

1. Hermosolun ollessa lepotilassa solukalvon sisä- ja ulkopuolella on alla olevat K- ja Na-ionien konsentraatiot. Solukalvo läpäisee K-ioneja noin 25 kertaa paremmin kuin Na-ioneja.

	sisäpuoli	ulkopuoli
	(mmol/l)	
K	400	20
Na	50	440

Nernstin potentiaali esim. K-ionille voidaan laskea kaavalla:

jossa  $k=1.38 \times 10^{-23}$  J/K on Boltzmannin ja

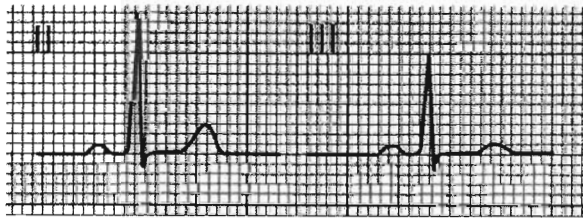
$q=-1.602 \times 10^{-19}$  C alkeisvaraus ja

T absoluuttinen lämpötila (esim. huoneen lämpötila)

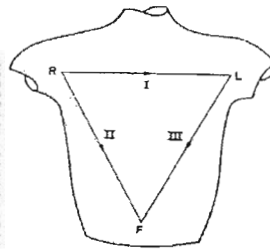
$$V_K = -\frac{kT}{q} \ln \frac{[K^+]_i}{[K^+]_o}$$

Hermosolua ärsytetään niin, että käynnistyy aktiopulssi.

- Piirrä kuva syntyneen aktiopulssin muodosta (eli kuinka solukalvon kalvojännite muuttuu ajan funktiona). Merkitse kuvaan myös jännitteen amplitudi- ja aikaskaala. (1,5 pistettä)
  - Nimeä aktiopulssin tärkeimmät vaiheet ja kerro, minkä ionien virtaus ja mihin suuntaan nämä aktiopulssin vaiheet synnyttävät. (1,5 pistettä)
  - Selosta lyhyesti, mitä K- ja Na-ionien Nernstin jännitteet tarkoittavat. (1,5 pistettä)
  - Merkitse piirtämääsi kuvaan laskemasi K-ionien ja Na-ionien Nernstin jännitteet sekä arvioimasi solukalvon lepojännitetaso yllä olevassa ionikonsentraatioilanteessa. (1,5 pistettä)
2. Kuvassa 1a on esitetty EKG millimetripaperilla (yksi ruutu vastaa yhtä millimetriä, joka vastaa EKG-signaalia 0.1 mV) mitattuna standardeilla II- ja III-raajakytkennoillä.
- Nimeä EKG:ssa näkyvät kolme aaltoa ja kerro, mistä sydämen sähköisen toiminnan vaiheesta ne ovat peräisin. (2 pistettä)
  - Kuvassa 1b on esitetty ns. Einthovenin kolmio. Selvitä lyhyesti, mitä tämä kolmio kuvaa? (2 piste)
  - Hahmottele (piirrä) EKG-käyrän muoto I-kytkennässä. Perustele vastauksesi. (2 pistettä)



Kuva 1a



Kuva 1b

3. Selosta lyhyesti (2-3 lauseella) seuraavat käsitteet ja menetelmät:
- sydämen iskuilavuus ja sen mittaaminen impedanssimenetelmän avulla (2 pistettä)
  - sydämen minuuttitilavuus ja sen mittaaminen lämpölaimennusmenetelmän avulla (2 pistettä)
  - veren happisaturaatio ja sen mittaaminen pulssioksimetrin avulla (2 pistettä).
- Menetelmien kuvauksessa mainitse erityisesti, mitä mitataan ja miten. Laskukaavoja ei tarvitse tietää.

Kysymykset jatkuvat toisella puolella...

- 4.a) Kuvassa 2a on ultraäänen avulla otettu kuva sikiöstä. Selosta lyhyesti, miten kuva on otettu ja millaisiin fysikaalisiin ilmiöihin perustuu se, että eri elinten ääri viivat saadaan erottumaan kuvassa. (2,5 pistettä)
- b) Kuvassa 2b on röntgensäteiden avulla otettu kerroskuva (tietokonetomografiakuva) aivoista. Selosta lyhyesti, miten kuva on otettu ja millaisiin fysikaalisiin ilmiöihin perustuu se, että eri kudokset saadaan näkyviin eri harmaasävyinä kuvassa. (2,5 pistettä)
- c) Miksi ultraäänikuvaus ei sovellu aivojen tutkimiseen ja miksi röntgenkuvaus ei sovellu sikiön tutkimiseen? (1 piste)



Kuva 2a



Kuva 2b

5. Ovatko alla olevat väittämät oikein vai väärin?  
Oikeasta vastauksesta saa yhden pisteen ja väärästä menettää 0.5 pistettä.
- a) Mikroshokilla tarkoitetaan sellaista sähkövirran aiheuttamaa vaaratilannetta, jossa on suora kontakti sydänlihakseen ja kontaktin kautta kulkee niin suuri virta, että se käynnistää kammiovärinän.
- b) EKG-mittauksessa EKG-signaaliin voi kytkeytyä tai sekoittua erilaisia häiriöitä kuten aivojen sähköisestä toiminnasta syntyvä EEG-signaali, joka näkyy EKG:ssä korkeataajuisena häiriönä.
- c) CMRR-käsitteellä tarkoitetaan biovahvistimen kykyä eliminoida yhteismuotoisen häiriön vaikutusta ulostulosignaaliin.
- d) Herätevastetutkimus on osa unen aikaista EEG-tutkimusta.
- e) Sydämen johtoratajärjestelmän (conduction system) tehtävänä on estää sähköisen ärsytyksen eteneminen kammioista takaisin eteiseen koska se johtaa vain yhteen suuntaan eteisistä kammioon.
- f) Ionien diffuusiolla eli satunnaisliikkeellä on tärkeä merkitys esim. hermosolujen sähköisen toiminnan kannalta.