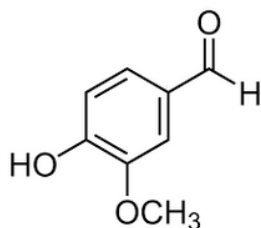


1

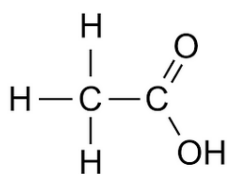
a)

Määrittele *karbonyyliyhdiste*. Piirrä esimerkkirakennekaava ja nimeä se. Samoin määrittele *karboksyyliyhdiste*, piirrä esimerkkirakennekaava ja nimeä se. Toisen esimerkin tulee olla rakenteeltaan avoketjuinen, toisen rengasrakenteinen. (2 p)

Karbonyyliyhdisteet sisältävät karbonyyliryhmän C=O, jossa happiatomi on sitoutunut kaksoissidoksella hiiliatomiin. Aldehydeillä karbonyyliryhmä on hiiliketjun päässä, ketoneissa hiiliketjun keskellä. Karboksyylihapon nimi tulee karboksyyli ryhmästä COOH, joka sisältää sekä karbonyyliryhmän (C=O) että hydroksyyli ryhmän (OH).



Vanilliini (karbonyyliyhdiste)

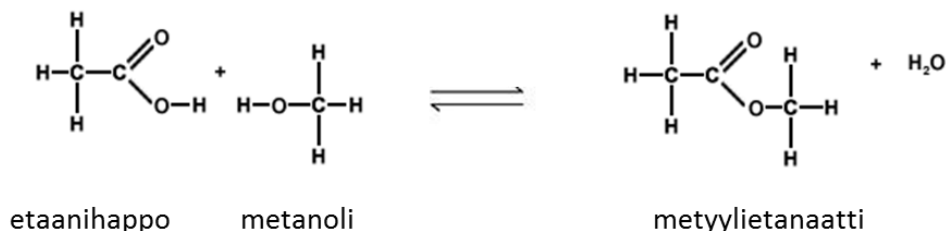


Etikkahappo (karboksyyliyhdiste)

b)

Mistä yksittäisistä yhdistetyypeistä muodostuu esteri? Kuvaa esteröitymisen reaktioyhtälö esimerkin avulla ja nimeä reaktioon osallistuvat yhdisteet sekä syntyvä esteri. (2 p)

Esteri muodostuu karboksyylihaposta ja alkoholista.



2

a)

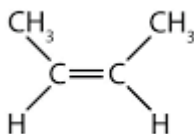
Selitä sidosten avaruudellinen suuntautuminen ja molekyylin muoto kun keskusatomista lähtee sidoksia a) kahteen, b) kolmeen, c) neljään atomiin. Mikä on vapaiden elektroniparien vaikutus molekyylin muotoon? (2 p)

a) Voi muodostua sauvamainen eli lineaarinen rakenne ; b) Muodostuu tasokolmio, jolloin kaikki atomit ovat samassa tasossa. Atomien väliset sidoskulmat ovat tällöin 120° ; c) Sidokset suuntautuvat mahdollisimman kauas toisistaan jolloin muodostuu tetraedri, jossa sidoskulmat ovat $109,5^\circ$. Jos keskusatomille jää vapaita elektronipareja, sidoskulmat muuttuvat. Esimerkiksi veden ja ammoniakkin vapaat elektroniparit taivuttavat kovalenttisia sidoksia lähemmäs toisiaan.

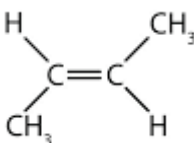
b)

Selvitä a) *cis-trans*-isomeria ja b) optinen isomeria esimerkkirakennekaavojen avulla ja nimeä yhdisteet. (2 p)

a) Hiiliatomien välinen kaksoissidos on jäykkä. Tämän vuoksi näihin hiiliatomeihin liittyneet atomit tai atomiryhmät voivat esiintyä kaksoissidoksen samalla tai vastakkaisilla puolilla. Esimerkkinä alla *cis*-2-buteeni ja *trans*-2-buteeni.



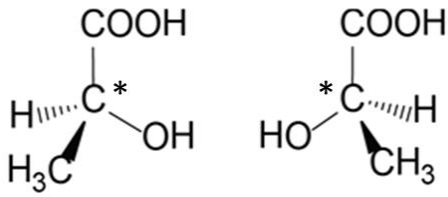
cis-2-buteeni



trans-2-buteeni

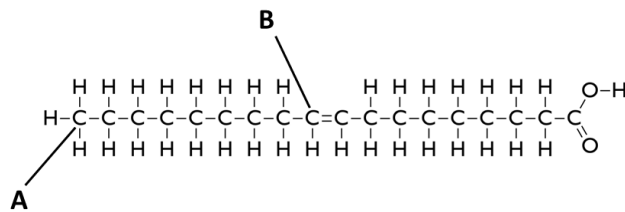
b) Kun hiileen on liittynyt neljä erilaista atomia tai atomiryhmää, hiiliatomia kutsutaan asymmetriseksi hiiliatomiksi. Asymmetrinen hiiliatomi mahdollistaa optisen aktiivisuuden, koska asymmetrisen hiiliatomin omaavat yhdisteet voivat esiintyä toistensa peilikuvina ja kiertää tasopolarisoitua valoa vesiliuoksessa vastakkaisiin suuntiin. Toistensa peilikuvia olevia isomeerejä kutsutaan optisiksi isomeereiksi tai enantiomeereiksi.

Esimerkkinä alla on maitohapon optisten isomeerien rakennekaavat, joissa asymmetrinen hiiliatomi on merkitty tähdellä.



c)

Kuvaa öljyhapon (alla) hiiliatomien A ja B orbitaalirakenteet molekyyliorbitaalimallin mukaisesti. (2 p)



A Yksinkertainen kovalenttinen sidos muodostuu, kun kaksi atomiorbitaalia, joilla kummallakin on yksi elektroni, sulautuu yhteen molekyyliorbitaaliksi. Tällaista sidosta kutsutaan σ -sidokseksi. Hiilen neljän sidoksen muodostuessa hiiliatomin $2s$ -orbitaali ja kolme $2p$ -orbitaalia muuntuvat neljäksi energialtaan samansuuruisiksi sp^3 -hybridiorbitaaliksi. Hybridiorbitaalit suuntautuvat tetraedisesti hiilen atomiytimen ympärille muodostavat sidokset kuvan tapauksessa kolmen vetyatomin ja yhden hiiliatomin kanssa.

B Kaksoissidoksen muodostuessa hiiliatomin $2s$ -orbitaali ja kaksi $2p$ -orbitaalia muuntuvat kolmeksi sp^2 -hybridiorbitaaliksi, jotka ovat samassa tasossa. Nämä hybridiorbitaalit muodostavat kolme σ -sidosta. Hybridisoitumaton $2p$ -orbitaali on kohtisuorassa hybridiorbitaalien tasoon nähden, ja se muodostaa toisen hiiliatomin hybridisoitumattoman p -orbitaalin kanssa π -molekyyliorbitaalin. Syntyvää sidosta kutsutaan π -sidokseksi. Kaksoissidoksessa on siis yksi σ -sidos ja yksi π -sidos.

3. Solu tarvitsee toimintaansa useita yhdisteitä. Selitä lyhyesti, mistä lähtöaineista ja miten seuraavat yhdisteet syntyvät solussa. Valitse lähtöaineesi seuraavasta valikoimasta: adenosiinidifosfaatti, aminohapot, fosfaatti-ioni, glukoosi, hiilidioksidi, nukleotidit, ribonukleotidit ja vesi. Älä selitä lähtöaineiden syntymä.

a) DNA-molekyyli (2 p)

Lähtöaineet: nukleotidit.

DNA kahdentuu eli DNA-polymeraasientsyymi liittää nukleotidit toisiinsa samaan järjestykseen kuin mallina oleva DNA-nauha.

b) Lähetti-RNA-molekyyli (2 p)

Lähtöaineet: ribonukleotidit.

RNA-polymeraasi liittää transkriptiossa ribonukleotidit toisiinsa käyttäen DNA-juostetta mallina

c) Proteiini (2 p)

Lähtöaineet: aminohapot.

Aminohapot liittyvät ribosomin pinnalla peptidisidosten yhdistämäksi ketjuksi, jonka järjestyksen määrää lähetti-RNA:n emäsjärjestys. Siirtäjä-RNA tuo kunkin aminohapon paikalle.

d) ATP-molekyyli (2 p)

Lähtöaineet: adenosiinidifosfaatti (ADP) ja fosfaatti.

ATP-molekyyli eli adenosinitrifosfaatti syntyy kolmannen fosfaatin liittyessä ADP-molekyyliin.

e) Tärkkelys (2 p)

Lähtöaine: glukoosi.

Tärkkelys syntyy entsyymien liittäessä glukoosimolekyyliä suoraksi tai haaroittuneeksi ketjuksi.

f) Glukoosimolekyyli (kasvisolussa) (2 p)

Lähtöaine: hiilidioksidi.

Glukoosi on fotosynteesin lopputuote.

4. Selitä, miten bakteeri ja ihminen eroavat seuraavissa asioissa. Vastaa "Ei eroa", jos asiassa ei ole olennaista eroa bakteerin ja ihmisen välillä.

a) Soluelimet (2 p)

Bakteereilla ei ole kalvon ympäröimiä soluelimiä mutta ihmisellä niitä on useita, esimerkiksi tuma ja mitokondrio.

b) Lisääntyminen (2 p)

Bakteeri lisääntyy suvuttomasti jakautumalla, ihminen lisääntyy suvullisesti sukusolujen avulla.

c) DNA:n tehtävät solussa (2 p)

Ei eroa

d) Proteiinien tehtävät solussa (2 p)

Ei olennaista eroa, joskin ihmisen ja bakteerin proteiinit toki eroavat suuresti toisistaan.

e) Uusien ominaisuuksien synty evoluutiossa (2 p)

Bakteeri saa uusia ominaisuuksia mutaatioiden, konjugaation, DNA:n oton ja bakteerifaagien avulla. Ihmisellä uusia ominaisuuksia tuottavat mutaatiot, meioosin tekijäinvaihto ja sukusolujen yhdistyminen.

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

N. a) Selitä lyhyesti mikä on puskuriliuos ja mistä se koostuu. (1p)

Puskuriliuos on liuos, jonka pH ei merkittävästi muutu, kun siihen lisätään pieniä määriä happoa tai emästä. Puskuriliuos koostuu heikosta haposta ja sen vastinemäksestä tai heikosta emäksestä ja sen vastinhaposta.

b) Milloin puskuriliuoksen puskurikapasiteetti on suurimmillaan? (1p)

Kun liuos sisältää yhtä suuret tai lähes yhtä suuret konsentraatiot heikkoa happoa/emästä ja sen vastinemästä/happoa.

c) Alla on lueteltu happo-emäspareja sekä niiden happovakiota vesiliuoksessa. Haluat valmistaa puskuriliuoksen, joka toimii tehokkaimmin lähellä fysiologista pH:ta, joka on keskimäärin 7,4. Käytettävissäsi ovat alla olevat vaihtoehdot. Minkä happo-emäsparin valitset? Perustele valintasi. (3 p)

		K_a (mol dm ⁻³)
1	CH ₃ COOH/CH ₃ COO ⁻	1.8×10^{-5}
2	H ₂ PO ₄ ⁻ /HPO ₄ ²⁻	6.3×10^{-8}
3	NH ₄ ⁺ /NH ₃	5.6×10^{-10}

H₂PO₄⁻/HPO₄²⁻ (Annettu oikea vastaus ilman (oikeaa) perustelua 0,5 p)

Perustelut: Puskuriliuos pystyy vastustamaan pH:n muutoksia parhaiten kun sen puskurikapasiteetti on suurimmillaan. Protolyysireaktio on tällöin tasapainossa. Tasapainossa olevasta reaktiosta voidaan määrittää tasapainovakio, josta happovakio on erityistapaus. Tasapainotilassa hapon ja vastinemäksen tai emäksen ja vastinhapon konsentraatiot ovat yhtä suuret.

Tällöin:

$$K_a = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$$

Josta hapon ja emäksen konsentraatiot supistuvat pois:

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Liuoksen pH tasapainotilassa määräytyy oksoniumionikonsentraation, eli tässä tapauksessa happovakion mukaan:

$$\text{pH} = -\lg K_a$$

Happo-emäspariliuosten pH-arvot tasapainotilassa ovat: 4.75, 7.2 ja 9.25. Lähimpänä fysiologista pH:ta on pari nro 2.

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

NN. e) Kaksinauhaista DNA:ta sisältävän liuoksen DNA-pitoisuudeksi on mitattu $3,1 \text{ mg L}^{-1}$. Kaikki liuoksen sisältämät DNA-molekyylit ovat yhtä pitkiä, 143 emäsparia. Kuinka monta kappaletta DNA-molekyylejä liuoksessa on, kun DNA-emäsparin molekyylimassa on 660 g mol^{-1} , liuoksen tilavuus $0,035 \text{ mL}$ ja Avogadron vakio $6,022 \times 10^{23}$. (3 p)

Lasketaan 143 bp pitkän kaksinauhaisen DNA-molekyylin moolimassa:

$$M(\text{DNA}) = 143 \text{ bp} \times 660 \text{ g mol}^{-1} \text{ bp}^{-1} = 94\,380 \text{ g mol}^{-1}$$

Liuoksen sisältämän DNA:n ainemäärä:

$$n = \rho \times V / M$$

$$n(\text{DNA}) = 3,1 \times 10^{-3} \text{ g L}^{-1} \times 0,035 \times 10^{-3} \text{ L} / 94\,380 \text{ g mol}^{-1} = 1,149 \times 10^{-12} \text{ mol}$$

Lasketaan liuoksen sisältämä kappalemäärä DNA-molekyylejä:

$$N = n \times N_A$$

$$N(\text{DNA}) = 1,149 \times 10^{-12} \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6,922 \times 10^{11}$$

Liuoksessa on $6,9 \times 10^{11}$ kappaletta DNA-molekyylejä.

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

7. a) Millainen on tyypillisen viruksen rakenne? (1p)

Virukset koostuvat tyypillisesti pintaproteiineista (1), proteiineista muodostuvasta kuoresta (0,5) ja sen sisällä olevasta perintöaineksesta (DNA tai RNA) (0,5). Lisäksi joilla viruksilla on isäntäsolun solukalvosta peräisin oleva vaippa. (+0,5, jos ei muuten täysiä pisteitä)

b) Selvitä viruksen lisääntymisen vaiheet? (2p)

(DNA tai RNA –virus riittää täysiin pisteisiin.)

DNA-virus: viruksen tunkeutuminen soluun viruksen pintaproteiinien avulla (0,5 + 0,5), isäntä tuottaa a) viruksen tarvitseman perintöaineksen ja b) proteiinit uusia viruksia varten (0,5). Viruspartikkelit kootaan ja toimivat viruspartikkelit vapautuvat isäntäsoluista. (0,5)

RNA-virus: virus tunkeutuu soluun (viruksen pintaproteiinien avulla), viruksen sisältö vapautuu ja RNA käännetään DNA:ksi; DNA voidaan integroida genomiin tai se voidaan aktivoida, aktivoitu virus tuottaa isännän avulla perimäaineksen ja viruspartikkelin proteiinit, viruspartikkelit kootaan ja virus vapautuu isännästä.

c) Influenssavirus aiheuttaa lähes joka vuosi maailmanlaajuisen epidemiaan. Syynä tähän on viruksen muuntuminen. Mihin viruksen nopea muuntuminen perustuu? (1p)

- 1. Viruksella on kutakin geeniä vain yksi kappale ja muuntuneet geenit ilmentyvät nopeasti. Pintaproteiinien rakenne muuttuu mutaatioiden seurauksena ja rokote ei enää toimi. (0,5)**
- 2. Virusten geenit voivat sekoittua keskenään infektion aikana ja muodostaa uusia kombinaatioita -> syntyy uusia viruksia (0,5)**

d) Selvitä miksi muuntunut influenssavirus on ongelma ihmiselle? (1p)

Ihmisen Immuunijärjestelmä ei tunnista muuntuneita pintaproteiineja, eikä virusta voi näin torjua. (1)

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

e) Influenssarokote kehitetään joka vuosi uudelleen. Miten rokote valmistetaan geenitekniikan avulla? (2p)

Antigeeninä toimiva viruksen pintaproteiinin geeni liitetään hiivasolun plasmidiin **(0,5)**, plasmidi siirretään hiivasoluun **(0,5)**, hiivasolujen annetaan lisääntyä. **(0,5)** Hiivasolut erittävät viruksen pintaproteiinin ulkopuolelleen, josta se voidaan eristää. Proteiini puhdistetaan ja rokote on valmis. **(0,5)**

f) Mihin uusien rokotteiden suunnittelu perustuu ja miksi uusi rokote ei välttämättä suojaa influenssalta? (1p)

Perustuu löydettyihin virustyyppeihin. **(0,5)**

Jos kuitenkin virus/virukset, joita vastaan rokotetta ollaan valmistamassa ehtivät muuntua ennen rokotteen valmistumista, voi rokotteen teho laskea merkittävästikin. **(0,5)**

g) Miksi HI-virusrokotteen valmistus ei ole onnistunut? (1p)

HI-viruksella on poikkeuksellisen suuri muuntelukyky, joka tekee rokotteen valmistuksesta liian vaikean **(1)**

h) Bakteriofageja on ehdotettu antibioottien korvaajiksi, miksi? (1p)

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

Bakteriofagit ovat bakteeriviruksia ja ne ovat hyvin spesifisiä kohteensa suhteen. (0,5) Jos sopivia bakteriofageja löydetään, ovat ne erittäin tehokkaita. (0,5)