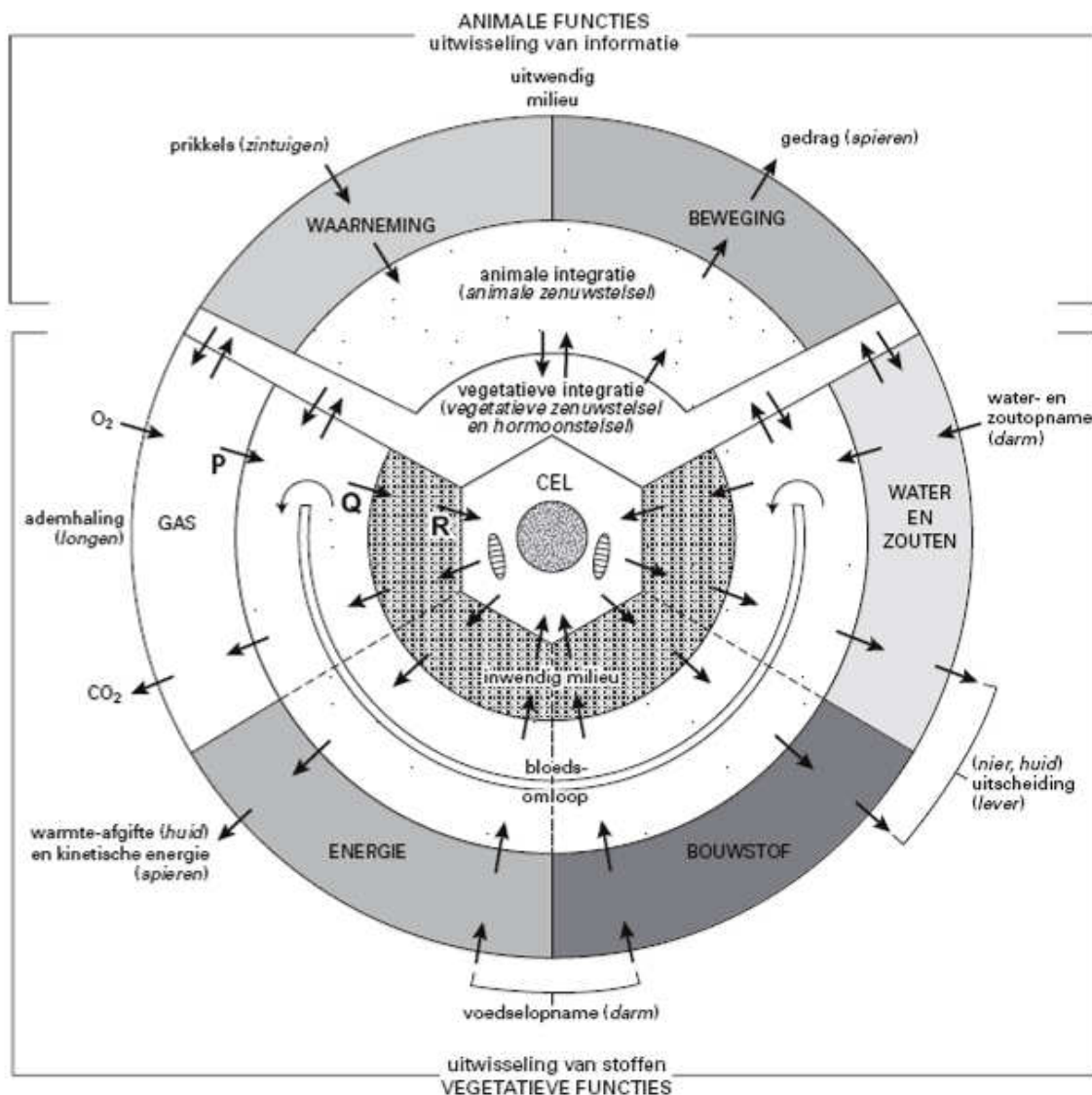


vwo – zintuigen, zenuwen en spieren 2010

Integratie

In onderstaande afbeelding is schematisch de regulatie van een aantal animale en vegetatieve functies bij de mens weergegeven. Al deze functies spelen een rol bij het constant houden van het inwendig milieu. Met pijlen is aangegeven waar overdracht van informatie en transport van stoffen plaatsvindt. Dit schema is opgezet rond een enkele cel.



bewerkt naar: J.A. Bernards en L.N. Bouman, *Fysiologie van de mens*, Utrecht, 1994, figuur 1-1

De intensiteit van de werking van verschillende organen wordt voortdurend gecoördineerd. Na een maaltijd verandert niet alleen de activiteit van de organen van het verteringsstelsel, maar ook die van het ademhalingsstelsel en die van de

totale bloedsomloop. Hieronder zijn het vegetatieve zenuwstelsel en drie organen in een schema weergegeven.

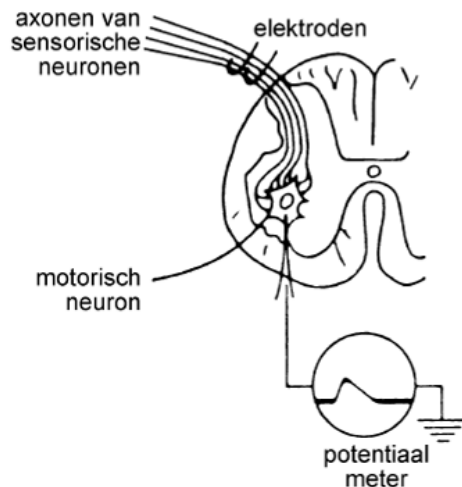


- 3p 1 Geef aan welke regulatie plaatsvindt ten aanzien van het spierweefsel van deze organen bij een persoon in rust, vlak na een maaltijd. Doe dit als volgt:
- Teken drie pijlen die aangeven dat de activiteit van deze organen via zenuwbanen geregeld wordt.
 - Geef bij elk van de drie pijlen aan of het parasympatische (P) of orthosympatische (O) zenuwen betreft die dan actief zijn.
 - Geef door middel van een plusteken of minteken bij elke pijl aan of de activiteit van het spierweefsel van het orgaan gestimuleerd dan wel geremd wordt.

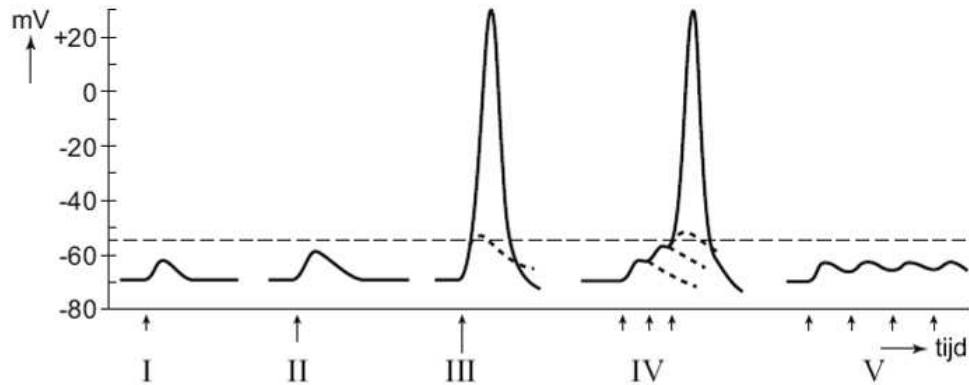
Impulsoverdracht

In een experiment wordt de overdracht van impulsen tussen bepaalde neuronen in het ruggenmerg onderzocht. In de afbeelding hiernaast is de schakeling tussen een motorisch neuron en een aantal sensorische neuronen in een zenuw weergegeven. Met een elektrode kunnen axonen van de sensorische neuronen geprikkeld worden.

Tijdens het experiment worden de axonen van de sensorische neuronen met een elektrode geprikkeld, waardoor de membraanpotentiaal van het motorische neuron verandert. Deze verandering van de membraanpotentiaal wordt geregistreerd met behulp van een potentiaalmeter. Vijf registraties (I, II, III, IV en V) tijdens het experiment zijn in de afbeelding hierna weergegeven. De pijlen onder het diagram geven het moment van prikkeling aan. De lengte van de pijlen is een maat voor de prikkelsterkte.



bewerkt naar: J.A. Bernards en L.N. Bouman, Fysiologie van de mens, Houten/Zeventem, 1994, 111



bron: J.A. Bernards en L.N. Bouman, *Fysiologie van de mens*, Houten/Diegem, 1994, 111

Op grond van de registraties bij meting I, II en III worden de volgende beweringen gedaan:

- 1 de drempelwaarde van het motorische neuron is hoger dan die van de sensorische neuronen;
- 2 de afgegeven hoeveelheid neurotransmitter is bij meting I de beperkende factor voor het ontstaan van een actiepotentiaal;
- 3 de snelheid waarmee de impulsen bij meting I de synaps bereiken, is lager dan die bij meting III.

2p 2 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist op grond van de registraties I, II en III?

- A alleen bewering 1
- B alleen bewering 2
- C alleen bewering 3
- D alleen bewering 1 en 2
- E alleen bewering 1 en 3
- F alleen bewering 2 en 3

2p 3 - Leg uit waardoor bij meting V vier prikkels géén actiepotentiaal veroorzaken in het motorische neuron.
 - Leg uit waardoor bij meting IV na drie prikkels er wél een actiepotentiaal ontstaat.

Kleurenblindheid

Het eiland Pingelap in de Stille Oceaan heeft ongeveer 800 bewoners. Van de bewoners is 8% volledig kleurenblind doordat ze geen kegeltjes hebben. Op de plaatsen waar bij kleurenzienden kegeltjes voorkomen, bevinden zich bij deze kleurenblinden geen lichtreceptoren. Deze vorm van kleurenblindheid komt elders in de wereld bij 1 op de 30.000 mensen voor.

De afstand tussen Pingelap en het dichtstbij gelegen eiland is zo'n 280 kilometer. Door de eeuwen heen is er niet veel contact geweest met bewoners van andere eilanden. Pingelap werd omstreeks 1775 getroffen door een wervelstorm, waarbij vrijwel de gehele bevolking omkwam. Zo'n twintig mensen overleefden de ramp. Rond 1820 werden de eerste kleurenblinde kinderen geboren. Het percentage kleurenblinden is al een aantal generaties stabiel.

bewerkt naar: O. Sacks, *Het eiland der kleurenblinden*, Amsterdam, 1996, 66

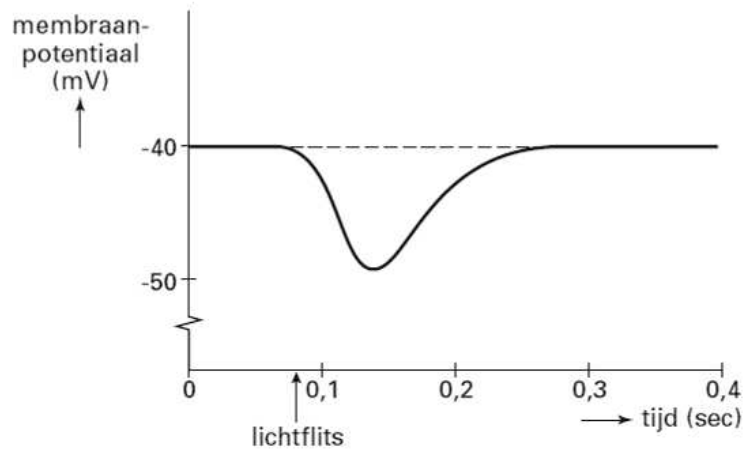
De volledig kleurenblinde mensen op Pingelap zien een voorwerp alleen als de ogen voortdurend springerige bewegingen rond het voorwerp maken. Ze zien het voorwerp niet meer als ze proberen het met hun ogen te fixeren.

2p 4

- Leg uit waardoor het deze kleurenblinden *niet* lukt om het voorwerp te zien als ze het proberen te fixeren.
- Leg uit waardoor de springerige bewegingen van de ogen wél beeldvorming mogelijk maken.

Het celmembraan van een staafje dat niet wordt belicht, geeft constant een neurotransmitter (glutamaat) af. Het potentiaalverschil tussen de binnenzijde en de buitenzijde van het membraan bedraagt in het donker ongeveer -40 mV.

In onderstaande afbeelding is de membraanpotentiaalverandering weergegeven van een staafje dat door een lichtflits van een bepaalde sterkte belicht wordt.



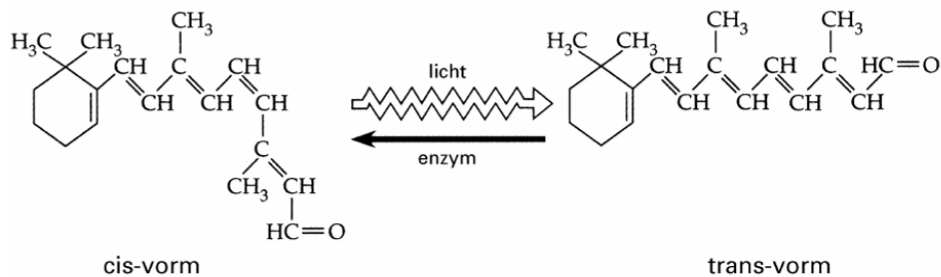
bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, *Sesam Atlas van de Fysiologie*, Baarn, 2001, 355

2p 5

Wordt het celmembraan als gevolg van de lichtflits volgens deze gegevens gedepolariseerd of gehyperpolariseerd en wordt als gevolg daarvan door het staafje meer of minder neurotransmitter afgegeven?

- | | <i>depolarisatie of hyperpolarisatie?</i> | <i>meer of minder neurotransmitter?</i> |
|----------|---|---|
| A | depolarisatie | meer |
| B | depolarisatie | minder |
| C | hyperpolarisatie | meer |
| D | hyperpolarisatie | minder |

Staaftjes bevatten het pigment retinal. Retinal komt voor in twee vormen (isomeren). In een onbelicht staafje is retinal aanwezig in de cis-vorm. Onder invloed van licht verandert het retinal in de trans-vorm. Door deze verandering kan een reeks van reacties ontstaan die leidt tot een impuls in het postsynaptische neuron. Wanneer het staafje niet langer belicht wordt, komt het retinal onder invloed van een enzym terug in de cis-vorm (zie afbeelding hierna).



bron: N.A. Campbell e.a., *Biology*, Menlo Park, California, 1999, 1000

De volledig kleurenblinden op Pingelap zijn overgevoelig voor licht en kunnen bij daglicht al gauw niets meer zien. Alleen met een donkere zonnebril op kunnen zij overdag buiten zijn en dan nog kunnen ze slechts op beperkte schaal zien.

2p **6** Leg met behulp van de informatie in de afbeelding uit waardoor kleurenblinden die geen kegeltjes bezitten, bij daglicht niet goed kunnen zien.

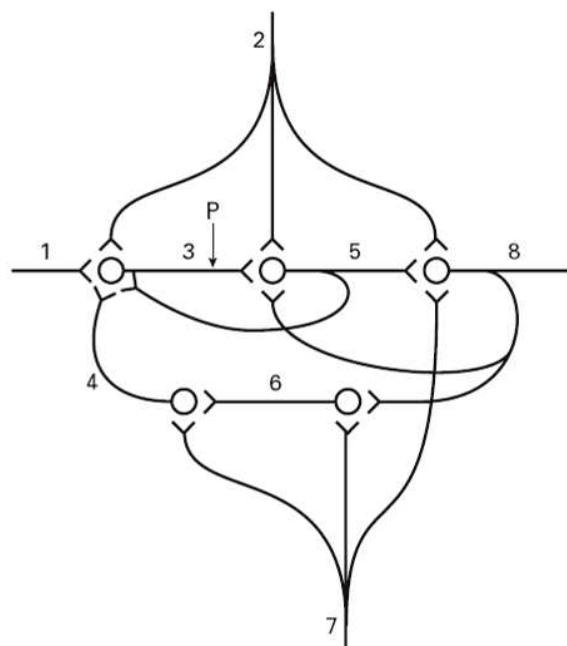
Neuronenschakelingen

Een neuron komt meestal niet tot ont-lading als bij slechts één synaps een verandering optreedt. Vaak is hierbij een groot aantal synapsen betrokken. Vrijwel alle schakelingen zijn terug te voeren tot twee basisprincipes.

1 Divergentie: het axon van één neuron vertakt zich en synapteeert met verschillende andere neuronen.

2 Convergentie: axonen van twee of meer neuronen synapteren met één volgend neuron.

In de afbeelding hiernaast is een schematisch model van neuronenschakelingen weergegeven. De acht hierbij betrokken neuronen zijn genummerd door een getal bij het axon of bij een van de axonen.



bewerkt naar: A.C. Guyton, *Textbook of Medical Physiology*, Philadelphia, 1996, 592

Bij divergentie is het mogelijk dat al via één ander neuron impulsen kunnen leiden tot stimulering of remming van het oorspronkelijke neuron.

2p **7** Op welk neuron of welke neuronen uit de afbeelding is deze beschrijving van toepassing?

1p **8** Welk neuron in de afbeelding wordt via convergentie door het grootste aantal neuronen beïnvloed?

2p **9** Neuron 3 wordt op plaats P kunstmatig geprikkeld, waardoor impulsen ontstaan. In welk of in welke van de genummerde neuronen zal vervolgens de door dit neuron afgegeven neurotransmitter in het post-synaptische membraan gebonden kunnen worden?

- A** alleen in neuron 1
- B** alleen in neuron 5
- C** alleen in de neuronen 1 en 5
- D** alleen in de neuronen 1, 2 en 4
- E** alleen in de neuronen 2, 5 en 8
- F** alleen in de neuronen 1, 2, 4, 5 en 8

Een afgegeven neurotransmitter kan inhiberend of exciterend zijn. Door neuron 2 wordt een exciterende neurotransmitter afgegeven.

2p **10** Wat voor type neurotransmitter wordt door neuron 7 in dat geval afgegeven?

- A** een inhiberende neurotransmitter
- B** een exciterende neurotransmitter
- C** dat is uit de gegevens niet op te maken

Scherp zien

Persoon P kijkt naar een voorwerp dat zich op 8 meter afstand van zijn ogen bevindt en daarna kijkt hij naar een voorwerp dat zich op 1 meter van zijn ogen bevindt.

2p **11** Gaan er bij deze verandering impulsen naar het straalvormig lichaam in zijn ogen? Zo ja, neemt daardoor de spanning in de lensbandjes af of toe?

- A** Nee.
- B** Ja, daardoor neemt de spanning in de lensbandjes af.
- C** Ja, daardoor neemt de spanning in de lensbandjes toe.

Terwijl persoon P naar het voorwerp op 1 meter afstand van zijn ogen kijkt, verandert er iets in zijn omgeving waardoor de kringspieren van de irissen van zijn ogen zich samentrekken.

1p **12** Welke verandering kan dat zijn geweest?

Persoon Q kan alleen voorwerpen op een afstand van ongeveer 8 meter scherp zien. Voorwerpen die dichterbij of verder weg zijn, kan hij niet scherp zien.

Q krijgt vanwege zijn beroep een bril met speciale glazen. Deze zijn zo geslepen dat de bovenste helften van de glazen de werking hebben van bolle lenzen en de onderste helften die van holle lenzen.

Persoon Q heeft zijn bril op. Hij verplaatst zijn blik van een voorwerp dat zich op 1 meter afstand bevindt en dat hij scherp ziet, naar een voorwerp op 20 meter afstand. Beide voorwerpen bevinden zich op dezelfde hoogte.

2p **13** Welke beweging moet hij maken zodat hij het voorwerp op 20 meter afstand scherp kan zien?

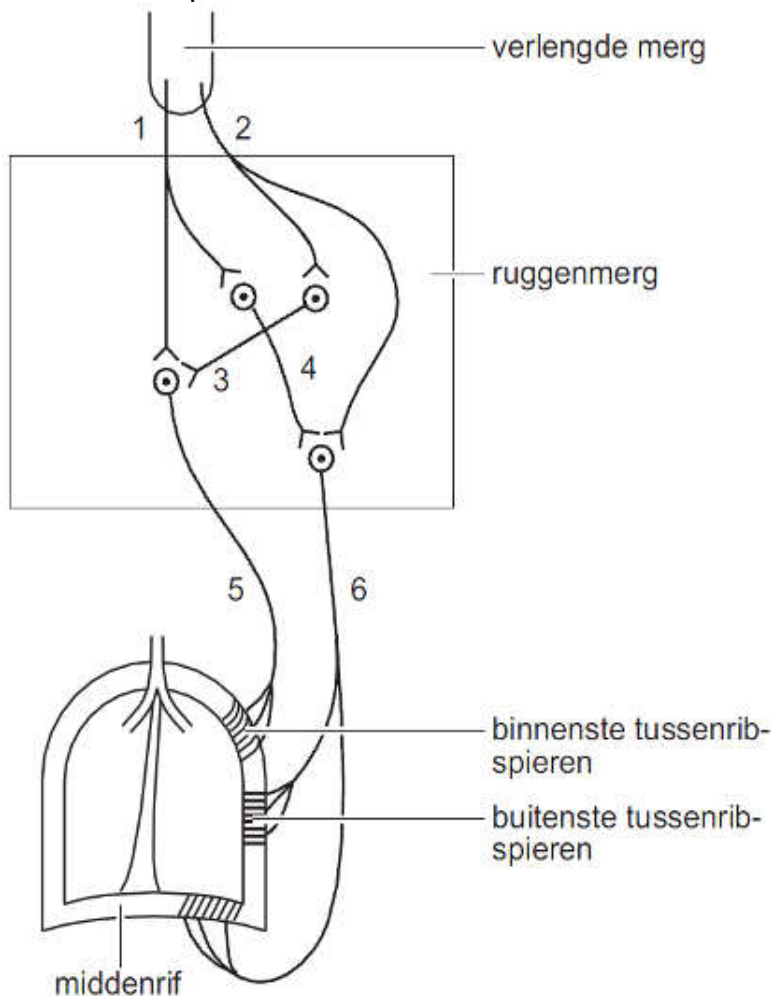
- A** Hij moet zijn hoofd naar achteren kantelen.
- B** Hij moet zijn hoofd naar voren kantelen.
- C** Hij moet zijn oogleden neerslaan.
- D** Hij moet zijn ogen half dichtknijpen.

Duiken zonder hulpmiddelen

De verkoop van opgedoken parels of koralen is in een aantal tropische landen een belangrijke bron van inkomsten voor de plaatselijke bevolking. Bij het duiken wordt hier meestal géén gebruik gemaakt van hulpmiddelen zoals snorkels of zuurstofflessen.

Gemiddeld kan iemand die vóór de duik gedurende ongeveer 10 seconden diep in- en uitademt (hyperventilatie), vervolgens bij het duiken 40 seconden de adem inhouden en daarbij een diepte bereiken van ongeveer 10 meter.

In onderstaande afbeelding is een model weergegeven van de wijze waarop het verlengde merg door middel van zenuwcellen verbonden is met tussenribspieren en middenrifspieren.



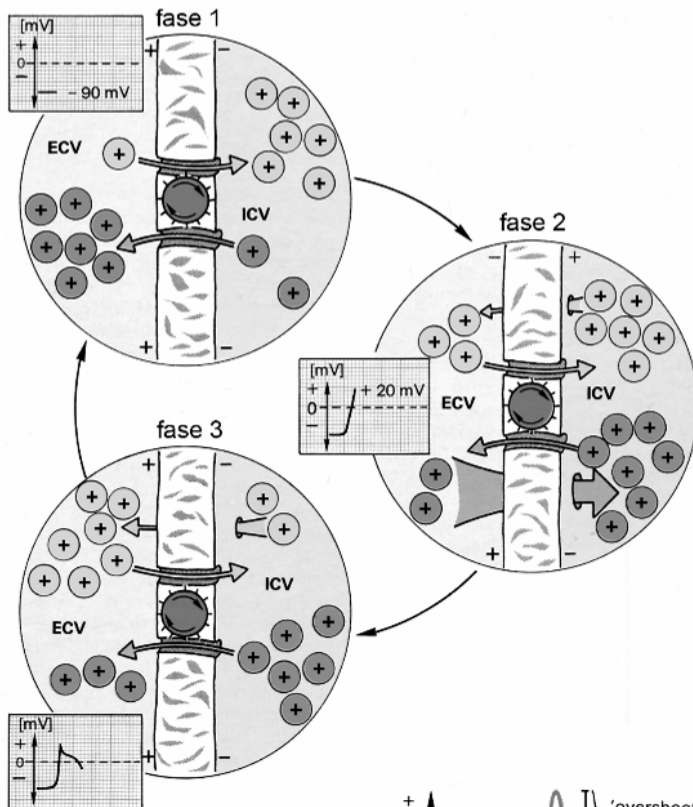
bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, *Atlas der Physiologie*, 1979, Stuttgart, 93

Een duiker wil onder water zo lang mogelijk inademing voorkómen.

- 1p **14** Door welk van de in de afbeelding genummerde neuronen wordt voor het bewust voorkómen van de inademing (na uitademing) een inhiberende neurotransmitter afgegeven?

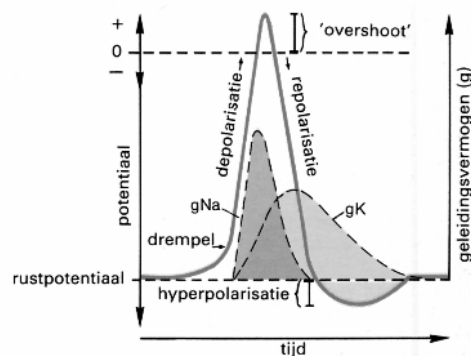
Impulsgeleiding

Bij impulsgeleiding in het zenuwstelsel speelt het transport van K^+ - en Na^+ -ionen een belangrijke rol. In figuur 1 van de afbeelding zijn drie fasen weergegeven: de rusttoestand (fase 1), de depolarisatie (fase 2) en de repolarisatie (fase 3). Bij elke fase is in een diagram het potentiaalverschil tussen de binnen- en buitenkant van het neuronmembraan gegeven. Het diagram in figuur 2 toont het geleidend vermogen van het membraan voor Na^+ -ionen (g_{Na}) en K^+ -ionen (g_K) tijdens een actiepotentiaal.



figuur 1

Legenda:
ECV = extracellulaire vloeistof
ICV = intracellulaire vloeistof



figuur 2

2p **15** In welke van de drie fasen staan, volgens de gegevens in de afbeelding, kaliumkanaaltjes open?

- A** alleen in fase 1
- B** alleen in fase 2
- C** alleen in fase 3
- D** alleen in fase 1 en 2
- E** alleen in fase 1 en 3
- F** alleen in fase 2 en 3

Een actiepotentiaal wordt gevolgd door een absoluut refractaire periode, waarin geen nieuwe actiepotentiaal mogelijk is in het desbetreffende neuron (zie figuur 2 van de afbeelding).

2p **16** Wat is een van de oorzaken voor dit oponthoud?

- A** Het duurt enige tijd voordat de energie voor een actiepotentiaal geleverd kan worden.
- B** Het duurt enige tijd voordat de natrium/kaliumpomp kan gaan werken.
- C** Het duurt enige tijd voordat de ionenverdeling voldoende is hersteld.

De rustpotentiaal van een neuron is het gevolg van een ongelijke verdeling van ionen zoals die is weergegeven in de tabel. Een actiepotentiaal is een gevolg van een verstoring van deze ionenverdeling.

	ionen extracellu- lair (mmol per liter)	intracellulair (mmol per liter)
K ⁺	5	140
Na ⁺	142	10
Cl ⁻	103	4
andere anionen (o.a. eiwitmoleculen)	5	150

Voor het herstel en de instandhouding van de rustpotentiaal vindt actief transport van bepaalde ionen plaats.

2p **17** Welke van de ionen, K⁺, Na⁺ en negatief geladen eiwitmoleculen, worden hiervoor actief door het celmembraan getransporteerd?

- A** alleen K⁺-ionen
- B** alleen Na⁺-ionen
- C** alleen negatief geladen eiwitmoleculen
- D** alleen K⁺- en Na⁺-ionen
- E** K⁺- en Na⁺-ionen en negatief geladen eiwitmoleculen

Herkomst vragen zintuigen, zenuwen en spieren

	<i>examen</i>	<i>vraag</i>
1	2005-1	4
2	2005-2	28
3		29
4	2006-1	7
5		8
6		9
7	2004-2	4
8		5
9		6
10		7
11	2004-1	3
12		4
13		5
14	2006-2	5

15	2007-1	23
16		24
17		25