

Het tentamen duurt van 12:00u tot 14:15u (tot 14:45u voor studenten met extra tijd).

Zoals aangekondigd is het tentamen opgesplitst in twee delen:

- een meerkeuze-gedeelte, bestaande uit 34 meerkeuzevragen

De antwoorden op deze vragen moeten worden ingevuld op het meerkeuze-antwoordformulier. Vergeet niet op dit formulier in te vullen: naam en studentnummer.

- een essay-gedeelte, bestaande uit 5 essayvragen; dit deel bevindt zich achteraan

De antwoorden op deze vragen moeten worden ingevuld op het gewone gelinieerde papier. Vergeet niet op elk antwoordvel je naam en studentnummer te vermelden. Bij deze vragen wordt een kort maar helder betoog verwacht met de juiste kernwoorden, waarin geen denkstappen worden overgeslagen.

Voor elk van bovengenoemde delen wordt een cijfer gegeven en het eindcijfer voor het tentamen zal gelijk zijn aan het gemiddelde van deze twee cijfers. **LEES DE VRAGEN GOED!** Veel succes!

Meerkeuze-gedeelte

1. Waardoor worden hartspiercellen geïnnerveerd?

  - a. door het neuro-endocrien systeem
  - b. door het cardiovasculair zenuwstelsel
  - c. door het somatomotorisch systeem
  - d. door het sympathisch zenuwstelsel
2. Dankzij het feit dat wij controle hebben over musculus sphincter urethrae, de sluitspier van de urinebuis, kunnen wij urine lozen op een door ons gekozen moment. Waar liggen de cellichamen van upper motor neurons waarmee wij de sluitspier op dat moment ontspannen?

  - a. in de hersenstam
  - b. in de hypothalamus
  - c. in cauda equina
  - d. in cortex cerebri
3. Een neuron in rust heeft een membraanpotentiaal van -65 mV. Door stroominjectie depolariseren we het neuron tot -55 mV en houden de stroom constant. Dit leidt tot een aanpassing van lekstromen voor Na<sup>+</sup> en K<sup>+</sup>. Wat geldt nu?

  - a. De lekstromen zullen de membraanpotentiaal terugbrengen naar -65 mV.
  - b. De aanpassing van de Na<sup>+</sup>-lekstroom is een voorbeeld van positieve feedback.
  - c. De aanpassing van de K<sup>+</sup>-lekstroom is een voorbeeld van tegenkoppeling.
  - d. De lekstromen zullen zorgen dat de membraan verder depolariseert.
4. Een motorische voorhoorn cel innerveert meer dan één spiervezel. Waarvan is dat een voorbeeld?

  - a. divergentie
  - b. convergentie
  - c. spatiële summatie
  - d. size principle
5. Als wij licht schijnen in het oog verkleint de pupil. Welke zenuw vormt de afferente tak van deze reflex?

  - a. nervus oculomotorius
  - b. nervus trochlearis
  - c. nervus opticus
  - d. nervus facialis

reut visie oog. oog.
6. Welke van de onderstaande structuren is een commissuurbaan?

  - a. fasciculus gracilis
  - b. capsula interna
  - c. gyrus cinguli
  - d. corpus callosum
7. Een patiënt heeft spasticiteit en gevoelsstoornissen in het rechterbeen. Als de uitval het gevolg is van afsluiting van een arterie, welke arterie zal dat dan zijn?

  - a. arteria cerebri posterior
  - b. arteria cerebri media
  - c. arteria cerebri anterior
  - d. arteria communicans anterior
8. In welke ruimte bevindt zich cauda equina?

  - a. epidurale ruimte
  - b. intraperitoneale ruimte
  - c. extradurale ruimte
  - d. subarachnoïdale ruimte
9. Waar wordt liquor cerebrospinalis afgevoerd uit de subarachnoïdale ruimte?

  - a. in plexi choroïdei
  - b. in cisternen
  - c. in villi arachnoïdales
  - d. in aquaeductus cerebri
10. Welke uitspraak met betrekking tot elektrische energie, chemische energie of netto energie (de som van beide) is juist?

  - a. Bij de rustmembraanpotentiaal hebben Na<sup>+</sup>-ionen elektrische energie.
  - b. Bij de equilibriumpotentiaal van een ion heeft dat ion netto energie.
  - c. Het openen van voltage-gated kanalen kost chemische energie.
  - d. Het sluiten van voltage-gated kanalen kost elektrische energie.



$$\tau = C_m \cdot V_a$$

11. Welke uitspraak met betrekking tot inactivatie van *voltage-gated* Na<sup>+</sup>-kanalen is juist?
- Zij verhoogt de voortgeleidingssnelheid van actiepotentialen.
  - Zij treedt niet op in *voltage-clamp* experimenten.
  - Zij voorkomt dat actiepotentialen van richting veranderen.
  - Zij wordt opgeheven als de drempelwaarde wordt overschreden.
12. Hoe worden in het centraal zenuwstelsel potentiaalveranderingen voortgeleid van de postsynaptische membraan naar de axonheuvel?
- via actiepotentialen
  - via *fast axonal transport*
  - elektrotonisch (passief)
  - via microtubuli
13. Wat zal het effect zijn van voorzichtige verwijdering van de myelineschede van een axon?
- De lengteconstante van het axon wordt groter.
  - De tijdconstante van de membraan van het axon neemt af.
  - Het axon kan geen potentiaalveranderingen meer voortgeleiden.
  - De voortgeleidingssnelheid van actiepotentialen langs het axon neemt af.
14. Als we een nociceptor in de vingertop licht prikkelen zien we een respons in alleen vingerflexoren. Als we diezelfde nociceptor sterker prikkelen zien we ook een respons in polsflexoren. Door welk mechanisme wordt dit verklaard?
- presynaptische excitatie
  - temporele summatie
  - spatiële summatie
  - functional remapping*
15. Bij synaptische overdracht speelt stijging van de Ca<sup>++</sup>-concentratie in het presynaptisch neuron een belangrijke rol. Wat is de drijvende kracht achter deze toename van Ca<sup>++</sup>-concentratie?
- het concentratieverschil voor Ca<sup>++</sup> tussen het intracellulaire en extracellulaire vocht
  - de Ca<sup>++</sup>-pomp in de celmembraan
  - de pompwerking van *voltage-gated* Ca<sup>++</sup>-kanalen
  - de Ca<sup>++</sup>-pomp in het endoplasmatisch reticulum
16. Waar bevinden zich op een dwarsdoorsnede van het ruggenmerg de motoneuronen die m. deltoïdeus innervieren? (N.b.: cornu betekent hoorn...)
- in cornu lateralis
  - in cornu medialis
  - mediaal in cornu ventralis
  - lateraal in cornu dorsalis
17. Als gevolg waarvan zal de vuurfrequentie van Golgi-afferenten uit een spier-pees-complex S het meest toenemen?
- lengtetoename van de spiervezels
  - activatie van S
  - passieve rek van S
  - verkorting van S
18. Bij een kat is het ruggenmerg dwars doorgesneden ter hoogte van het onderste thoracale segment en zijn bovendien de achterwortels doorgesneden. Wat kan een achterpoot van de kat nog doen na injectie van excitatoire neurotransmitter in het ruggenmerg?
- het oor krabben als er aan de oorschelp getrokken wordt
  - loopbewegingen maken
  - zich terugtrekken als erin geknepen wordt
  - het achterlichaam van de kat omhoog houden tegen de zwaartekracht
19. Sommige neuronen in cortex cerebri maken rechtstreeks contact met  $\alpha$ -motoneuronen. In welk deel van de cortex vinden we zulke neuronen?
- premotorische cortex
  - somatosensorische cortex
  - primaire motorische cortex
  - prefrontale cortex
20. Braken vereist een complex patroon van activatie van motoneuronen in de hersenstam. Waar wordt dit patroon gevormd?
- in formatio reticularis
  - in premotorische cortex
  - in prefrontale cortex
  - in de hypothalamus
21. Hoe heeft men aangetoond dat decerebratiestijfheid van een kat wordt veroorzaakt door hyperactieve reflexen?
- door curare toe te dienen
  - door L-Dopa in het ruggenmerg in te spuiten
  - door  $\gamma$ -motoneuronen te stimuleren
  - door achterwortels door te snijden
22. Welke van de volgende uitspraken met betrekking tot cellen in putamen is juist?
- Ze ontvangen inhiberende input vanuit cortex cerebri.
  - Ze inhiberen cellen in globus pallidus.
  - Ze scheiden dopamine af in substantia nigra.
  - Ze projecteren naar nucleus subthalamicus.
23. Welke ziekte heeft als symptomen onder meer bradykinesie, rigiditeit en gebogen houding?
- ziekte van Huntington
  - ziekte van Parkinson
  - ziekte van Guillain Barré
  - multiple sclerose
24. Wat voor effect heeft activatie van putamen op activiteit in het VL/VA complex van de thalamus?
- toename via directe loop, afname via indirecte loop
  - afname via directe loop, toename via indirecte loop
  - toename via zowel directe als indirecte loop
  - afname via zowel directe als indirecte loop
25. Welke combinatie van eigenschappen past het beste bij een Pacini-afferent?
- langzaam adapterend, groot receptief veld
  - snel adapterend, groot receptief veld
  - snel adapterend, klein receptief veld
  - langzaam adapterend, klein receptief veld



26. Welke uitspraak geldt voor zenuwvezels die temperatuurinformatie vervoeren uit de rechter duim?
- Ze kruisen de middellijn in het ruggenmerg.
  - Ze ascenderen ipsilateraal in het ruggenmerg.
  - Ze maken synapsen met neuronen van de lemniscus medialis.
  - Ze synapteren met vezels in nucleus cuneatus.
27. Welke sensorische uitval zal onder meer optreden bij een halfzijdige doorsnijding van het ruggenmerg aan de linkerkant ter hoogte van Th11?
- uitval van het temperatuurgevoel in het linker been
  - uitval van het pijngevoel in de rechter arm
  - uitval van het vibratiegevoel in het linker been
  - uitval van het vibratiegevoel in rechter arm en rechter been
28. Als je vanuit een donkere bioscoop in het zonlicht stapt zie je aanvankelijk weinig, maar dankzij lichtadaptatie wordt je zicht snel beter. Waarom zie je aanvankelijk weinig?
- De fotoreceptoren worden aanvankelijk gehyperpolariseerd door het zonlicht.
  - De  $Ca^{++}$ -concentratie in kegeltjes is nog te laag.
  - Staafjes zijn nog gedepolariseerd.
  - cGMP-gated kanaaltjes in kegeltjes staan nog open.
29. Bij welke ziekte worden myelineschedes van axonen aangetast?
- amyotrofe lateraal sclerose
  - myasthenia gravis
  - spierdystrofie
  - multiple sclerose
30. Nucleus suprachiasmaticus, een kern in de hypothalamus, ontvangt input over de hoeveelheid licht die aanwezig is. Door synapsen van welke neuronen wordt deze informatie overgebracht op cellen in nucleus suprachiasmaticus?
- neuronen in de thalamus
  - retinale ganglioncellen
  - neuronen in primaire visuele cortex
  - neuronen in nucleus geniculatus lateralis
31. Stel, je hebt je linkeroog dicht en fixeert met je rechteroog op een punt midden op een computerbeeldscherm. Een elektronisch torretje begint linksboven op het scherm en loopt naar rechtsboven. Waar vinden we de corresponderende activiteit van cellen in de primaire visuele schors (V1) in de rechter (R) en/of linker (L) hemisfeer?
- eerst in V1-R en direct aansluitend in V1-L
  - eerst in V1-L en direct aansluitend in V1-R
  - voortdurend in zowel V1-R als V1-L
  - eerst in V1-R, dan tegelijkertijd in V1-R en V1-L, en tenslotte in V1-L
32. In de retina schakelen fotoreceptoren op bipolaire cellen, en bipolaire cellen op ganglioncellen. Wat gebeurt er bij lichtinval op het centrum van het receptieve veld van een 'on-center' schakeling met onderdelen van deze schakeling?
- De bipolaire cel depolariseert.
  - De fotoreceptoren depolariseren.
  - De vuurfrequentie van de ganglioncel neemt af.
  - De vuurfrequentie van de horizontale cellen neemt toe.
33. Welk deel van het cerebellum ontvangt input vanuit het ruggenmerg en projecteert naar nucleus fastiguus?
- vermis
  - cerebrocerebellum
  - flocculus
  - nucleus dentatus
34. Welke bewegingsstoornis treedt op bij een beschadiging van het linker spinocerebellum?
- ballisme van linker arm
  - tremor van rechter arm en been
  - nystagmus naar links
  - ataxie van linker arm en been

Als je het nog niet gedaan hebt, vul dan nu je naam, studentnummer, etc. in op het meerkeuze-antwoordformulier.

### Essay-gedeelte

- Een receptorantagonist is een stof die zich bindt aan een receptor, net als de natuurlijke receptoragonist, maar de receptor niet activeert. Bèta-blokkers zijn antagonisten van receptoren die noradrenaline (=norepinephrine) als natuurlijke agonist hebben.
  - Wat bepaalt of binding van een receptoragonist een exciterend of inhiberend effect heeft op de cel waarin zich de receptor bevindt? Licht het antwoord toe! (2 pt)
  - Bètablokkers worden aan hart- en vaatpatiënten voorgeschreven. Leg uit waarom dat leidt tot ontlasting van het hart van deze patiënten. (2 pt)

De rest van het essaygedeelte tref je op de achterzijde van dit vel.

2. In Fig. 1 zien we de resultaten van een *voltage-clamp* experiment aan een axon met normale concentratieverhoudingen van het intracellulaire en extracellulaire vocht. [N.b.: We weten niet hoe de positieve stroomrichting gekozen is in dit experiment.]

a. In de linker panelen zien we na  $t=0$  een negatieve piek. Door stroom van welke ionen door wat voor soort kanaaltjes wordt deze piek veroorzaakt? Beargumenteer je antwoord, gebruikmakend van de observaties in het experiment en je kennis over de werking van membranen van neuronen. (2 pt)

b. Er zijn twee mechanismen die zorgen dat in het experiment bij 0 mV de negatieve stroom, na in amplitude te zijn toegenomen, weer in amplitude afneemt. Noem beide mechanismen. (1 pt)

c. Verklaar het effect van de onder (b) genoemde mechanismen op de membraanpotentialaalen aan de hand van een formule. (1 pt)

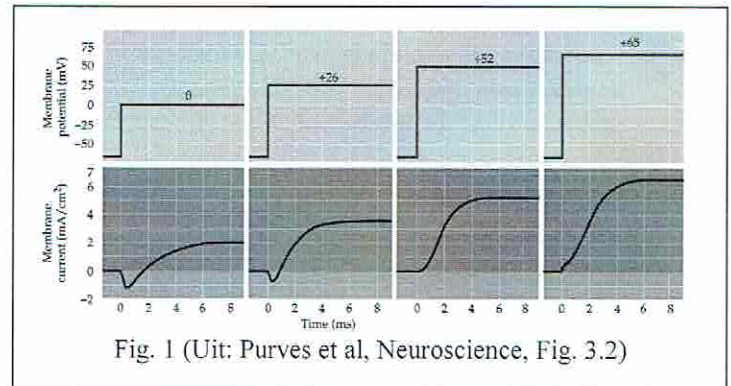


Fig. 1 (Uit: Purves et al, Neuroscience, Fig. 3.2)

3. Fig. 2 toont de membraanpotentialaalen  $E$  van een Ia-afferent uit een spierspoeltje gedurende een experiment waarin de lengte van de spier gemanipuleerd werd. De experimentatoren hadden de mogelijkheid om een  $\gamma$ -motoneuron te stimuleren dat het spierspoeltje innerveerde. In conditie 'no STIM' deden ze dat niet, in conditie 'STIM' wel.

a. Teken schematisch een spierspoeltje met daarin onder andere het sensorische uiteinde van de Ia-afferent alsmede de locatie van het uiteinde van het  $\gamma$ -motoneuron. Zet namen bij onderdelen die je tekent! (1 pt)

b. Leg uit in minstens drie genummerde stappen hoe stimulatie van het  $\gamma$ -motoneuron leidt tot een verandering van de receptorpotentialaalen van de Ia-afferent bij een gegeven spierlengte. (1 pt)

c. Leg uit in minstens drie genummerde stappen hoe verandering van de receptorpotentialaalen leidt tot een verandering van de vuurfrequentie van de Ia-afferent. (2 pt)

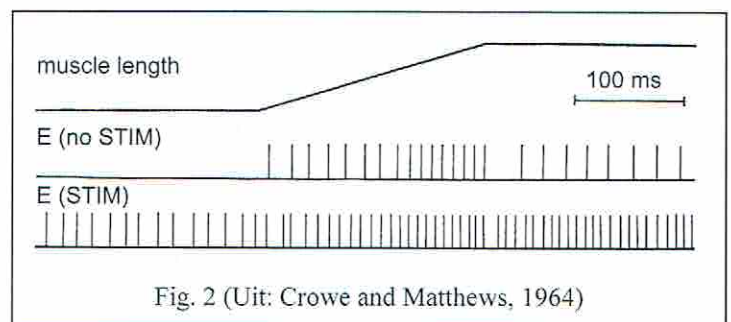


Fig. 2 (Uit: Crowe and Matthews, 1964)

4. In Fig. 3 zijn twee stimuli getekend (zwarte stippen) die op een afstand van 1 cm van elkaar worden aangebracht op de huid. Behalve de stimuli zijn denkbeeldige receptieve velden van drie identieke primaire afferente neuronen, a, b en c getekend.

a. Kunnen de stimuli in de getekende situatie, op basis van activiteit van alleen neuronen a, b en c, als afzonderlijk worden waargenomen? Licht je antwoord toe. (2 pt)

b. Wat maakt dat de stimuli, op vaste afstand van 1 cm van elkaar, op de onderarm niet als afzonderlijk kunnen worden waargenomen, maar op de wijsvinger wel? Licht je antwoord toe aan de hand van een tekening. (2 pt)

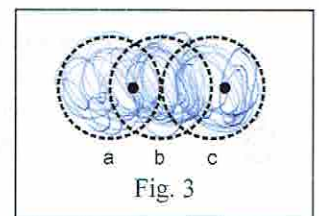


Fig. 3

5. In 1861 beschreef Aubertin een patiënt waarbij een deel van de schedel was weggeslagen. Als Aubertin druk uitoefende op het hersenweefsel terwijl de patiënt aan het praten was, stokte de spraak. Als hij de druk verminderde ging de spraak weer verder.

a. Oefende Aubertin de druk naar alle waarschijnlijkheid uit op de linker of de rechter hemisfeer? Licht je antwoord toe. (1 pt)

b. Naar welke arts is het deel van de hersenschors, waarop Aubertin druk uitoefende, vernoemd? (1 pt)

c. Leg in minstens 5 stappen uit hoe druk uitgeoefend op dit gebied de spraak doet stikken. (2 pt)