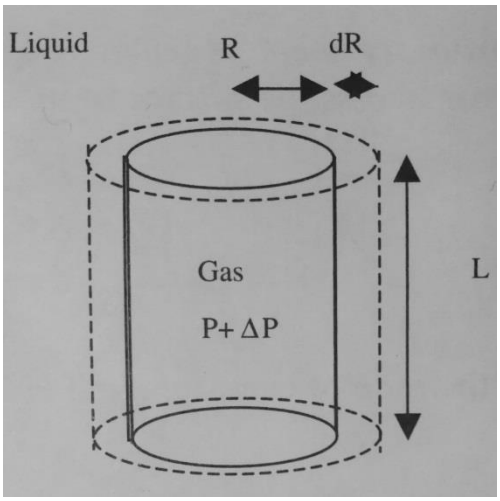
**NBE-C2101 Biofysiikka II välikoe 3.4.2020 klo 12.15-15.15**
Koskelainen

Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi ja kuvaa tai skannaa sivut siten, että henkilötodistuksesi näkyy samassa kuvassa. Voit lähettää useampia kuvia MyCourses Exams-vastauslaatikkoon. Vastauslaatikko sulkeutuu 15.45, minkä jälkeen vastauksia ei voi enää lähettää.

1. Tutkimallasi on kanavatyypillä on kaikkiaan neljä tilaa. Ekspressoit näitä ionikanavia munasolun solukalvoon, jossa ei ole muita ionikanavia. Keskimäärin yhdessä munasolussa ekspressoituu $10^4$ ionikanavaa. Perustilan eli matalimman energiatilan energia voidaan asettaa nollaksi. Muut energiatilat ovat 2 kcal/mol, 7 kcal/mol ja 9 kcal/mol. Kahdessa alimmassa energiatilassa olevat ionikanavat ovat kiinni eivätkä päästä lävitseen ioneja. Kahdessa korkeimmassa energiatilassa olevat ionikanavat ovat auki ja näistä matalampaa energiatilaa (7 kcal/mol) vastaavan avoimen tilan kanavakonduktanssi on 1 pS ja korkeampaa energiatilaa vastaavan avoimen tilan kanavakonduktanssi on 5 pS. Mikä on munasolun solukalvon keskimääräinen kokonaiskonduktanssi huoneenlämpötilassa 25 °C? (6p)

2. Olet saattanut itsekin havaita, että esim. järven tai lammen pohjasta nousee joskus sylinterimäisiä kaasukuplia. Kuinka suuri suhteellinen ylipaine (hydrostaattiseen paineeseen nähden) on halkaisijaltaan 1 mm ja korkeudeltaan 10 mm sylinterimäisen kaasukuplan sisällä kaasukuplan juuri saapuessa veden pintaan, kun veden ja kaasun rajapinnan pintajännitys on 0,072 N/m? Oleta, että pintajännitystyö ei pyri lyhentämään sylinteriä, ainoastaan pienentämään sylinterin sädettä (ks. kuva alla). Voit käyttää hydrostaattisen paineen laskemisessa syvyyttä, joka on puolet kaasukuplan korkeudesta. (6p)



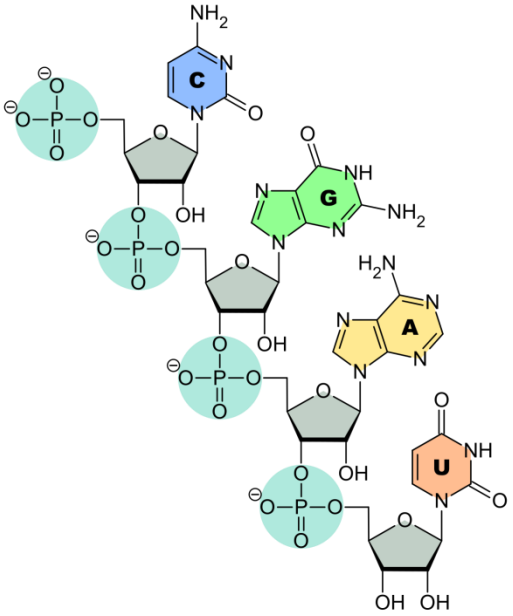

3. Olet sekvensoinut tutkimasi vesiliukoisen proteiinin aminohappokoostumuksen ja todennut, että proteiini sisältää seuraavan määrän ionisoituvan ryhmän sisältäviä aminohappoja: 3 asparagiinihappoa (Asp, sivuketjun karboksyyliryhmän $pK_a$ = 3,9), 5 glutamiinihappoa (Glu, sivuketjun karboksyyliryhmän $pK_a$ = 4,4), 2 kysteiiniä (Cys, sivuketjun sulfhydryyliryhmän $pK_a$ = 9,2) ja 7 lysiiniä (Lys, sivuketjun aminoryhmän $pK_a$ = 10,7). Lisäksi proteiinin päissä on 1 amino- ($pK_a$ = 7,4) ja 1 karboksyyliryhmä ($pK_a$ = 3,9). Liuotat proteiinit veteen, jonka *pH*:n olet säätänyt arvoon 7,4. Mikä on proteiinien keskimääräinen varausaste? Karboksyyliryhmä –COOH voi luovuttaa vetyionin $H^+$ veteen, aminoryhmä $-NH_2$ voi sitoa vetyionin vedestä ja sulfhydryyliryhmä –SH voi luovuttaa vetyionin veteen. Kaikki annetut $pK_a$:t ovat $pK_{a,app}$. (6p)

4. Astian yksi tasomainen sisäseinä on päällystetty kahdenlaisista lipidimolekyyleistä muodostuvalla kalvolla. Kummankin lipidimolekyylilajin pääteryhmän poikkipinta-ala on 68 $Å^2$ ja lipidimolekyylit ovat pakkautuneet maksimaalisen tiiviiksi kalvoksi. Toinen lipidimolekyyleistä (95% kaikista lipideistä) ei sisällä ionisoituvia ryhmiä, mutta toisessa lipidimolekyylilajissa on ionisoituva pääteryhmä. Lisäät neutraalia huoneenlämpöistä ionivaihdettua vettä (25 °C, $pH$ = 7, $\varepsilon_r$ = 78,5; ei sisällä suoloja) altaaseen, jolloin ionisoituvan ryhmän omaavista lipidimolekyyleistä kustakin dissosioituu yksi vetyioni ($H^+$) veteen. Mikä on pH vedessä aivan kalvon pinnalla? (6p)

5. Biologiset makromolekyylit vedessä.

a) Upotat pitkän RNA-molekyylin puhtaaseen veteen. RNA:ssa toistoyksiköt eli nukleotidit, joita upottamassasi RNA:ssa on > 50 kpl, kytkeytyvät toisiinsa dissosioituvilla fosfaattiryhmillä (esimerkinomaisesti lyhyt pätkä RNA:ta oheisessa kuvassa). Kuvaa

i. mitä dissosioituva ryhmä tässä tarkoittaa? (1p)
ii. miten sähkövaraukset käyttäytyvät/sijaitsevat nesteessä (suhteessa RNA-molekyyliin)? (1p)
iii. millaisen kolmiulotteisen rakenteen RNA ottaa? Perustele. (1p)




b) Solujen sytoplasma sisältää suuret määrät vesiliukoisia proteiineja. Käytännöllisesti katsoen kaikilla proteiineilla on pinnallaan kiinteitä varauksia, sekä positiivisia että negatiivisia. Eri merkkiset varaukset ovat tyypillisesti jakautuneet eri alueille proteiineissa, joten proteiineissa on positiivisesti varautuneita alueita ja negatiivisesti varautuneita alueita. Vastakkaismerkkiset varaukset vetävät toisiaan puoleensa ja sähköstaattisilla vuorovaikutuksilla on merkittävä rooli proteiinien sitoutumisessa toisiinsa. Fysiikan peruskursseilla opetetaan, että varausten väliset sähköstaattiset vuorovaikutukset ovat pitkäkantamaisia. Selitä, miksi solujen sytoplasmassa olevien proteiinien sitoutuminen edellyttää, että sitoutuvien proteiinien 3-ulotteiset rakenteet vastaavat muodoltaan toisiaan eli että sitoutuvat pinnat ovat muodoltaan ”komplementaarisia”. (3p)