

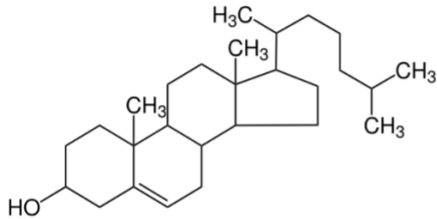
Molekyylibiotieteet - valintakokeet



Pääsykoe (molekyylibiotieteet) 2019 – tehtävä 1 (kemia)

Tehtävä 1 (30 pistettä)

a. Kuvassa on kolesterolin rakenne. Merkitse kuvaan kolesterolin asymmetriset/kiraaliset hiiliatomit. (8 p)

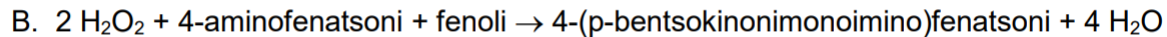
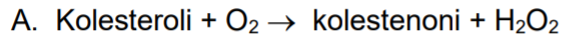


b. Laske yhden millimoolin kolesterolia massa. (ks. Liite 1) (4 p)

c. Kuinka moneen vetysidokseen voi kolesterolin enimmäkseen osallistua? Perustele vastauksesi. (3 p)

d. Kolesterolin esiintyy elimistössä myös rasvahappojen kanssa muodostuvana esterinä. Kirjoita kolesterolin ja öljyhapon (*cis*-9-oktadekeenihappo) muodostaman esterin molekyylikaava. (3 p)

e. Kolesterolipitoisuus voidaan määrittää seerumista kahden entsymaattisen reaktion (A ja B) avulla:



4-(p-bentsokinonimonoimino)fenatsoni on värillinen yhdiste ja sen pitoisuus voidaan mitata fotometrisesti. Määritysreaktiossa 0.2 ml:n seeruminäytteenästä muodostui 0.6 × 10⁻⁶ mol 4-(p-bentsokinonimonoimino)fenatsonia. Mikä oli seeruminäytteen kolesterolipitoisuus (mol/l)? (8 p)

f. Steroidihormonit ovat kolesterolin johdannaisia. Nimeä kaksi steroidihormonia ja kerro mistä ne pääasiallisesti erittyvät. (4 p)

Pääsykoe (molekyylibiotieteet) 2019 – tehtävä 2 (kemia)

Tehtävä 2 (30 pistettä)

a. Selitä sanallisesti, millainen on rakenteeltaan tavallinen ruokosokeri (sakkaroosi, moolimassa 342,3 g/mol). Se liukenee hyvin veteen, miksi? (4 p)

b. Tehtävänäsi on valmistaa massaprosenttiltaan 57 % sakkaroosiliuos veteen. Miten toimit?

Jatkotutkimuksia varten sinun pitää tietää myös sakkaroosin molaarinen konsentraatio tässä liuoksessa.

Mitä sinun pitää selvittää, jotta voit tämän laskea? Miten toimit asiassa käytännössä? (6 p)

c. Gibbsin energiamuutos (ΔG) kertoo, onko reaktio spontaani. Mistä energiatekijöistä ΔG on riippuvainen ja miten (esitä kaava)? Millä ΔG :n arvoilla reaktio on spontaani? (4 p)

d. Taulukkokirjoissa annettava arvo ΔG° kertoo Gibbsin energianmuutoksen standardiolosuhteissa (1 ilmakehän paine, lämpötila 25 °C = 298 K, neutraali pH ja kaikkien reaktanttien konsentraatio 1 M).

ΔG reaktiolle $A + B \rightarrow C + D$ standardiolosuhteista poikkeavissa oloissa voidaan laskea kaavalla

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

jossa R on kaasuvakio 8,314 J K⁻¹ mol⁻¹, ja T lämpötila (K).

Kun fosfoarginiini hydrolysoituu arginiiniksi ja fosfaatiksi, ΔG° on -32 kJ mol⁻¹. Mikä on todellinen ΔG hummerin lihaksessa 20 °C:ssä, kun fosfoarginiinin konsentraatio on 6,5 mM, arginiinin 2,6 mM ja fosfaatin 5,0 mM? Vedelle käytetään 1 M konsentraatiota. Esitä tärkeimmät välivaiheet. (ks. Liite 2) (6 p)

e. Kun tiedät alla olevien reaktioiden reaktiolämmöt

1) $H_2 \rightarrow 2H$ +436 kJ/mol

2) $O_2 \rightarrow 2O$ +495 kJ/mol

ja 3) $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$ -242 kJ/mol

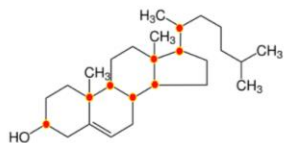
niin laske reaktiolämpö reaktiolle $H_2O \rightarrow 2H + O$ ja arvioi tämän perusteella H-O sidoksen sidosenergia.

Esitä tärkeimmät välivaiheet laskuissa ja päätelmissä. (10 p)

Pääsykoe (molekyylibiotieteet) 2019 – vastaukset (kemia)

Tehtävä 1 (30 p)

a.



[1 p jokaisesta oikein merkitystä kiraalisesta hiiliatomista; yht. 8 p. (Kuvassa on kolesterolin rakenne ja siihen merkityt asymmetriset/kiraaliset hiiliatomit.)]

- b. O: 1 kpl, H: 46, C: 27. $M = 1 \times 15.999 + 46 \times 1.008 + 27 \times 12.011 = 386.664 \text{ g/mol}$
 $n = m/M \Rightarrow m = n \times M = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 386.664 \text{ g/mol} = 0.38666 \text{ g}$
[2 pistettä oikein lasketusta molekyylimassasta, 2 pistettä oikein lasketusta massasta; pienistä virheistä vähennetään 1 piste; yht. 4 p.]
- c. Kolmeen: kolesterolin hydroksyliryhmän happi voi luovuttaa vetyatominsa yhteen vetysidokseen ja toimia vedyn vastaanottajana kahdessa vetysidoksessa.
[Vetysidosten lukumäärästä 2 pistettä, oikeasta perustelusta 1 piste; yht. 3 p.]
- d. $C_{45}H_{78}O_2$
[Oikeasta molekyylikaavasta 3 pistettä; 2 pistettä jos vastauksessa on vähäinen (1 atomin) virhe; 1 piste, jos vastauksessa on kaksi vähäistä (1 atomin) virhettä tai yksi kahden atomin virhe; yht. 3 p.]
- e. Määritysreaktiosta nähdään että yhtä moolia kolesterolia kohti muodostuu 0.5 moolia 4-(p-bentsokinonimonoimino)fenatonia. Näyte on siis sisältänyt $2 \times 0.6 \times 10^{-6} \text{ mol} = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol}$ kolesterolia. Näytteen tilavuus on 0.2 ml, joten kolesterolin pitoisuus $c = n/V = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol}/0.2 \times 10^{-3} \text{ l} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ (eli 6 mM).
[Oikeasta vastauksesta 8 p; 4 p, jos reaktion stökiometria ymmärretty väärin, mutta lasku muuten teknisesti oikein; kolesterolin oikein lasketusta ainemäärästä 4 p; ainemäärän oikeasta muuntamisesta molaariseksi konsentraatioksi 4 p; yht. 8 p.]
- f. Testosteroni: kivekset
Estradioli: munasarjat
Progesteroni: keltarauhanen, istukka
Kortisoli: lisämunuaisen kuori
Aldosteroni: lisämunuaisen kuori
[1 piste oikein nimetyistä hormoneista ja 1 piste sitä erittävästä elimestä; yht. 4 p.]

Tehtävä 2 (30 p)

- a. Kaksi monosakkaridia glukoosi ja fruktoosi liittynyt toisiinsa (2 p) hydroksyyliiryhmien välityksellä (1 p), vesi lohjennut pois (tästä ei lisäpistettä, eikä virhettä jos ei mainittu, mutta jos tämä mainittu "hydroksyyliiryhmien välityksellä" sijasta, niin saa 1 p). Vastauksesta disakkaridi saa 1 p, glukoosin ja fruktoosin disakkaridi 2 p. Se on hyvin polaarinen/sisältää paljon hydroksyyliiryhmiä/voi muodostaa paljon vetysidoksia ja vastaavat hyväksytään kaikki 1 p arvoiksi. Yht. 4 p.
- b. Valmistettavan liuoksen määrää ei annettu, joten mikä tahansa oikein valmistettu määrä käy. Esimerkiksi: punnitaan 570 g sakkaroosia ja 430 g vettä ja liuotetaan. Tästä ja vastaavista vastauksista 3p. Veden määräksi voi antaa myös 430 ml (saa siis olettaa veden tiheydeksi 1 g/ml).

Jälkimmäisessä kysymyksessä on mitattava tehdyn liuoksen tilavuus tai tiheys (kumpikin siis oikein yksinään ja 2 p arvoinen), 1 p lisää kun selittää miten mittaa (esim. tilavuuden mittalasilla tai tiheyden vaikkapa punnitsemalla 100 ml määrän liuosta). Vastauksesta "katson taulukosta" saa 1 p. Yht. 6 p.
- c. Kaavasta $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ saa 3 p, kun lisäksi selittää että ΔH on entalpiamuutos (tai reaktiolämpö), T lämpötila ja ΔS entropianmuutos. Jos vastaa ilman kaavaa, että riippuvainen entalpiasta, lämpötilasta ja entropian muutoksesta, niin 2 p. Osittain oikeista vastauksista vähemmän pisteitä. Spontaani negatiivisilla ΔG :n arvoilla (tai vastaava vastaus), 1 p. Yht. 4 p.
- d. Tässä sijoitetaan annetut arvot kaavaan yksiköt huomioiden. Luonnollinen logaritmi tulee otettavaksi luvusta 0,002 (1 p), ja sen tuloksena -6,21 (2 p). Jälkimmäiseksi termiksi tulee -15130 J mol⁻¹ (2 p) ja lopulliseksi vastaukseksi yksikkömuunnosten jälkeen -47 kJ mol⁻¹ (1 p). Jälkimmäisistä osista voi saada pisteitä vaikka alussa virheitä. Jos ei esim. osaa laskea logaritmia (vaikkapa arvioi sen summittaisesti taulukon arvojen pohjalta), niin tällöin menettää 2 p ja voi saada kaikkiaan 4 p, jos on laskenut muuten oikein. Yht. 6 p.
- e. Pyydytyssä kokonaisreaktiossa reaktio 3 menee päinvastaiseen suuntaan (1 p), josta tulee +242 kJ/mol (1 p). Lisäksi siinä tapahtuu puolet reaktiosta 2 (1 p) josta tulee +247,5 kJ/mol (1 p), sekä reaktio 1 sellaisenaan (1 p), josta tulee +436 kJ/mol (1 p). yhteensä reaktiolämpö on siis 925,5 (tai 925 tai 926) kJ/mol (2 p) ja yhden H-O sidoksen energia siis noin 463 kJ/mol (viimeiset 2 p). Vastaukseen päädyttäessä voi käyttää myös esim. logiikkaa, jossa reaktioita lasketaan yhteen alakkain, oikeista välvaiheista tai osatuloksista saa pisteitä vastaavalla tavalla. Yht. 10 p.