**Voorbeeldvraagstuk**

Een β-cel met een drempelpotentiaal van -40 mV bevat 10000 ATP-gevoelige K+-kanalen met een conductantie van 80 pS en een open probabiliteit van 0.05, en 1000 Na+ kanaaltjes met een conductantie (γNa) van 20 pS en een open probabiliteit van 0.2. De volgende condities gelden:

Temperatuur: 27 °C

Intracellulaire concentraties: [Na+]i = 6 mM; [K+]i  = 150 mM

Extracellulaire concentraties: [Na+]o = 150 mM; [K+]o  = 5 mM

 (Andere ionen mogen buiten beschouwing gelaten worden)

1. Wat is de membraanpotentiaal (Em) van deze cel?
2. Teken een stroom-spanningsdiagramma voor de macroscopische Na+ en K+ stroom en de totale membraanstroom.
3. Door een stijging van de bloed glucosespiegel daalt de open probabiliteit van de K+-kanalen. Bij welke open probabiliteit zal er een actiepotentiaal ontstaan?

**Oplossing**

Bereken evenwichtspotentialen en conductanties:

(Concentraties zijn gegeven. Temperatuur is gegeven (27 0C = 300 K).

Via de Nernst-vergelijking vind je dan:

ENa= 0.083V = 83 mV EK=-0.088V = -88 mV

gNa = γNa×Popen,Na×NNa = 20×10-12S×0.2×1000 = 4×10-9S = 4 nS

gK = γK×Popen,K×NK = 80×10-12S×0.05×10000 = 40×10-9S = 40 nS

1. Bereken Em:

Em = (gK×EK + gNa×ENa)/(gK + gNa)

= (40 nS×-88 mV + 4nS×83 mV)/(40 nS + 4 nS)

**= -72 mV**

1. Teken stroom-spanningsdiagramma

IK = gK×(Em-EK)

Dit is een rechte. Het volstaat om bij twee potentialen de stroom te berekenen. Bijvoorbeeld:

 Wanneer Em = EK 🡺 IK = 0

 Wanneer Em = 0 🡺 IK = 40 nS×(0 mV – (-88 mV) = 3520 pA

INa = gNa×(Em-ENa)

Idem. Bijvoorbeeld:

Wanneer Em = ENa 🡺 INa = 0

 Wanneer Em = 0 🡺 INa = 4 nS×(0 mV - (83 mV) = -332 pA

ITotaal verkrijg je door deze rechten op te tellen. Dit is opnieuw een rechte. Bijvoorbeeld (2 punten volstaat):

 Wanneer Em = 0 🡺 ITotaal = 3520 + (-332) pA = 3188 pA

 Wanneer Em = -72 mV 🡺 ITotaal = 0 pA (rustpotentiaal; zie deel 1 van de vraag)

Wanneer Em = ENa 🡺 ITotaal = IK

Wanneer Em = EK 🡺 ITotaal = INa

…

Als je dat uittekent krijg je (Vergeet geen labels bij X- en Y-as te plaatsen):



1. Bij welke Popen,K zal er een actiepotentiaal ontstaan?

Een actiepotentiaal ontstaat wanneer Em de drempelpotentiaal bereikt. Deze is gegeven (-40 mV).

Dus: Em  = -40 mV = (gK×EK + gNa×ENa)/(gK + gNa)

Het enige dat verandert is gK. Dit zonderen we af:

-40 mV× (gK + gNa) = (gK×EK + gNa×ENa)

-40 mV× gNa - gNa×ENa = gK×EK +gK×40 mV

gK= gNa× (-40mV - ENa)/(EK + 40 mV)

gK = 10 nS

gK verandert omdat Popen,K verandert (NK en γK blijven constant).

Dus gK = 10 nS = γK×Popen,K×NK

Popen,K = 10 nS/(γK×NK)

= 10×10-9 S/(80×10-12 S × 10000)

= 0.0125