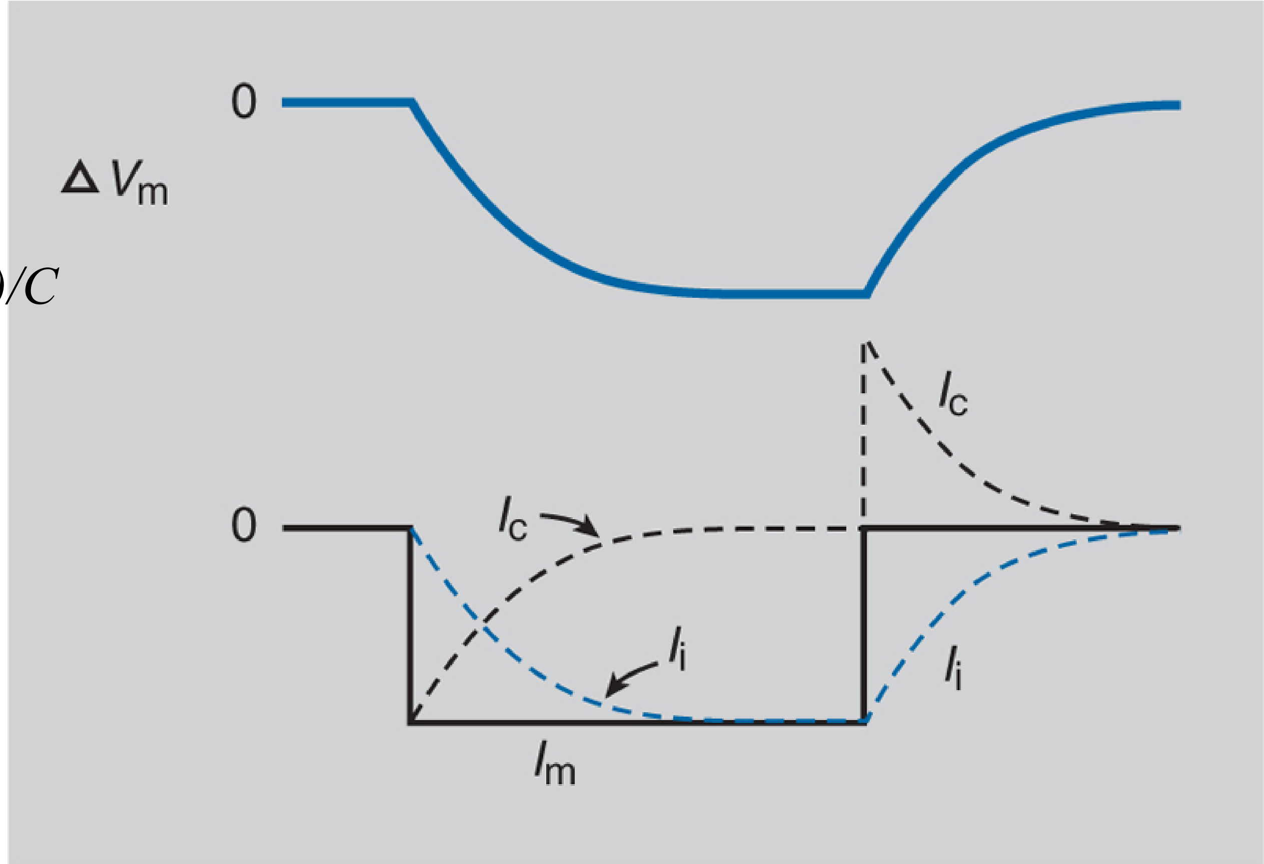
C

Intermediate time: $I_m = I_i + I_c$



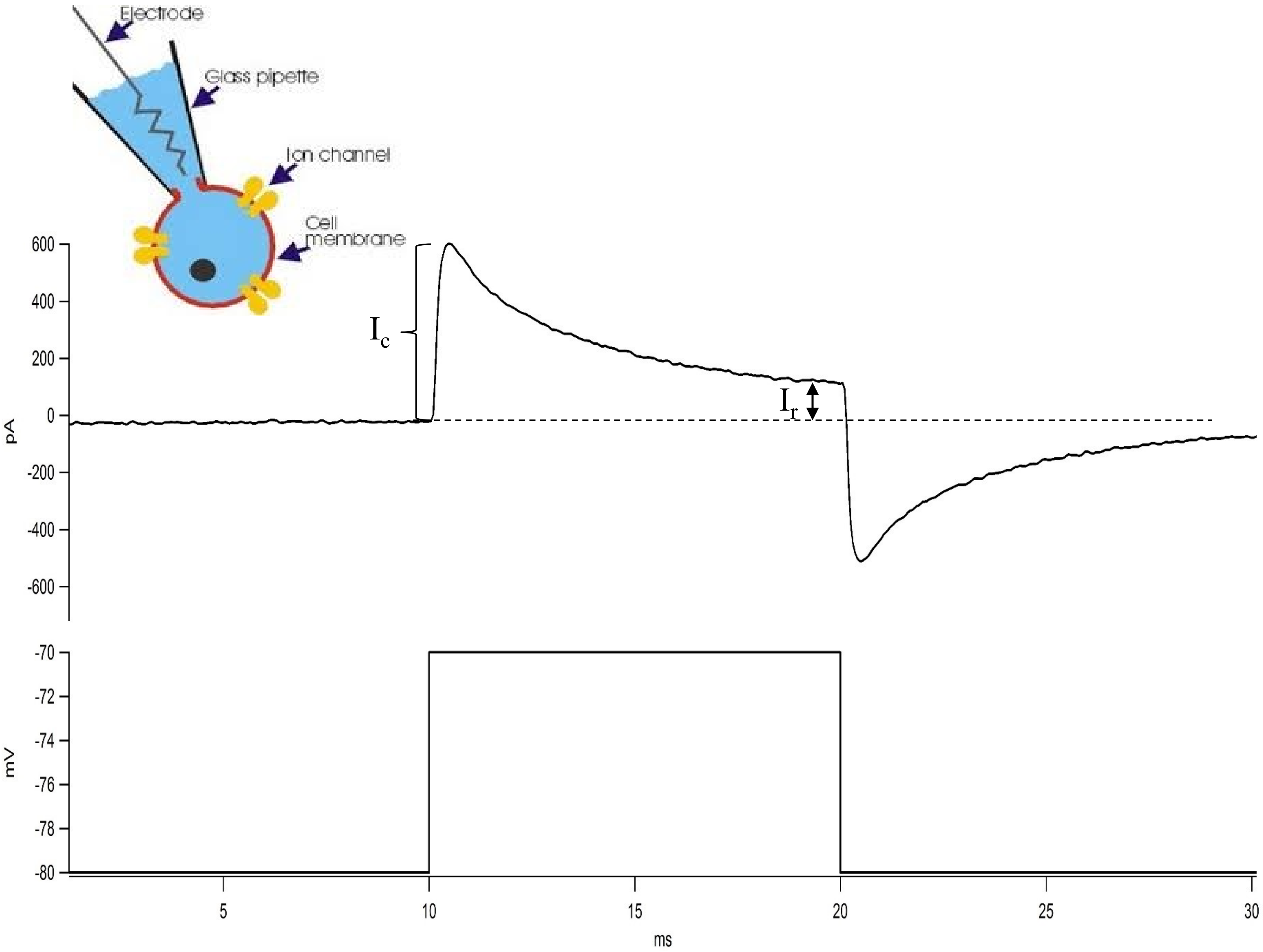
A corrente capacitiva torna a resposta da membrana mais lenta

$V = Q/C$
$\Delta V = \Delta Q/C$
$\Delta V = (I_C \times \Delta t)/C$

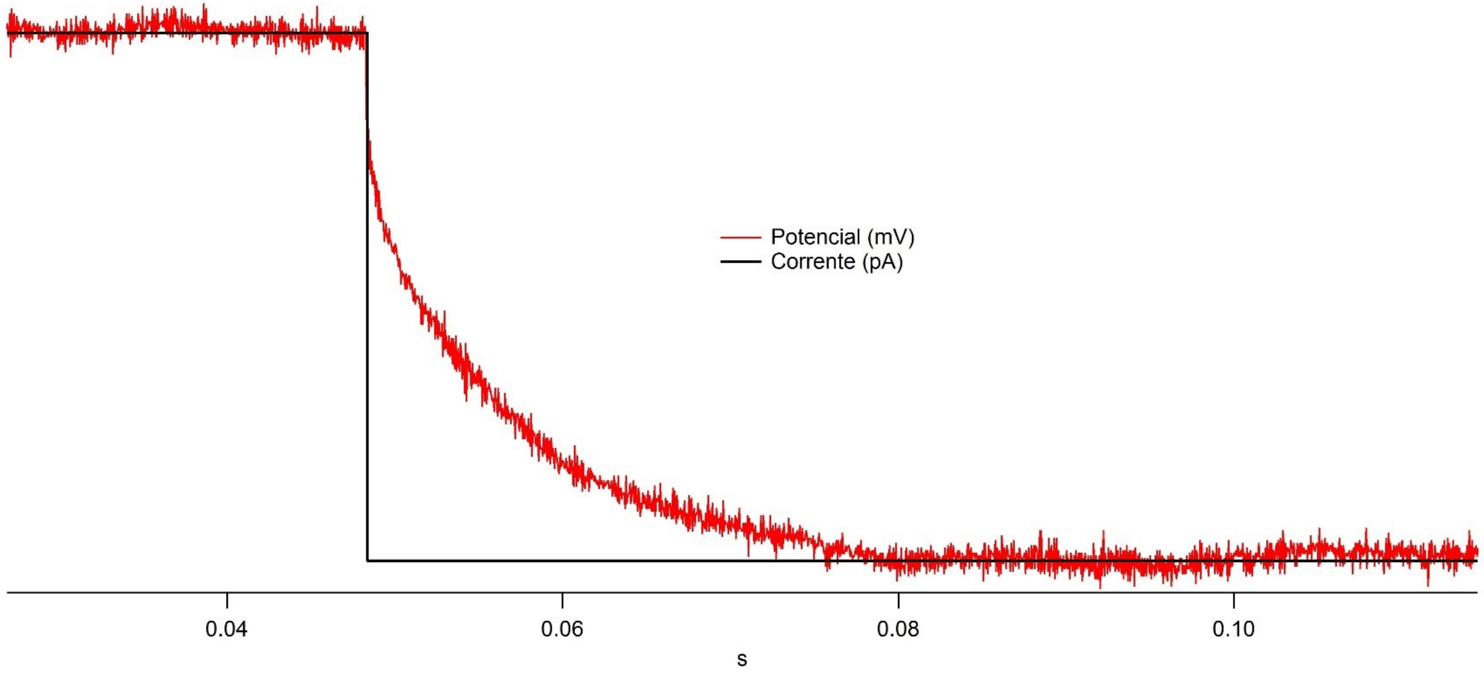


Cellular Physiology and Neurophysiology, 2e

Corrente capacitiva (I_c) e resistiva (I_r)



Resposta da membrana a injeção de corrente



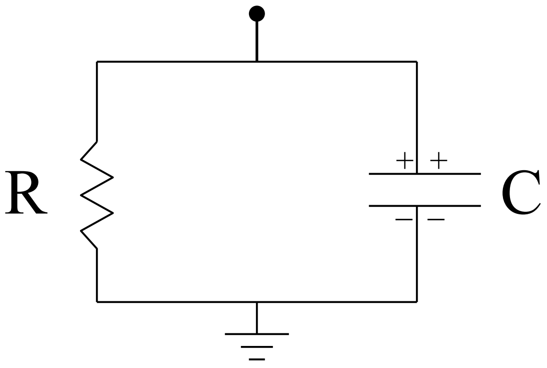
A constante de tempo da membrana (τ_m) reflete o tempo de carregamento da membrana

$$V = V_i \cdot \left[1 - \exp^{\left(-\frac{t}{\tau_m}\right)}\right]$$

$$V = V_i \cdot \exp^{\left(-\frac{t}{\tau_m}\right)}$$

Corrente aplicada (linha tracejada)

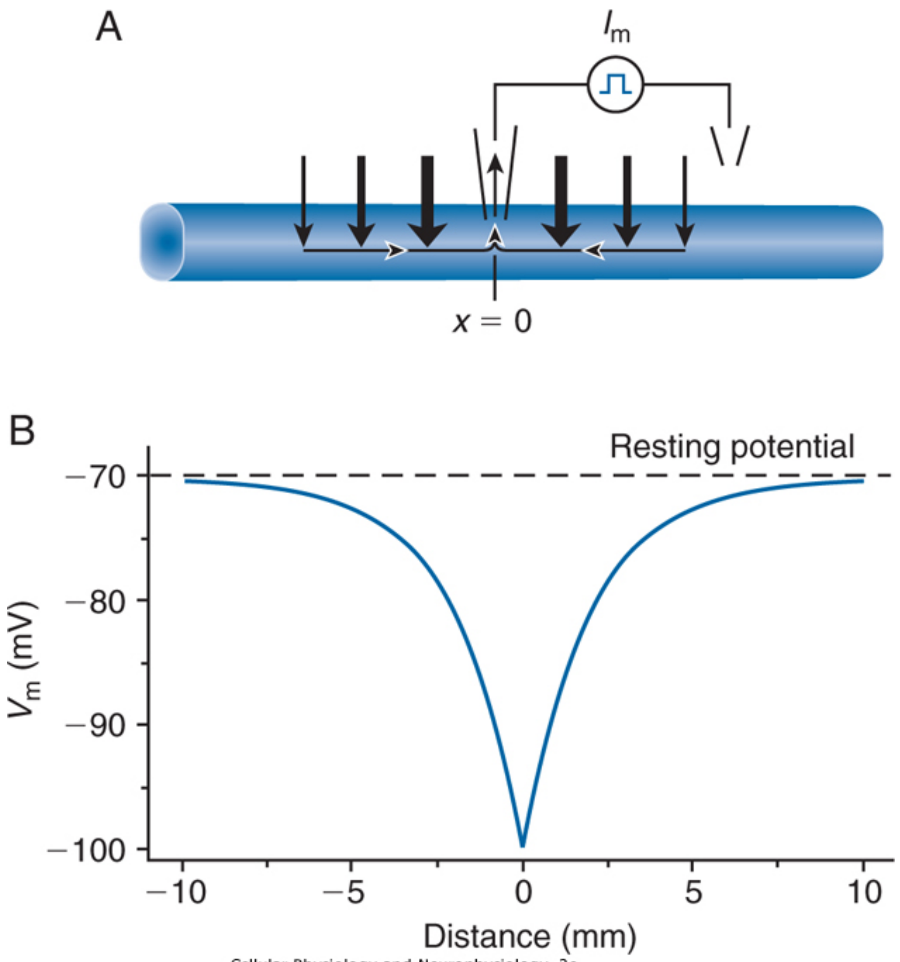
Voltagem observada (linha contínua)



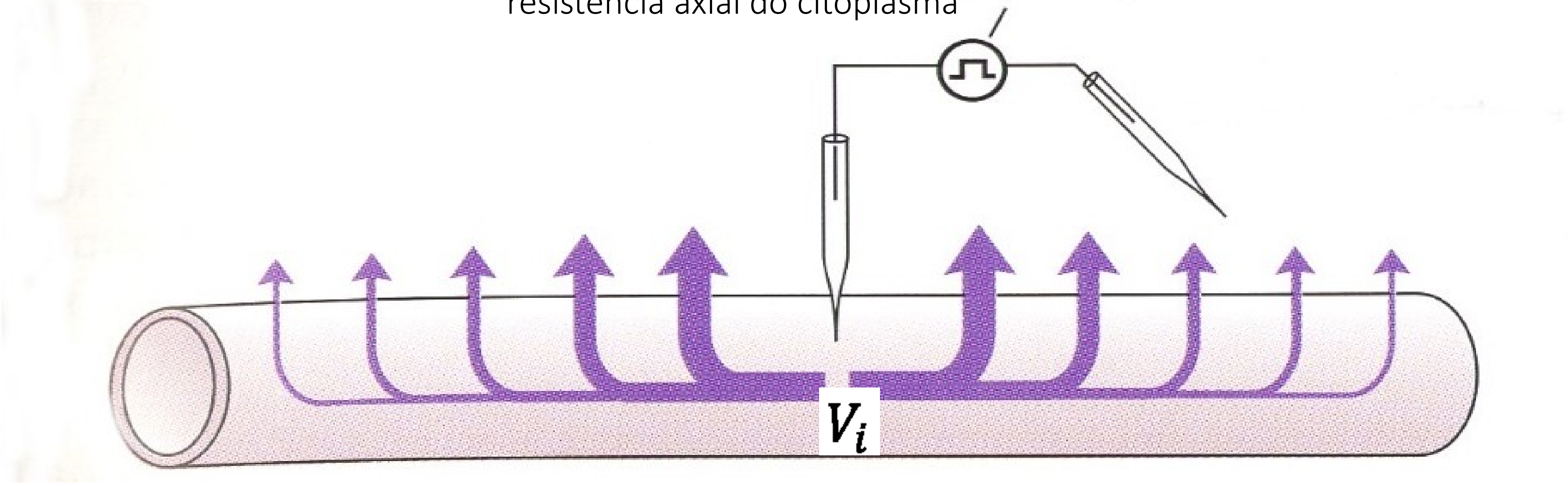
$$C_m R_m = \tau_m$$

τ_m = constante de tempo da membrana
C_m = constante ($1\mu F/cm^2$)

A transmissão passiva das diferenças de voltagem ao longo da membrana é chamada de condução eletrotônica.
Na condução eletrotônica o sinal decai exponencialmente com a distância

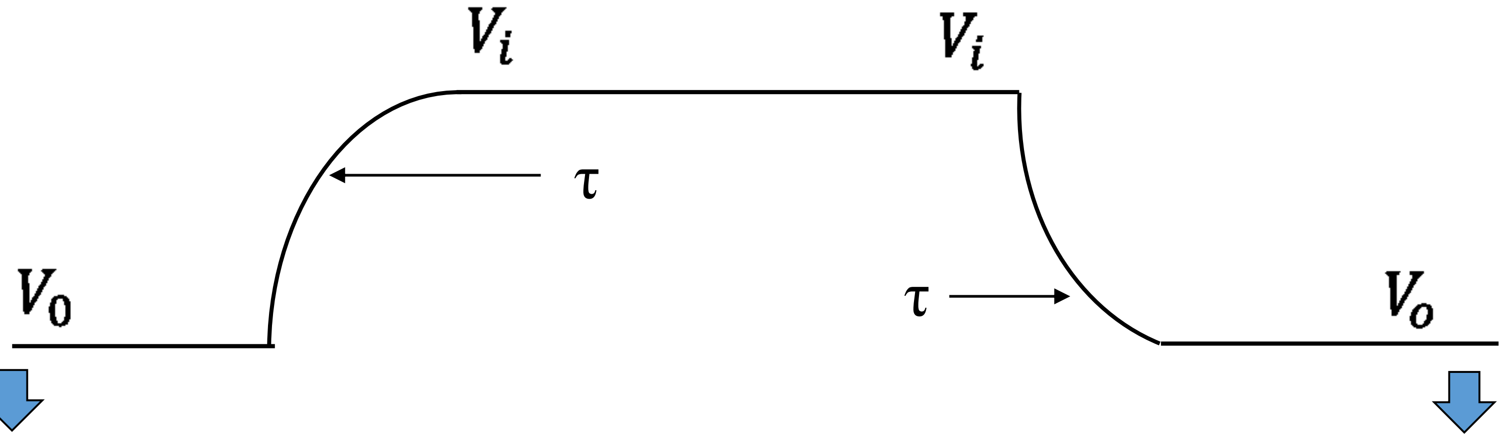


A constante de espaço da membrana (λ) reflete a razão da resistência da membrana e da resistência axial do citoplasma



$$V = V_i . \exp^{\left(-\frac{t}{\lambda}\right)}$$

Calculando τ graficamente



$$V = V_i . \left[1 - \exp^{\left(-\frac{t}{\tau_m} \right)} \right]$$

Se t = τ

$$V = V_i . \left[1 - \exp^{(-1)} \right]$$

$$V = V_i . \left[1 - 0.37 \right]$$

$$V = 0.63 . V_i$$

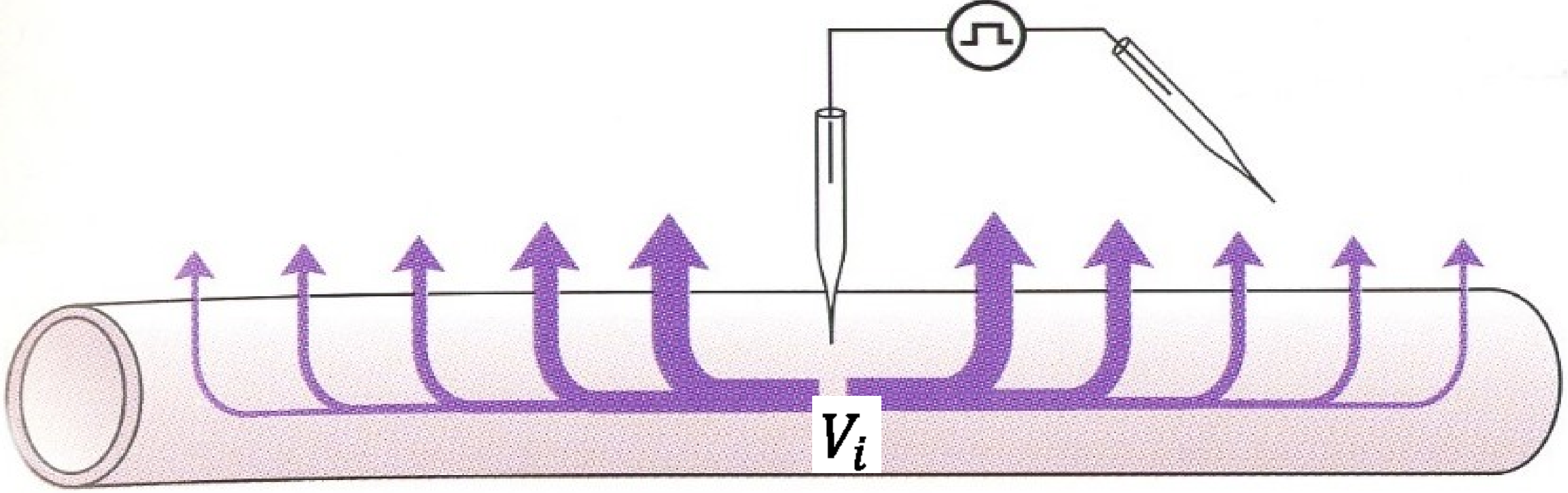
$$V = V_i . \exp^{\left(-\frac{t}{\tau_m} \right)}$$

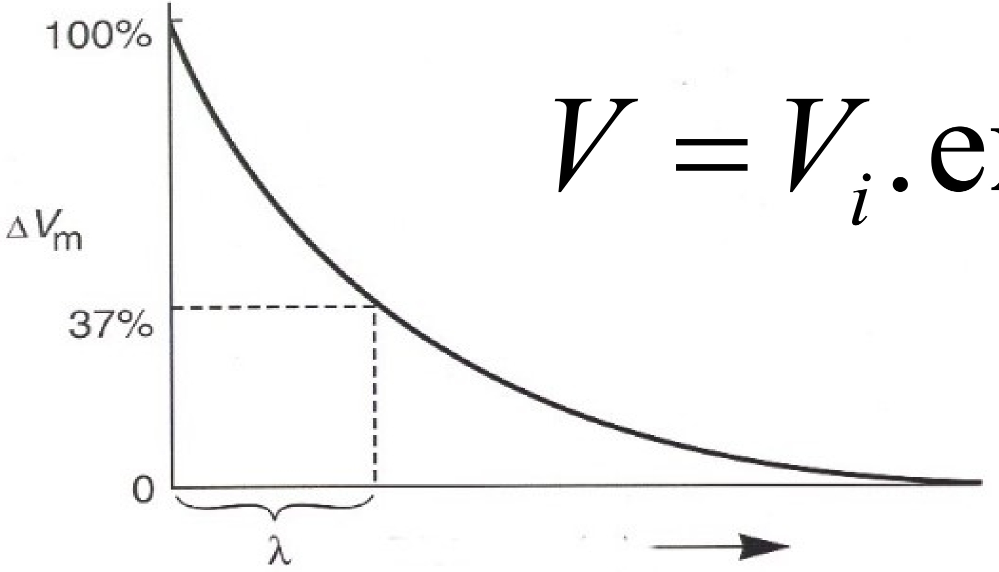
Se t = τ

$$V = V_i . \exp^{(-1)}$$

$$V = 0.37 . V_i$$

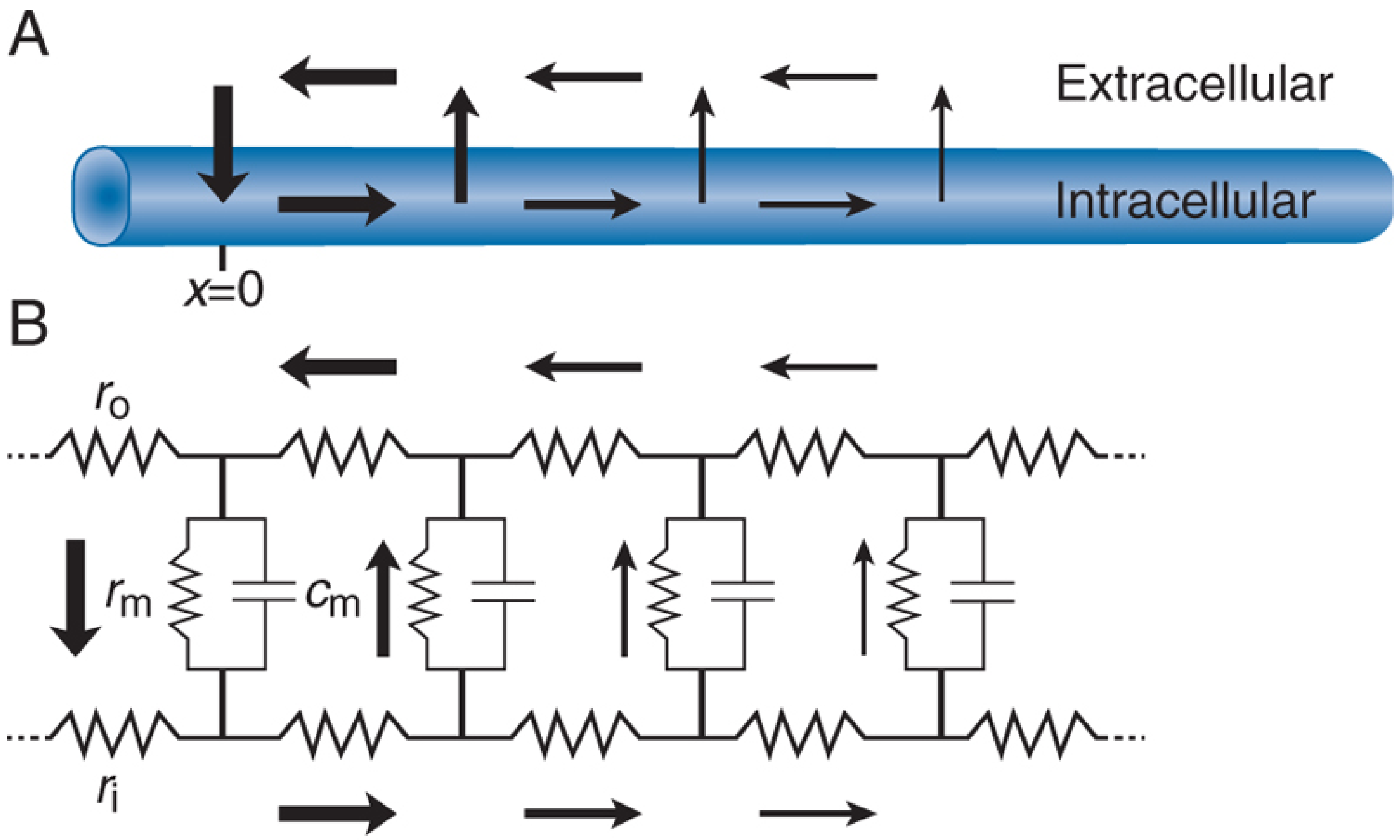
Calculando λ graficamente





$$V = V_i . \exp^{\left(-\frac{t}{\lambda}\right)}$$

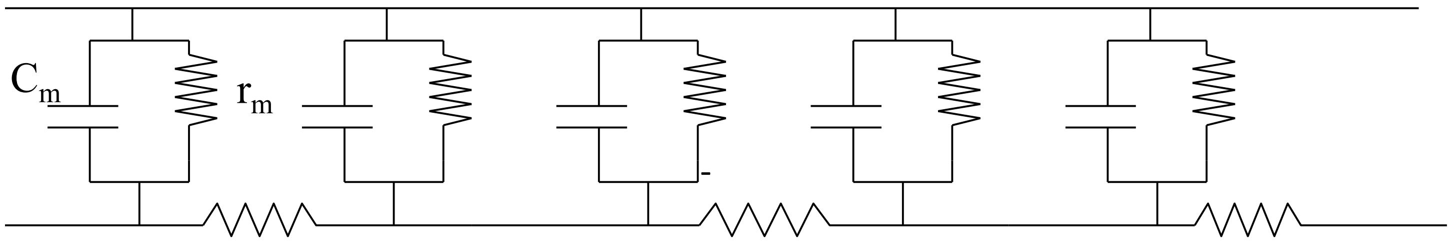
A corrente se dissipa pelas condutâncias da membrana



A constante de espaço da membrana (λ) reflete a razão da resistência da membrana e da resistência axial do citoplasma

$$\lambda = \sqrt{\frac{r_m}{r_{in}}}$$

Meio extracelular



citoplasma

Resistência axial do citoplasma (r_{in}) = $\rho/\pi r^2$

ρ= resistividade especifica do citoplasma

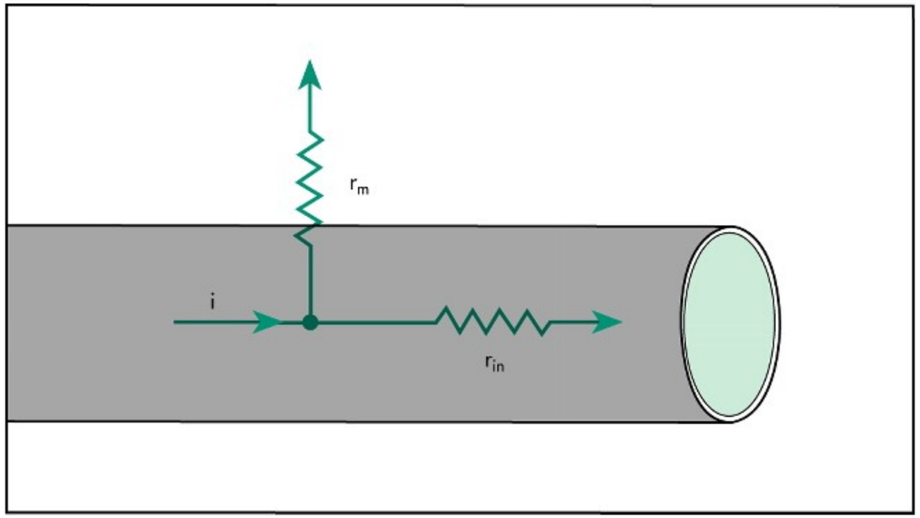
πr^2 = area crosseccional

Resistência da membrana por cm

(r_m) = $R_m/2\pi r$

Rm = resistência específica da membrana

$2\pi r$ = circunferência



A velocidade de propagação do sinal (θ) reflete a razão λ/τ

- > λ e < τ = > θ
- < λ e > τ = < θ