

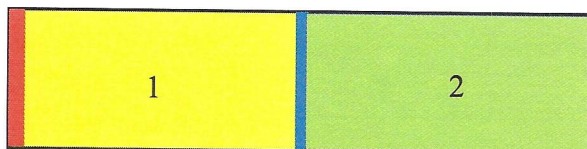
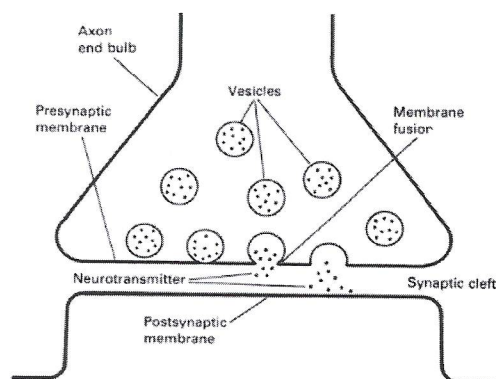
NBE-C2101 Biofysiikka tentti 7.6.2023

Koskelainen

Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi.

- Määrittele tai vastaa lyhyesti:
 - Selitä sanallisesti Boltzmann-jakauma
 - Satunnaiskävely
 - Terminen energia
 - Onko solujen lepotila termodynaaminen tasapainotila? Perustele.
 - Nernstin potentiaali
 - Entrooppinen voima
- Solukalvossa on ionikanavia, jotka voivat olla kolmessa eri energiatilassa ϵ_1 , ϵ_2 ja ϵ_3 . Näistä kahdessa alimmassa energiatilassa (ϵ_1 ja ϵ_2) ollessaan kanavat ovat kiinni ja ne ovat auki ollessaan korkeimmassa energiatilassa ϵ_3 . Vastaavasti tilojen todennäköisyydet lämpötilassa 37°C ovat $p_1 = 0,9$, $p_2 = 0,09$ ja $p_3 = 0,01$. Kuinka paljon suurempi on avoimen kanavan energiatila ϵ_3 verrattuna perustilan energiaan ϵ_1 ?
- Näköaistinsolut silmän verkkokalvossa vapauttavat pimeässä jatkuvasti neurotransmittori glutamaattia. Oletetaan, että neurotransmittorivapautus on ajallisesti ja paikallisesti vakio kaikkialla presynaptisella kalvolla ja että glutamaattipitoisuus presynaptisella kalvon pinnalla on 1 mM . (ks. synapsin rakenteen kuvaus kuvasta 1).
 - Oletetaan, että postsynaptisella kalvolla glutamaattia sitoutuu reseptoreihin ja kuljetetaan postsynaptisen solun sisään siten, että glutamaattipitoisuus pysyy vakioarvossa $0,3\text{ mM}$ postsynaptisen kalvon pinnalla. Mikä on glutamaattivuo (molek./ m^2s) synaptisen kuilun läpi, kun pre- ja postsynaptisen kalvon etäisyys on 50 nm ? Glutamaatin diffuusiokerroin ruumiinlämpötilassa 37°C on $D = 7,6 \cdot 10^{-6}\text{ cm}^2\text{s}^{-1}$ ja voit olettaa synaptisen kuilun olevan vettä.
 - Joissakin leikkauksissa pään lämpötilaa lasketaan lämpötilaan 20°C . Veden viskositeetti η lämpötilassa 37°C on $0,688\text{ mPas}$ ja lämpötilassa 20°C $1,002\text{ mPas}$. Kuinka paljon glutamaattivuo pienenee laskettaessa pään lämpötila 37°C :sta 20°C :een? Oleta glutamaattipitoisuuksien pysyvän muuttumattomina.

Kuva 1.



Kuva 2.

- Yllä olevassa kuvassa 2 on esitetty ei-sähköisen implantoitavan miniatyyrisen lääkepumpun periaatteellinen poikkileikkauskuvaa. Pumppu ei tarvitse toimiakseen sähköä. Kammion 1 päätyseinän muodostaa puoliläpäisevä kalvo (punainen), joka läpäisee ainoastaan vettä. Pumppu on sylinterimäinen ja sen seinämät ovat jäykkiä ja läpäisemättömiä. Kammiossa 1 (keltainen) on vesiliuosta, jossa on 10 M

pitoisuus vesiliukoista molekyyliä, kun ympäröivän kudoksen osmolaarisuus (yhteenlaskettu ainepitoisuuksien summa) on noin 0,6 M. Kammion 1 ja 2 jakaa lähes kitkattomasti liikkuva mäntä (sininen), joka ei läpäise mitään aineita. Kammio 2 (vihreä) sisältää lääkeainetta ja kammion 2 päädyssä on pieni reikä.

a) Selitä pumpun fysikaalinen toimintamekanismi. (3p)

b) Mistä pumpun toimintaan tarvittava energia saadaan? (2p)

c) Pumpun toiminta hidastuu jatkuvasti sen fysikaalisen toimintaperiaatteen seurauksena. Miksi? (1p)

Keksitkö periaatteellista ratkaisua, jolla tämä hidastuminen voitaisiin estää? Tästä voi saada ekstrapisteen.

5. Kun hydrofobisia molekyyliä sekoitetaan veteen, nämä estävät vesimolekyylien välisten vetysidosten muodostumisen. Vesimolekyyli voi normaalisti muodostaa vetysidoksia kuudella eri tavalla. Hydrofobisen pinnan lähellä ollessaan vesimolekyyli voi muodostaa vetysidoksia vain kolmella eri tavalla eli mahdollisten mikrotilojen lukumäärä vähenee. Keskimäärin vesimolekyyliä sopii pintaa vasten noin $0,1 \text{ kpl}/\text{\AA}^2$. Metaanimolekyylin (CH_4) pinta-ala on noin 152 \AA^2 . Kuinka suuri on hydrofobisen efektin (puhtaasti entrooppinen) tuottama muutos vapaaseen energiaan, kun yksi metaanimolekyyli upotetaan veteen huoneenlämmössä ($T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$)? (6p)