

[Aloitussivu]

Aloitushje

Tervetuloa biolääketieteen valintakokeeseen, Etunimi Sukunimi

Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi.

Kokeen kesto on 5 tuntia. Kokeesta saa poistua aikaisintaan puoli tuntia kokeen alkamisen jälkeen. Koe koostuu kahdesta osasta, biologiasta ja kemiasta, joista kummastakin saa 80 pistettä. Voit jakaa koeajan tehtävien välillä haluamallasi tavalla. Voit liikkua tehtävien välillä kokeen aikana vapaasti. Tehtäväsivun lopussa on painike, jolla voit palata takaisin aloitussivulle. Näet aloitussivulla yhteenvedon vastatuista kysymyksistä. Voit muokata vastauksiasi koko kokeen ajan. Tallenna esseetehtävien vastaus itse "Tallenna vastaus" -painikkeella. Lisäksi esseevastaus tallentuu ajastetusti noin puolen minuutin välein sekä osiosta poistumisen yhteydessä. Tallenna vastauksesi, kun poistut osiosta. Jos aika loppuu ennen kuin ehdit palauttaa osion, viimeisin vastaus tallentuu järjestelmään.

Sinulla saa kokeen aikana olla auki ainoastaan valintakoejärjestelmä Vallu sekä järjestelmästä avautuvat erilliset aineistotiedostot. Aineistotiedostot ovat pdf-tiedostoja, ja ne saa avata ainoastaan verkkoselaimella. Avatut välilehdet saa vetää erilliseen ikkunaan kysymysten rinnalle. Kokeessa on yleisenä aineistona kaavaliite. Lisäksi tehtävissä B7 ja B8 on näihin tehtäviin liittyvät aineistot.

Jos käyttämäsi selain mahdollistaa tekstin etsimiseen koemateriaalista, voit mahdollisuutta käyttää. Etsi-toiminto saattaa käynnistyä esimerkiksi näppäinyhdistelmällä Ctrl+F tai Cmd+F. Etsi-toiminto ei välttämättä löydä kaikkea tekstiä, esimerkiksi kuvissa olevaa tekstiä.

Voit luonnostella vastauksiasi koetilanteessa jaettaville papereille. Papereille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa.

Kirjoita vastauksesi kullekin tehtävälle varattuun tilaan. Kunkin tehtävän pisteytys ja vastauksen mahdollinen merkkimäärärajoite ilmoitetaan tehtävän yhteydessä. Monivalintoja ja alasvetovalikkoja sisältävissä tehtävissä vääristä vastauksista annetaan miinuspisteitä. Tarkat pisteytysäännöt kerrotaan kunkin tehtävän yhteydessä. Vastaamatta jättämisestä ei vähennetä pisteitä. Jos yksittäisen tehtävän pistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nolaksi pisteeksi kokeen lopputilanteessa. Jokaisen tehtävän alin mahdollinen pistemäärä on 0 p.

Koejärjestelmän laskin on käytössä silloin kun voit käyttää laskinta tehtävien tekemiseen.

Laskutehtävien ratkaisemisessa käytetään tehtävässä tai kaavaliitteessä annettuja arvoja. Ellei toisin ilmoiteta, tuloksiin johtavat laskutoimitukset on kirjoitettava näkyville. Pitkissä kaavojen johdoissa riittää, että näkyville kirjoittaa alku- ja lopputilanteen. Esimerkiksi Henderson-Hasselbalchin yhtälön johto:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \lg \left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

$$\Leftrightarrow [\text{A}^-] = [\text{HA}] \cdot 10^{(\text{pH} - \text{pK}_a)}$$

Voit käyttää laskutehtävien vastauksissa valintakoejärjestelmän kaavaeditoria. Laskutehtävien vastaukset voi joissakin tapauksissa kirjoittaa myös suoraan vastauskentän riville, esimerkiksi:

$$K = ([X] \cdot [Y]^2) / [Z]^3 \text{ tai}$$

$$v = \sqrt{[(G \cdot M) / R]} = \sqrt{[(6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \cdot 1,234 \cdot 10^{24} \text{ kg}) / (1234 \cdot 10^3 \text{ m})]}$$

Vastauksissa saa käyttää seuraavia epävirallisia merkintätapoja:

- kertomerkkinä asteriskia (*)
 - reaktionuolena viivaa ja suurempi kuin –merkkiä (->)
 - neliöjuurimerkin sisällä olevalle laskulle tai luvulle merkintää $\sqrt{\text{kaava}}$, esimerkiksi $\sqrt{2 \cdot 5}$.
- Ks. yllä olevat esimerkit.

Suureiden kirjaintunnuksia ei tarvitse vastauksissa kursivoida.

Ioneissa ja kemian kaavoissa tulee käyttää ala- ja yläindeksejä kemian kaavasääntöjen mukaisesti (esim. Ca^{2+} , Na_2SO_4). Muita merkintätapoja, kuten Ca^2+ , ei hyväksytä. Sekä ala- että yläindeksejä sisältävissä ioneissa, kuten SO_4^{2-} , ala- ja yläindeksejä ei tarvitse asetella päällekkäin.

Laskutehtävän numeerinen lopputulos tulee esittää oikealla numeerisella tarkkuudella.

Tehtävien yleiskuva (linkit tehtäviin lopussa):

A. Biologia (80 p.)

- | | |
|---|---------|
| A1. Monivalintatehtäviä biologian eri osa-alueilta, osa I | (12 p.) |
| A2. Monivalintatehtäviä biologian eri osa-alueilta, osa II | (6 p.) |
| A3. Munuaiset (monivalintoja) | (8 p.) |
| A4. Kuuloaisti (tekstivastauksia, monivalintoja, alavetovalikko) | (11 p.) |
| A5. Maksan porttilaskimo (tekstivastaus) | (4 p.) |
| A6. Ihmislajien evoluutio (tekstivastauksia, alavetovalikko) | (12 p.) |
| A7. Lihaksen toiminta (tekstivastauksia) | (15 p.) |
| A8. Virukset ja geenitekniikka (tekstivastauksia) | (12 p.) |

B. Kemia (80 p.)

- | | |
|---|---------|
| B1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta | (10 p.) |
| B2. Hemoglobiinin moolimassa (tekstivastaus) | (5 p.) |
| B3. Närästyslääkkeen neutralointikyky (tekstivastaus) | (9 p.) |
| B4. Entakaponin valmistus (tekstivastaus, alavetovalikko, monivalintoja) | (14 p.) |
| B5. Reaktiokinetiikka (tekstivastaus) | (12 p.) |
| B6. Oktapeptidin hydrolyysi (alavetovalikko) | (6 p.) |
| B7. Barbituurihapon lähtöaineet (tekstivastaus) | (12 p.) |
| B8. Nukleiinihappojen keto-enoli- ja amino-iminotautomeria (monivalintoja) | (12 p.) |

[Linkit tehtäviin.
Aloitussivu päättyy.]

A1. Monivalintatehtäviä biologian eri osa-alueilta, osa I (12 p.)

Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän A1 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 12 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

1. Miten hiivat lisääntyvät?

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| vv1 suvuttomasti kuroutumalla | 1 p. |
| vv2 suvullisesti jakautumalla | -0,25 p. |
| vv3 suvullisesti kaksineuvoisesti | -0,25 p. |
| vv4 suvuttomasti monistumalla | -0,25 p. |

2. Eläimen tukiranka suojaa ja helpottaa sen liikkumista. Minkä eläinkunnan pääjakson eläimillä on ulkoinen tukiranka?

- | | |
|-----------------------|----------|
| vv1 piikkinahkaisten | 1 p. |
| vv2 sienieläinten | -0,25 p. |
| vv3 polttiaiseläinten | -0,25 p. |
| vv4 rustokalojen | -0,25 p. |

3. Bakteerit ja arkeonit ovat mikrobeja. Mitä yhteistä niillä on?

- | | |
|--|----------|
| vv1 Niillä ei ole tumaa. | 1 p. |
| vv2 Niiden genomissa on introneja. | -0,25 p. |
| vv3 Ne kuuluvat samaan eliömaailman domeeniin. | -0,25 p. |
| vv4 Ne lisääntyvät kuroutumalla. | -0,25 p. |

4. Mitkä seuraavista eläimistä ovat säteittäissymmetrisiä?

- | | |
|----------------------|----------|
| vv1 meduusat | 1 p. |
| vv2 mustekalat | -0,25 p. |
| vv3 simpukat | -0,25 p. |
| vv4 hämähäkkieläimet | -0,25 p. |

5. Mitä yhteistä on eri sienilajeilla?

- vv1** kitiiniä sisältävä soluseinä 1 p.
- vv2** lisääntyminen ainoastaan itiöiden avulla -0,25 p.
- vv3** kalvojen muodostamien soluelinten puuttuminen -0,25 p.
- vv4** monisoluisuus -0,25 p.

6. Reunavaikutus kuuluu ekosysteemien termistöön. Millä seuraavista alueista reunavaikutus on selvimmän nähtävissä?

- vv1** vuorovesirannikolla 1 p.
- vv2** syvänmeren alueella -0,25 p.
- vv3** korkealla vuoristossa -0,25 p.
- vv4** aavikolla -0,25 p.

7. Eliöillä on eri ympäristötekijöiden vaihtelun suhteen erilainen sietokyky. Mitä saa aikaan minimitekijäksi määritelty ympäristötekijä?

- vv1** Se rajoittaa voimakkaimmin yksilön kasvua. 1 p.
- vv2** Se lyhentää yksilön elinikää. -0,25 p.
- vv3** Se johtaa yksilön optimaaliseen lisääntymiseen. -0,25 p.
- vv4** Se parantaa pieninä pitoisuuksina yksilön kasvua. -0,25 p.

8. Mihin ekosysteemipalveluiden ryhmään ravintoaineiden kierto kuuluu?

- vv1** ylläpitäviin palveluihin 1 p.
- vv2** tuotantopalveluihin -0,25 p.
- vv3** säätelypalveluihin -0,25 p.
- vv4** energiapalveluihin -0,25 p.

9. Erään seepralajin kromosomiluku $2n$ on 32 ja hevosen kromosomiluku $2n$ on 64. Mitä seuraisi, jos nämä kaksi lajia risteytyisivät?

- vv1** Jälkeläinen olisi lisääntymiskyvytön, koska meiosisin vähennysjako ei onnistu. 1 p.
- vv2** Jälkeläinen olisi lisääntymiskykyinen, koska seepralajin kromosomiluku on puolet hevosen kromosomiluvusta. -0,25 p.
- vv3** Jälkeläinen ei olisi elinkelpoinen, koska alkion mitoosi ei onnistu. -0,25 p.
- vv4** Jälkeläinen olisi elinkelpoinen, koska sen $2n$ olisi normaali 64. -0,25 p.

10. Sukusoluiksi kypsyvät solut jakautuvat meioottisesti. Missä meioosin vaiheessa vastinkromosomit konjugoituvat?

- | | |
|-------------------------------|----------|
| vv1 vähennysjaon profaasissa | 1 p. |
| vv2 vähennysjaon metafaasissa | -0,25 p. |
| vv3 tasausjaon profaasissa | -0,25 p. |
| vv4 tasausjaon metafaasissa | -0,25 p. |

11. Mitä tapahtuu naisen kehossa kuukautiskierron alussa?

- | | |
|--|----------|
| vv1 Kohdun limakalvo poistuu emättimen kautta. | 1 p. |
| vv2 Luteinisoivan hormonin (LH) erityspiikki laukaisee munasolun irtoamisen. | -0,25 p. |
| vv3 Keltarauhashormonin pitoisuus on korkeimmillaan. | -0,25 p. |
| vv4 Kehon lämpötila on korkeampi kuin kierron lopussa. | -0,25 p. |

12. Solukorvaushoidossa on hyödynnetty kantasoluja korjaamaan potilaan virheellisten solujen toimintaa. Mitä kantasolut ovat?

- | | |
|---|----------|
| vv1 pluripotentteja alkion soluja | 1 p. |
| vv2 erikoistuneita kudossoluja | -0,25 p. |
| vv3 erilaistuneita punasoluja | -0,25 p. |
| vv4 virusvektoreilla infektoiduja ihosoluja | -0,25 p. |

A2. Monivalintatehtäviä biologian eri osa-alueilta, osa II (6 p.)

Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän A2 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 6 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 2 p.

Väärä valinta = -0,5 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

1. Joidenkin kanarotujen ominaisuuksiin kuuluu lyhytjalkaisuus. Lyhytjalkaisuuden aiheuttaa letaalialleeli Cp, joka kaikissa lyhytjalkaisissa yksilöissä esiintyy heterotsygoottisena. Mikä on lyhytjalkaisten ja normaalijalkaisten poikasten fenotyypijakauma, jos kaksi lyhytjalkaista yksilöä lisääntyy keskenään?

vv1 2:1	2 p.
vv2 1:1	-0,5 p.
vv3 3:1	-0,5 p.
vv4 4:1	-0,5 p.

2. Restriktioentsyymin (R) tunnistuskohta kohde-DNA:ssa kattaa 8 nukleotidia (5'-GTGGATCC-3'). Kohde-DNA katkeaa viivan osoittamasta kohdasta (5'-GATCCGT|GGATCCGTA-3') tuottaen viiden nukleotidin mittaisen yksijuosteisen pään. Mikä on katkaisukohtaan liitettävän sekvenssin nukleotidijärjestys 5' → 3'-suunnassa?

vv1 GGATC	2 p.
vv2 CTAGG	-0,5 p.
vv3 GATCC	-0,5 p.
vv4 CCTAG	-0,5 p.

3. Mikä on DNA:ssa olevien alueiden järjestys transkription mallijuosteessa 5'-päästä kohti 3'-päästä?

vv1 koodaava alue, promoottori, tehostajajaksot	2 p.
vv2 promoottori, tehostajajaksot, koodaava alue	-0,5 p.
vv3 tehostajajaksot, promoottori, koodaava alue	-0,5 p.
vv4 tehostajajaksot, koodaava alue, promoottori	-0,5 p.

A3. Munuaiset (8 p.)

Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän A3 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 8 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu lukuun ottamatta tehtäviä 1 ja 2. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymyksen”.]

1. Virtsan muodostus munuaisissa alkaa alkuvirtsan suodattumisella hiussuonikeräsiin tulevasta verestä. Sydän pumppaa levossa verenkiertoon noin 5 litraa verta minuutissa. Kuinka suuri osa tästä virtaa keskimäärin munuaisten kautta?

vv1 1–3 %	-0,25 p.
vv2 5–10 %	-0,25 p.
vv3 10–15 %	-0,25 p.
vv4 20–25 %	1 p.
vv5 30–35 %	-0,25 p.

2. Alkuvirtsaa suodattuu jatkuvasti munuaisissa. Mikä osuus alkuvirtsasta keskimäärin eritetään virtsana ulos elimistöstä?

vv1 n. 0,05 %	-0,25 p.
vv2 n. 0,1 %	-0,25 p.
vv3 n. 0,25 %	-0,25 p.
vv4 n. 1 %	1 p.
vv5 n. 3 %	-0,25 p.

3. Alkuvirtsan suodattuminen verestä tapahtuu tehokkaasti. Mihin tämä perustuu?

vv1 hiussuonikeräsen korkeaan verenpaineeseen	1 p.
vv2 tuojavaltimon seinämässä oleviin aukkoihin	-0,25 p.
vv3 hiussuonikeräsen aktiiviseen veden eritykseen	-0,25 p.
vv4 hiussuonikeräsen korkeaan proteiinipitoisuuteen	-0,25 p.
vv5 munuaistiehyen suureen veden läpäisevyyteen	-0,25 p.

4. Munuaistiehyissä tapahtuu yhdisteiden takaisinimeytymistä ja eritystä. Mitä seuraavista aineista voidaan erittää virtsaan tiehyiden loppuosassa?

vv1 elintarvikkeiden lisäaineita	1 p.
vv2 vapaita aminohappoja	-0,25 p.
vv3 glukoosia	-0,25 p.
vv4 albumiinia	-0,25 p.
vv5 etanolia	-0,25 p.

5. Munuaisten toimintaan vaikuttavat monet hormonit. Mikä lisämunuaiskuoren erittämä hormoni lisää kaliumin erittymistä virtsaan?

vv1 aldosteroni	1 p.
vv2 erytropoietiini	-0,25 p.
vv3 parathormoni	-0,25 p.
vv4 kalsitoniini	-0,25 p.
vv5 adrenaliini	-0,25 p.

6. Virtsan määrään vaikuttaa nautitun nesteen määrä. Erittyvän veden määrää säätelee antidiureettinen hormoni. Mistä tätä hormonia eritetään?

vv1 aivolisäkkeen takalohkosta	1 p.
vv2 aivolisäkkeen etulohkosta	-0,25 p.
vv3 lisämunuaisen kuorikerroksesta	-0,25 p.
vv4 lisämunuaisen ytimestä	-0,25 p.
vv5 kilpirauhasesta	-0,25 p.

7. Mikä munuaisten tuottama aine osallistuu verenpaineen säätelyyn?

vv1 reniini	1 p.
vv2 adrenaliini	-0,25 p.
vv3 noradrenaliini	-0,25 p.
vv4 kortisoli	-0,25 p.
vv5 somatotropiini	-0,25 p.

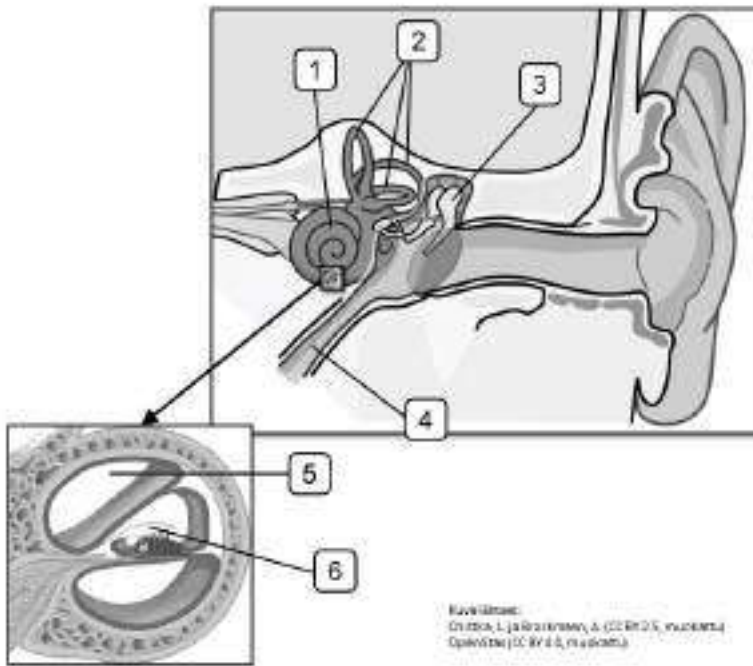
8. Munuaiset osallistuvat myös elimistön happo-emästasapainon säätelyyn. Mitä seuraa, jos munuaiset eivät pysty poistamaan normaalisti vetyioneja?

vv1 Hengitys kiihtyy.	1 p.
vv2 Veren pH-arvo nousee.	-0,25 p.
vv3 Hiilidioksidin poisto hengityksen kautta vähenee.	-0,25 p.
vv4 Virtsan pH-arvo laskee.	-0,25 p.
vv5 Vetyionit reagoivat veden kanssa muodostaen vereen hiilihappoa.	-0,25 p.

A4. Kuuloaisti (11 p.)

Tehtävän A4 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 11 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

a) Nimeä korvan osat 1–6. (3 p.)
(0,5 p. /oikea vastaus)



Osa 1

Osa 2

Osa 3

Osa 4

Osa 5

Osa 6

b) Mihin korvan rakenteisiin ja rakenneominaisuuksiin äänen voimistuminen perustuu korvassa? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä

c) Missä korvan osassa aistitaan 100 Hz:n taajuiset äänet? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 60 merkkiä

d)

Noin yhdellä 500–1000:sta vastasyntyneestä on kuulovamma, joka vaikeuttaa merkittävästi lapsen kielellistä kehitystä. Näistä kuulovammoista yli puolet on periytyviä. Kromosomissa 13 sijaitsevan *GJB2*-geenin mutaatiot ovat yksi synnynnäisten kuulovammojen aiheuttajista. Tämän geenin koodaama konneksiini 26 on proteiini, joka muodostaa solujen välisiä aukkoliitoksia. Aukkoliitokset muodostuvat useasta konneksiiniproteiinista, ja niillä on tärkeä tehtävä solujen välisessä kommunikoinnissa. Aukkoliitoksia ja konneksiini 26:ta on sisäkorvassa erityisesti karvasolujen ympärillä olevissa tukisoluisissa. Geenimutaatioista johtuvat aukkoliitosten normaalin toiminnan häiriöt voivat aiheuttaa karvasolujen tuhoutumisen.

Alla on esitetty *GJB2*-geenistä löytyvä 24 emäksen mittainen DNA-sekvenssi I ja sen muunnos II, jossa on yksi monista kuulovamman aiheuttavista mutaatioista. DNA-sekvenssiä I vastaavan aminohappoketjun viimeinen aminohappo on leusiini.

I ...^{5'}CATTTTTCGCATTATGATCCTCGT^{3'}...

II ...^{5'}CATTTTTCGCATTACGATCCTCGT^{3'}...

Millainen mutaatio geenissä on tapahtunut?

Valitse parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto. (2 p.)

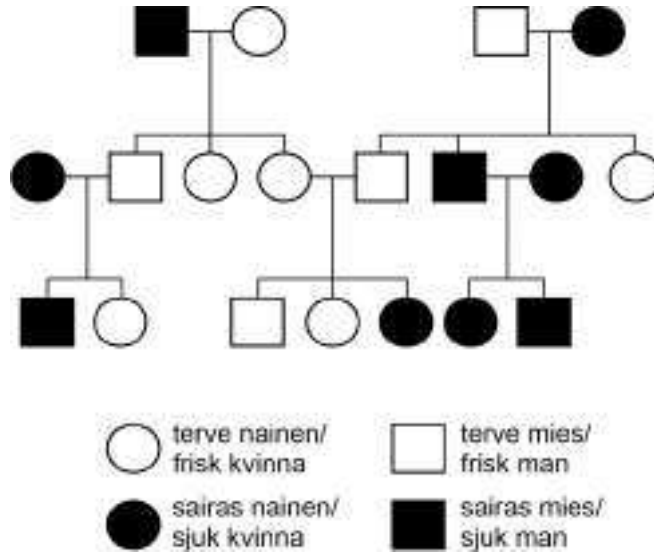
(Oikea valinta = 2 p.; väärä valinta -0,5 p.; ei valintaa = 0 p.)

- | | |
|---|---------|
| vv1 yhden nukleotidin muutos, joka aiheuttaa aminohappomuutoksen | 2 p. |
| vv2 yhden nukleotidin muutos, joka ei muuta aminohappoa | -0,5 p. |
| vv3 yhden nukleotidin muutos, joka muuttaa kodonin lopetuskodoniksi | -0,5 p. |
| vv4 nukleotidien lukumäärän muutos, jolloin aminohappojärjestys muuttuu mutaatiokohdasta eteenpäin | -0,5 p. |

e) Alla on esitetty *GJB2*-geenin edellä mainitusta mutaatiosta johtuvan kuulovamman periytyminen. Mikä on mutaation periytymistapa? (2 p.)

Valitse alavetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 2 p., väärä valinta -0,5 p., ei valintaa = 0 p.)



#1#

Vastausvaihtoehdot alavetovalikkoon (vastausvaihtoehdot on sekoitettu):

#1#

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| vv1 autosomaalinen resessiivinen | 2 p. |
| vv2 autosomaalinen dominoiva | -0,5 p. |
| vv3 X-kromosomaalinen dominoiva | -0,5 p. |
| vv4 X-kromosomaalinen resessiivinen | -0,5 p. |
| vv5 Y-kromosomaalinen | -0,5 p. |
| vv6 mitokondriaalinen | -0,5 p. |

f) Edellä mainitun mutatoituneen alleelin koodaama konneksiini 26 -proteiini laskostuu endoplasmakalvostossa normaalisti ja kuljetetaan solukalvolle. Tämä proteiini ei kuitenkaan muodosta aukkoliitoksia. Missä konneksiiniproteiinin rakennetasoissa mutaatio ainakin aiheuttaa muutoksia?

Valitse parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto. (1 p.)

(Oikea valinta = 1 p.; väärä valinta -0,25 p.; ei valintaa = 0 p.)

- | | |
|---|----------|
| vv1 primääri- ja kvartaarirakenteessa | 1 p. |
| vv2 sekundääri- ja tertiäärirakenteessa | -0,25 p. |
| vv3 tertiääri- ja kvartaarirakenteessa | -0,25 p. |
| vv4 primääri- ja sekundäärirakenteessa | -0,25 p. |

A5. Maksan porttilaskimo (4 p.)

Miksi maksan porttilaskimo on erityisen tärkeä elimistön suoni?

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

A6. Ihmislajien evoluutio (12 p.)

Ruotsalainen evoluutiogeneetikko Svante Pääbo on edistänyt merkittävästi täysin uutta paleoantropologian tutkimusaluetta, paleogenomiikkaa. Hän tutki jo 1990-luvulla Fennoskandian eri ihmispopulaatioiden (*Homo sapiens*), kuten suomalaisten ja saamelaisten, geneettistä alkuperää. Pääbo löysi vuonna 2007 neandertalinihmiseltä (*Homo neanderthalensis*) säätelygeenin, jonka on ajateltu vaikuttaneen merkittävästi ihmislajien erottumiseen ihmisapinoista. Vuonna 2010 Pääbon tutkimusryhmä julkaisi neandertalinihmisen osittaisen genomien ja koko genomien vuonna 2014. Vuonna 2010 Pääbo osoitti Siperiasta löytyneen denisovanihmisen genomien perusteella uudeksi nykyihmisen lähisukulaiseksi. Svante Pääbo sai urauurtavasta muinaisten ihmislajien tutkimuksestaan lääketieteen Nobel-palkinnon vuonna 2022.

Pääbon viimeaikainen löytö osoittaa, että SARS-CoV-2-viruksen aiheuttaman COVID-19-infektion vakavalle muodolle altistaa kromosomista 3 löytynyt noin 50 000 emäksen alue (riskihaplotyyppi; 0,002 % ihmisen genomista). Jopa 40 % eteläisen Aasian ja noin 16 % Euroopan väestöstä kantaa genomissaan tätä riskihaplotyyppiä. Riskihaplotyyppiväestöön kuuluvat sairastuvat ja kuolevat COVID-19-taudin vakavaan muotoon todennäköisemmin kuin itäaasialaisiin ja afrikkalaisperäisiin väestöryhmiin kuuluvat, joilta tämä haplotyyppi puuttuu lähes täysin. Kyseinen riskihaplotyyppi on tunnistettu Euroopasta löytyneen neandertalinihmisen genomista. Denisovanihmisellä ei tätä riskihaplotyyppiä ole.

LÄHTEET:

Hugo Zeberg, Svante Pääbo: The major genetic risk factor for severe COVID-19 is inherited from Neanderthals, Nature, Vol 587, 26.11. 2020
Press release: The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2022, <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2022/press-release/>

a) Miten ja missä mainittujen ihmislajien (*Homo*-suku) evoluutio on tapahtunut viimeisen 2 miljoonan vuoden aikana? (5 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 800 merkkiä

b) Mikä selittää riskihaplotyyppien levinneisyyden erot nykyihmisen eri populaatioissa? Perustele vastauksesi *Homo*-suvun evoluutiohistorialla (5 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 500 merkkiä

c)

Mihin liittyy ihmisen ja suurten ihmisapinoiden (heimon Hominidae muut jäsenet) merkittävin evoluutioon vaikuttanut geneettinen ero? (2 p.)

Valitse alavetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 2 p., väärä valinta -0,5 p., ei valintaa = 0 p.)

#1#

Vastausvaihtoehdot alavetovalikkoon (vastausvaihtoehdot on sekoitettu):

#1#

vv1 kurkunpään rakenteeseen	2 p.
vv2 ruoansulatukseen	-0,5 p.
vv3 Y-kromosomiin	-0,5 p.
vv4 yläraajan rakenteeseen	-0,5 p.
vv5 kaularangan nikamiin	-0,5 p.
vv6 vatsan lihaksistoon	-0,5 p.
vv7 verisoluihin	-0,5 p.

A7. Lihaksen toiminta (15 p.)

a) Mitä välittäjäainetta vapautuu liikehermosolun päätelevyn synapsista? Miten hermoimpulssi aktivoi lihassoluja ennen lihaksen supistumista? (3 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

b) Mistä lihakseen varastoituneesta polysakkaridista lihas saa energiaa toimintaansa? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 100 merkkiä

c) Miksi lihas ei pysty hyödyntämään energiavarastojaan maksimaalisesti lyhytkestoisessa kovassa rasituksessa? Mitä yhdistettä lihakseen kertyy lyhytkestoisessa kovassa rasituksessa ja miten se jatkokäsitellään elimistössä? (3 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 700 merkkiä

d) Miksi luustolihaselle tarvitaan vastavaikuttajalihas? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

e) Mistä aivojen osasta ja minkä tyyppisen somaattisen hermon välityksellä tulee supistumiskäskey luustolihasille? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

f) Miten käsivarren koukistusheijaste etenee kipuärsyksen yhteydessä? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

g) Minkä tyyppistä lihaskudosta on ohutsuolessa ja mikä on tämän lihaskudoksen tehtävä? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

h) Mikä munuaisen erittämä hormoni parantaa pitkäkestoista lihassuoritusta ja millä mekanismeilla tämä tapahtuu? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

A8. Virukset ja geenitekniikka (12 p.)

a) Nimeä influenssaviruksen neljä rakennetta viruksen pinnalta sisäänpäin (numeroi järjestys 1–4). (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä

b) Geneettisiä sairauksia voidaan hoitaa muokkaamalla potilaasta eristettyjä soluja virusvektoreilla. Mitä vaiheita tällaiseen geenihoidon liittyy? (4 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 500 merkkiä

c) Geeninsiirron avulla soluihin saadaan siirrettyä uusia ominaisuuksia. Nimeä kolme (3) eri menetelmää, joilla geeni voidaan siirtää eläinsoluihin. Mihin näiden toimintamekanismi perustuu? (6 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 800 merkkiä

B1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta (10 p.)

Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän B1 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 10 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 2 p.

Väärä valinta = -0,5 p.

Ei valintaa = 0 p.

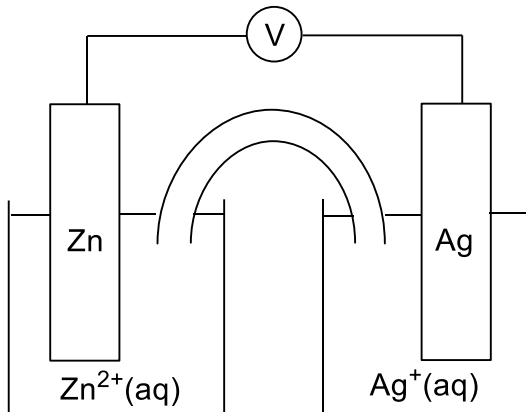
[linkki: Liite 1. Kaavaliite; mahdollisuus käyttää koejärjestelmän laskinta]

[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto "Jätän vastaamatta kysymykseen".]

1. Diabetesta sairastavilla henkilöillä muodostuu ketoaineita, kun elimistö tuottaa energiaa hajottamalla rasvoja. Tässä prosessissa vereen muodostuu oksoniumioneja, jotka laskevat veren pH-arvoa normaalista arvosta (noin 7,35–7,45). Mikä seuraavista ioneista on tärkein veren oksoniumionien neutraloinnissa?

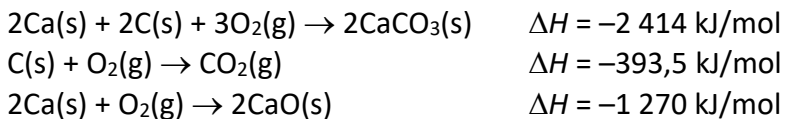
vv1 HCO_3^-	2 p.
vv2 CO_3^{2-}	-0,5 p.
vv3 PO_4^{3-}	-0,5 p.
vv4 H_2PO_4^-	-0,5 p.
vv5 Cl^-	-0,5 p.
vv6 SO_4^{2-}	-0,5 p.
vv7 HSO_4^-	-0,5 p.
vv8 Na^+	-0,5 p.
vv9 K^+	-0,5 p.
vv10 Ca^{2+}	-0,5 p.
vv11 Mg^{2+}	-0,5 p.

2. Oheisen kuvan sähkökemiallinen systeemi tuottaa sähkövirtaa kahden tunnin ajan. Tänä aikana sinkkielektrodin massa muuttuu 0,25 g. Kuinka paljon hopeaelektrodin massa tällöin muuttuu?



- | | |
|------------|---------|
| vv1 0,82 g | 2 p. |
| vv2 4,0 g | -0,5 p. |
| vv3 0,41 g | -0,5 p. |
| vv4 0,21 g | -0,5 p. |
| vv5 0,30 g | -0,5 p. |

3. Kalsiumkarbonaatin hajoamisreaktion $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ reaktioentalpia määritettiin seuraavien reaktioentalpioiden avulla:



Laske kalsiumkarbonaatin hajoamisreaktion reaktioentalpia.

- | | |
|------------------|---------|
| vv1 +179 kJ/mol | 2 p. |
| vv2 -2236 kJ/mol | -0,5 p. |
| vv3 +357 kJ/mol | -0,5 p. |
| vv4 +1449 kJ/mol | -0,5 p. |
| vv5 -357 kJ/mol | -0,5 p. |

4. Vety- (0,440 mol) ja jodikaasua (0,220 mol) suljettiin astiaan, jonka tilavuus oli 100,0 ml. Astiassa tapahtui reaktio $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$. Reaktioseos kuumennettiin 700,0 K:n lämpötilaan. Muodostuneen vetyjodidin pitoisuudeksi dynaamisessa tasapainotilassa määritettiin 2,16 mol/l. Laske reaktion tasapainovakio.

vv1 1,25	2 p.
vv2 52,1	-0,5 p.
vv3 0,482	-0,5 p.
vv4 1,93	-0,5 p.
vv5 208	-0,5 p.

5. Kupari(II)kloridi muodostaa asetoniliuoksessa värillisiä kompleksiyhdisteitä, joissa voi olla sitoutuneena vettä, kloridi-ioneja tai molempia. Kompleksiyhdisteet ovat keskenään tasapainossa. Liuosten värit ovat:

$[\text{CuCl}_4]^{2-}$	oranssi
$[\text{CuCl}_3(\text{H}_2\text{O})]^-$	keltainen
$\text{CuCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$	tummankeltainen
$[\text{CuCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^+$	vihreä
$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	sininen

Mikä seuraavista havainnoista on mahdollinen?

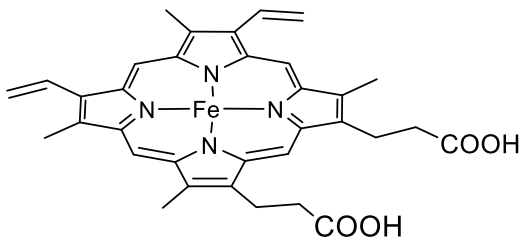
vv1 Hopeanitraatin lisäys muuttaa liuoksen värin keltaisesta vihreäksi.	2 p.
vv2 Veden lisäys muuttaa liuoksen värin tummankeltaisesta oranssiksi.	-0,5 p.
vv3 Natriumkloridin lisäys muuttaa liuoksen värin oranssista siniseksi.	-0,5 p.
vv4 Hopeakloridin lisäys muuttaa liuoksen värin tummankeltaisesta siniseksi.	-0,5 p.
vv5 Kuparisulfaatin lisäys muuttaa liuoksen värin sinisestä keltaiseksi.	-0,5 p.

Tehtävä B2. Hemoglobiinin moolimassa (5 p.)

Tehtävän B2 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 5 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite; mahdollisuus käyttää koejärjestelmän laskinta]

Hemoglobiini koostuu neljästä alayksiköstä, joista kukin sisältää hemiryhmän. Hemiryhmä sisältää tetrapyrrolirenkaan, jonka keskelle on liittynyt rauta hapetusasteella 2.



hemiryhmän rakenne /
hemgruppens struktur

Hemoglobiini eristettiin 20 vapaaehtoisen verinäytteenä ja puhdistettiin kiteyttämällä. Hemoglobiinin rautapitoisuus määritettiin KMnO_4 -titrauksella. Rautapitoisuudeksi saatiin 0,340 massaprosenttia. Laske tämän perusteella hemoglobiinin moolimassa.

Tehtävä B3. Närästyslääkkeen neutralointikyky (9 p.)

Tehtävän B3 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 9 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite; mahdollisuus käyttää koejärjestelmän laskinta]

Närästyslääke sisältää antasideja, jotka neutraloivat mahahappoa eli maharauhasten katesolujen erittämää suolahappoa. Erään närästyslääkkeen imeskelytabletti sisältää 680 mg kalsiumkarbonaattia ja 80 mg magnesiumkarbonaattia. $M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}$ ja $M(\text{MgCO}_3) = 84,32 \text{ g/mol}$.

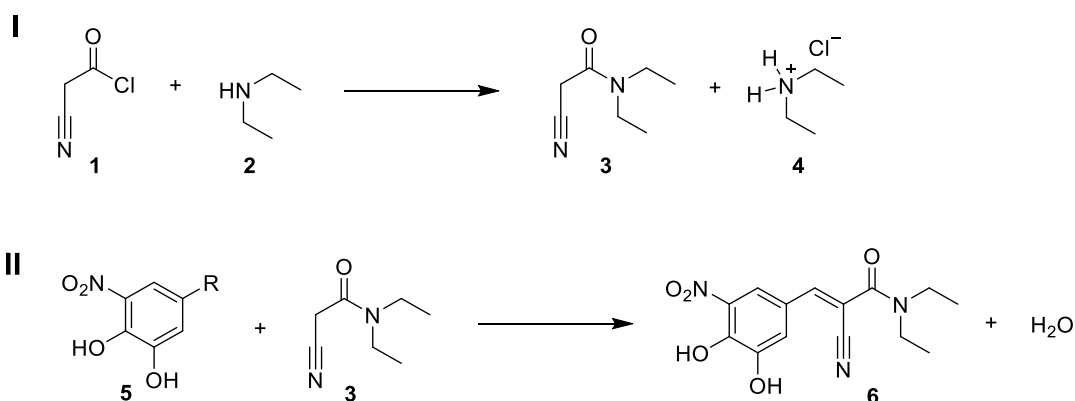
Kirjoita neutraloitumisreaktioiden tasapainotetut reaktioyhtälöt olomuotomerkillisineen. Kuinka monta milligrammaa suolahappoa voidaan neutraloida yhdellä tabletilla?

Tehtävä B4. Entakaponin valmistus (14 p.)

Tehtävän B4 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 14 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite; mahdollisuus käyttää koejärjestelmän laskinta]

Entakaponi (**6**) on Parkinsonin taudin hoidossa käytetty lääkeaine. Oheisessa kaaviossa on esitetty synteesireitti entakaponin valmistamiseksi. Vaiheessa I valmistetaan ensin yhdiste **3**, joka reagoi vaiheessa II yhdisteen **5** kanssa entakaponiksi (**6**). Vaiheen I reaktioyhtälö ei ole tasapainotettu.



Yhdisteiden moolimassoja:

$M(\text{yhdiste } 1) = 103,51 \text{ g/mol}$, $M(\text{yhdiste } 2) = 73,14 \text{ g/mol}$, $M(\text{yhdiste } 3) = 140,19 \text{ g/mol}$,
 $M(\text{yhdiste } 4) = 109,60 \text{ g/mol}$.

a) Yhdisteen **3** valmistamiseen käytettiin 10,0 grammaa yhdistettä **1** ja 10,0 grammaa yhdistettä **2**. Reaktiosta saatiin eristettyä 9,01 grammaa tuotetta **3**. Laske reaktion prosentuaalinen saanto. (5 p.)

b) Mikä funktionaalinen ryhmä R on yhdisteessä **5**? (3 p.)

Valitse alasettovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 3 p., väärä valinta -0,75 p., ei valintaa = 0 p.)

#1#

Vastausvaihtoehdot alasettovalikkoon (vastausvaihtoehdot on sekoitettu):

#1#

vv1 aldehydiryhmä	3 p.
vv2 ketoryhmä	-0,75 p.
vv3 primäärinen hydroksiryhmä (hydroksyyliiryhmä)	-0,75 p.
vv4 sekundäärinen hydroksiryhmä (hydroksyyliiryhmä)	-0,75 p.
vv5 esteriryhmä	-0,75 p.
vv6 karboksyyliiryhmä	-0,75 p.
vv7 aminoryhmä	-0,75 p.
vv8 amidiryhmä	-0,75 p.

c) Tutkimuksessa valmistetaan vesiliuos, jossa on yhtä suuret ainemäärät yhdisteitä **2** ja **4**. Yhdisteen **2** pK_b -arvo on 3,00. ($t = 25\text{ °C}$)

Mikä seuraavista väittämistä on totta? (3 p.)

Valitse parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta -0,75 p.; ei valintaa = 0 p.)

- | | |
|---|----------|
| vv1 Liuoksen pH-arvo on 11, ja liuos toimii puskuriliuoksena. | 3 p. |
| vv2 Liuoksen pH-arvo on 7, ja liuos toimii puskuriliuoksena. | -0,75 p. |
| vv3 Liuoksen pH-arvo on 3, ja liuos toimii puskuriliuoksena. | -0,75 p. |
| vv4 Liuoksen pH-arvo on 11, mutta liuos ei toimi puskuriliuoksena. | -0,75 p. |
| vv5 Liuoksen pH-arvo on 7, mutta liuos ei toimi puskuriliuoksena. | -0,75 p. |
| vv6 Liuoksen pH-arvo on 3, mutta liuos ei toimi puskuriliuoksena. | -0,75 p. |

d) Yhdiste **4** liuotetaan veteen mittapullossa niin, että liuoksen lopputilavuus on 0,050 litraa. Kuinka monta grammaa yhdistettä **4** tarvitaan, jotta muodostuneen liuoksen oksoniumionikonsentraatio on $2,5 \cdot 10^{-6}$ mol/l? Yhdisteen **2** pK_b -arvo on 3,00. ($t = 25\text{ °C}$) (3 p.)

Valitse parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta -0,75 p.; ei valintaa = 0 p.)

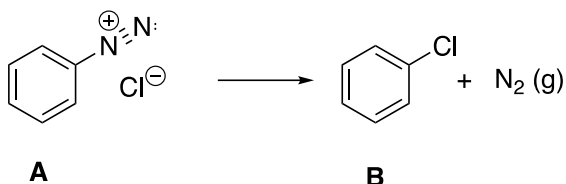
- | | |
|-------------------|----------|
| vv1 3,4 g | 3 p. |
| vv2 1,4 g | -0,75 p. |
| vv3 0,91 g | -0,75 p. |
| vv4 2,3 g | -0,75 p. |
| vv5 4,4 g | -0,75 p. |
| vv6 1,8 g | -0,75 p. |

Tehtävä B5. Reaktiokinetiikka (12 p.)

Tehtävän B5 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 12 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite; mahdollisuus käyttää koejärjestelmän laskinta]

Yhdiste **A** reagoi vesiliuoksessa oheisen reaktioyhtälön mukaisesti tuotteeksi **B** ja typeksi.



A:n vesiliuos, jonka konsentraatio oli $0,0650 \text{ mol/dm}^3$, lämmitettiin reaktorissa $50 \text{ }^\circ\text{C}$:een. Reaktiota seurattiin mittaamalla muodostuneen typpikaasun tilavuus ajan funktiona:

aika / min	$V(\text{N}_2(\text{g})) / \text{ml}$
0,00	0,00
6,00	17,7
12,0	29,7
24,0	42,6
"ääretön"	53,4

Kaasun paine ja lämpötila pysyivät reaktorissa samana koko mittauksen ajan. "Äärettömän" ajan kuluttua reaktorissa ei ollut jäljellä yhdistettä **A**.

- Mikä oli lähtöaineen **A** konsentraatio kullakin mittausajanhetkellä?
- Mikä oli reaktion keskimääräinen nopeus aikavälillä 0,00–6,00 minuuttia? Ilmoita tulos yksikössä $\text{mol}/(\text{dm}^3 \cdot \text{s})$.
- Mitä hetkelliselle reaktionopeudelle tapahtuu reaktion edetessä? Selitä havainto.

Tehtävä B6. Oktapeptidin hydrolyysi (6 p.)

Valitse jokaisesta alasetoalikoista parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän B6 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 6 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Oktapeptidin kaikkien peptidisidosten hydrolyysi johtaa liuokseen, jossa on seuraavia aminohappoja: **Ala**, **Asp**, **His**, **Leu**, **Lys**, **Phe**, **Tyr** ja **Ile**. Päätyaminohappojen analyysi osoittaa, että vapaassa aminoryhmäpäässä on **Ile** ja vapaassa karboksyylihappopäässä **His**. Osittainen entsyymaattinen hydrolyysi kymotrypsiinillä tuottaa kaksi tetrapeptidiä ja muita tuotteita. Kun toinen tetrapeptideistä hydrolysoidaan, liuoksessa havaitaan kolme eri dipeptidiä. Yksi dipeptideistä sisältää **Ala**- ja **His**-aminohapot, toinen **Asp**- ja **Tyr**-aminohapot, ja kolmas **Asp**- ja **Ala**-aminohapot. Osittainen hydrolyysi trypsiinillä pilkkoo oktapeptidin **Lys**:n jälkeisestä peptidisidoksesta tripeptidiksi ja pentapeptidiksi. Tripeptidin aminohapot ovat **Leu**, **Lys** ja **Ile**.

Mikä on oktapeptidin rakenne? Valitse kustakin alasetoalikoista parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto niin, että syntyy oikea oktapeptidin rakenne.

(Oikea valinta = 1 p., väärä valinta -0,25 p., ei valintaa = 0 p.)

Ile – #1# – #2# – #3# – #4# – #5# – #6# – His

Vastausvaihtoehdot alasetoalikoihin:

[Alasetoalikoissa vastausvaihtoehdoja (vv) ei ole sekoitettu.]

#1#

- vv1: Ala -0,25 p.
- vv2: Asp -0,25 p.
- vv3: His -0,25 p.
- vv4: Leu 1 p.
- vv5: Lys -0,25 p.
- vv6: Phe -0,25 p.
- vv7: Tyr -0,25 p.
- vv8: Ile -0,25 p.

#2#

- vv1: Ala -0,25 p.
- vv2: Asp -0,25 p.
- vv3: His -0,25 p.

vv4: Leu -0,25 p.
vv5: Lys 1 p.
vv6: Phe -0,25 p.
vv7: Tyr -0,25 p.
vv8: Ile -0,25 p.

#3#

vv1: Ala -0,25 p.
vv2: Asp -0,25 p.
vv3: His -0,25 p.
vv4: Leu -0,25 p.
vv5: Lys -0,25 p.
vv6: Phe 1 p.
vv7: Tyr -0,25 p.
vv8: Ile -0,25 p.

#4#

vv1: Ala -0,25 p.
vv2: Asp -0,25 p.
vv3: His -0,25 p.
vv4: Leu -0,25 p.
vv5: Lys -0,25 p.
vv6: Phe -0,25 p.
vv7: Tyr 1 p.
vv8: Ile -0,25 p.

#5#

vv1: Ala -0,25 p.
vv2: Asp 1 p.
vv3: His -0,25 p.
vv4: Leu -0,25 p.
vv5: Lys -0,25 p.
vv6: Phe -0,25 p.
vv7: Tyr -0,25 p.
vv8: Ile -0,25 p.

#6#

vv1: Ala 1 p.
vv2: Asp -0,25 p.
vv3: His -0,25 p.
vv4: Leu -0,25 p.
vv5: Lys -0,25 p.
vv6: Phe -0,25 p.
vv7: Tyr -0,25 p.
vv8: Ile -0,25 p.

Tehtävä B7. Barbituurihapon lähtöaineet (12 p.)

Tehtävän B7 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 12 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Tutustu tehtävässä annettuihin aineistoihin. Aineistot aukeavat pdf-tiedostoina erillisiin välilehtiin. Voit halutessasi vetää aineistovälilehdet toiseen ikkunaan tehtävänannon rinnalle.

[Linkit:

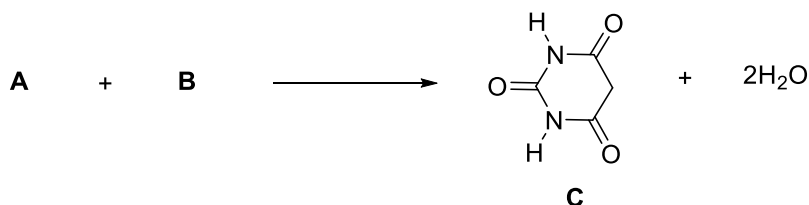
[Liite 1. Kaavaliite](#)

[Liite 2. Tehtävä B7. Esimerkkejä tiivistetyistä rakennekaavoista](#)

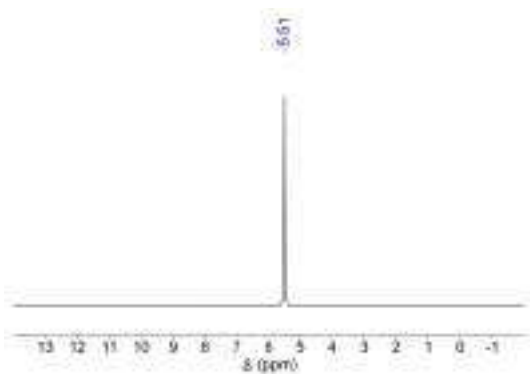
[Liite 3. Tehtävä B7. ¹H-NMR-spektrien tavallisia kemiallisia siirtymiä](#)

[Liitteet 2 ja 3 ovat tässä tiedostossa tehtävän B7 jälkeen.\]](#)

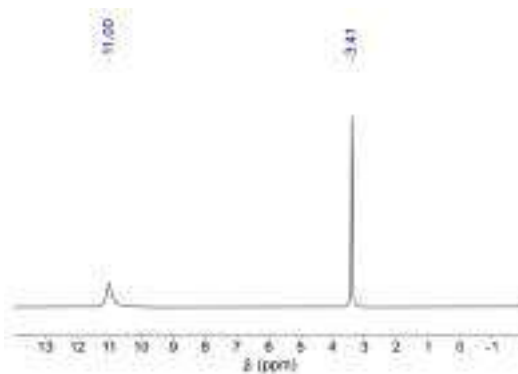
Adolf von Baeyer syntetisoi vuonna 1864 barbituurihapon (**C**) kahdesta asyklisestä (ei rengasrakenteisesta) lähtöaineesta **A** ja **B**, joiden ¹H-NMR-spektrit on esitetty synteesireaktion alapuolella. Barbituurihapon johdoksia on käytetty aiemmin rauhoittavina lääkeaineina ja unilääkkeinä.



¹H-NMR-spektri 1:



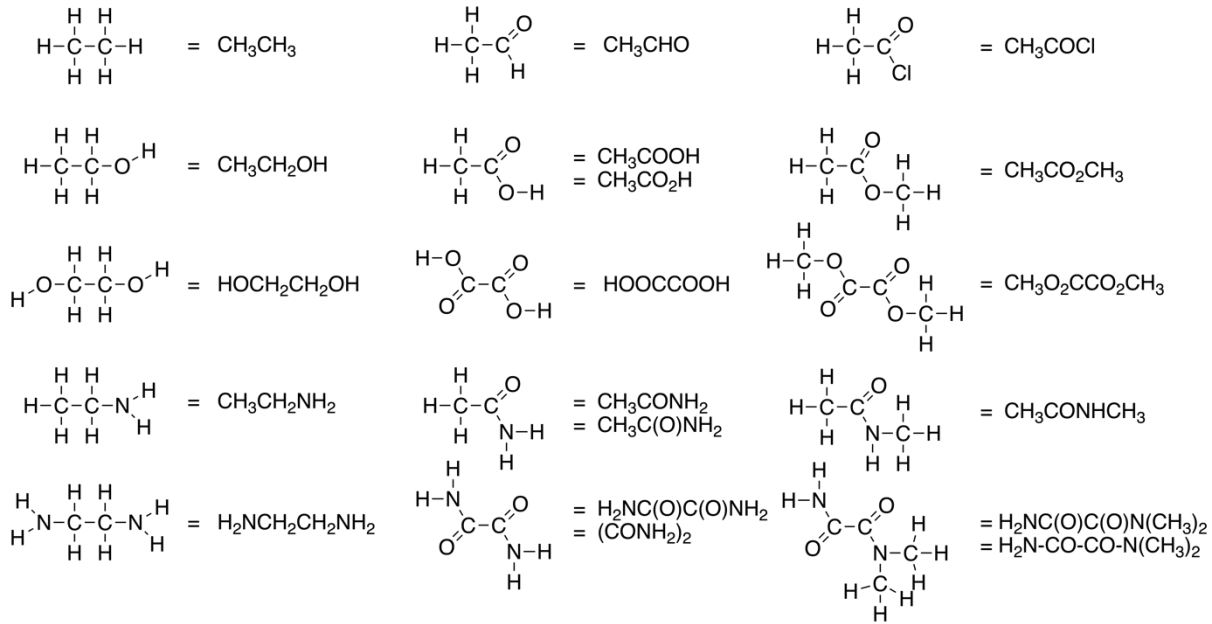
¹H-NMR-spektri 2:



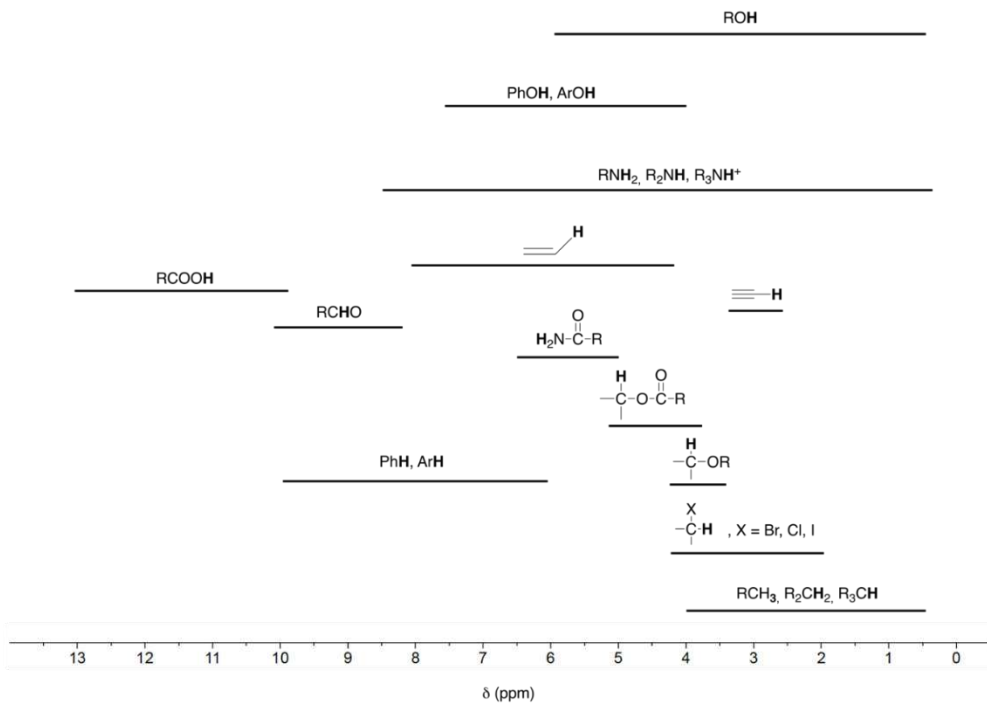
Esitä lähtöaineiden **A** ja **B** rakennekaavat tiivistetyssä muodossa niin, että atomien sitoutumisjärjestys on pääteltävissä rakenteesta (katso esimerkkejä tiivistetyistä rakennekaavoista liitteessä 2).

Liitteessä 3 on esitetty ¹H-NMR-spektrien tavallisia kemiallisia siirtymiä. Kumpi esitetystä ¹H-NMR-spektristä on mitattu lähtöaineesta **A** ja kumpi lähtöaineesta **B**? Mistä vety-ytimistä spektrien piikit johtuvat?

Liite 2. Tehtävä B7. Esimerkkejä tiivistetyistä rakennekaavoista



Liite 3. Tehtävä B7. ¹H-NMR-spektrien tavallisia kemiallisia siirtymiä (Ph = C₆H₅ ; Ar = aromaattinen rengas)



Tehtävä B8. Nukleiinihappojen keto-enoli- ja amino-iminotautomeria (12 p.)

Tehtävän B8 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 12 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Tutustu tehtävässä annettuun aineistoon ja valitse alakohdissa a)–d) parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto. Aineisto aukeaa pdf-tiedostona erilliseen välilehteen. Voit halutessasi vetää aineistovälilehden toiseen ikkunaan monivalintakysymysten rinnalle.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 3 p.

Väärä valinta = -0,5 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Linkit:

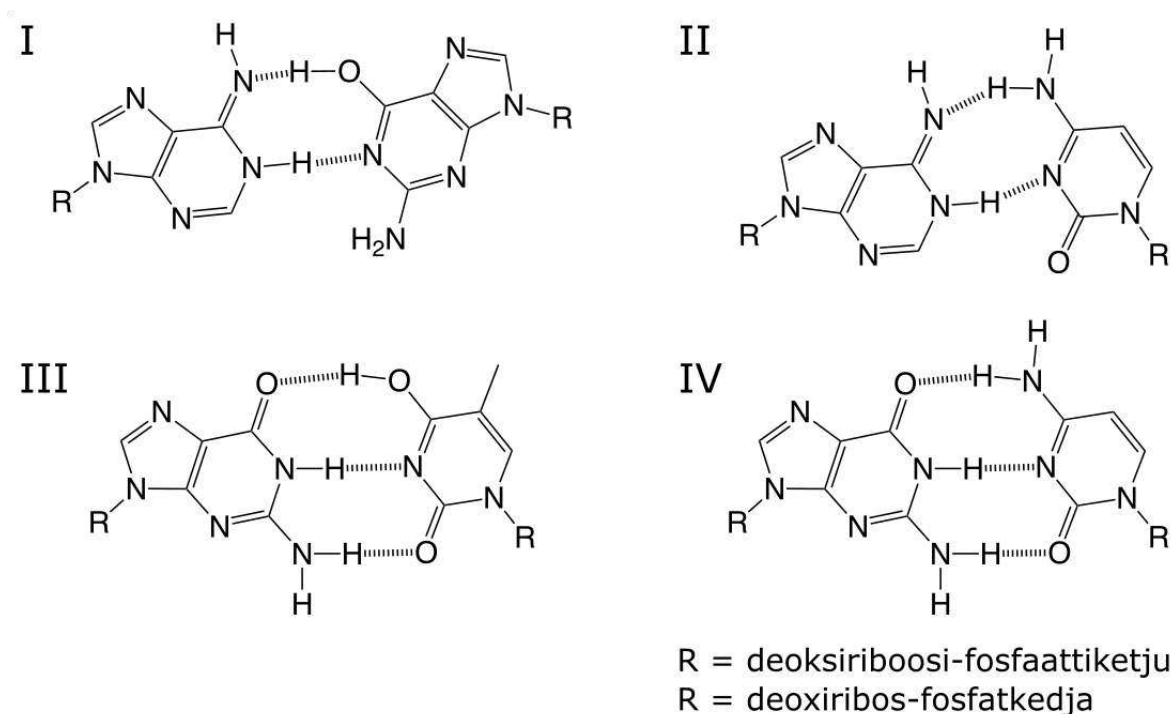
Liite 1. Kaavaliite

Liite 2. Tehtävä B8. Aineisto

Liite 2 on tässä tiedostossa tehtävän B8 jälkeen.]

[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestystä ei ole sekoitettu. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto "Jätän vastaamatta kysymyksen".]

Kuvassa 2 on esitetty DNA:n teoreettisia emäspareja. Vertaa kuvan 2 emäspareja liitteen 2 kuvan 1A mukaiseen säännölliseen DNA:n rakenteeseen ja vastaa alla oleviin kysymyksiin a–c.



Kuva 2.

a) Valitse emäspareista se, jossa esiintyy harvinainen iminotautomeeri ja joka sopii liitteen 2 kuvassa 1A esitettyyn DNA:n säännölliseen rakenteeseen. Iminoryhmä on tässä yhteydessä käsiteltävissä tautomeereissa renkaan ulkopuolella.

- vv1 I -0,5 p.
 vv2 II 3 p.
 vv3 III -0,5 p.
 vv4 IV -0,5 p.

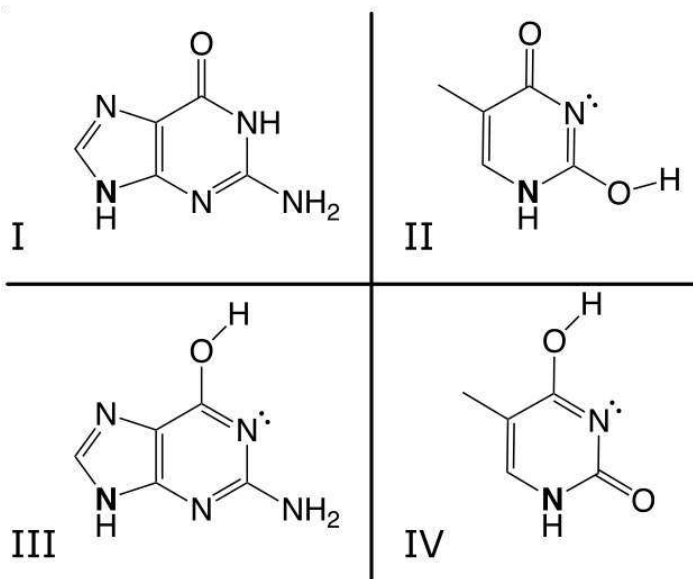
b) Mikä emäspareista on todennäköisin?

- vv1 I -0,5 p.
 vv2 II -0,5 p.
 vv3 III -0,5 p.
 vv4 IV 3 p.

c) Mikä emäspareista on epätodennäköisin?

- vv1 I 3 p.
 vv2 II -0,5 p.
 vv3 III -0,5 p.
 vv4 IV -0,5 p.

Guaniinin ja tymiinin tavalliset tautomeerit eivät muodosta keskenään stabiilia DNA:n emäsparia. Joitakin mahdollisia guaniinin ja tymiinin tautomeereja on esitetty kuvassa 3. Kuvaan on merkitty selvyyden vuoksi näkyviin typpiatomien ne vapaat elektroniparit, jotka voivat osallistua vetysidosten muodostumiseen emäsparien välillä. Typpiatomi, johon deoksiriboosi sitoutuu, on lihavoitu.



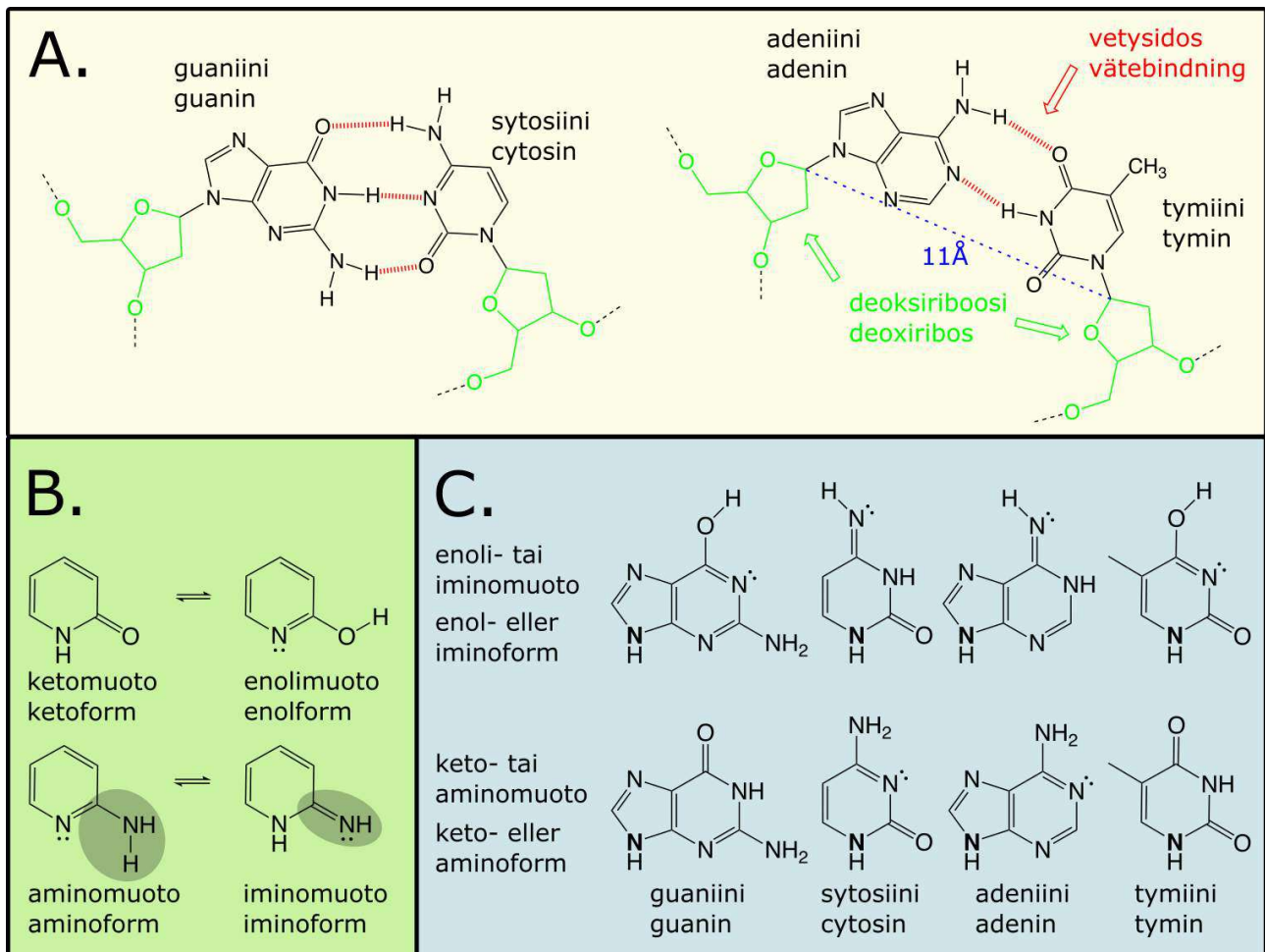
Kuva 3.

d) Valitse kuvasta 3 se yhdistelmä, joka muodostaa voimakkaimmin toisiinsa sitoutuneen emäsparin kuvan 1A mukaisessa säännöllisessä DNA-rakenteessa. Emästen välinen etäisyys, niiden sijainti toisiinsa nähden, sekä DNA-ketjun rakenne säilyvät kuvan 1A kaltaisena.

- | | |
|---------------|---------|
| vv1 I ja IV | 3 p. |
| vv2 I ja II | -0,5 p. |
| vv3 III ja II | -0,5 p. |
| vv4 III ja IV | -0,5 p. |

Liite 2. Tehtävä B8. Aineisto

Nukleiinihappojen kaksoiskierrteen juosteet ovat pariutuneet keskenään emästen välityksellä. Kuvassa 1A on esitetty adeniinin ja tyymiinin sekä guaniinin ja sytosiinin pariutuminen DNA:n kaksoiskierrteessä. Stabiili kaksoiskierre edellyttää säännöllistä rakennetta, jossa vastinemäokset ovat keskenään samassa tasossa ja jossa niiden välille muodostuu maksimimäärä vetysidoksia. Deoksiriboosin ja emäksen välisen sidoksen hiiliatomien etäisyys vastinjuosteiden välillä tulee lisäksi olla noin 11 Å (sininen katkoviiva kuvassa 1A). Tästä syystä emäspari koostuu aina yhdestä puriinista (adeniini tai guaniini) ja yhdestä pyrimidiinistä (tyymiini tai sytosiini). DNA:n emäkset esiintyvät yleensä keto- ja aminotautomeereina. Nämä ovat fysiologisessa pH:ssa huomattavasti pysyvämpiä kuin enoli- ja iminomuodot (kuva 1B). Tietyissä olosuhteissa emäkset voivat kuitenkin esiintyä tavanomaisesta poikkeavina tautomeereina. Mikäli tällainen tautomeeri on riittävän pitkäikäinen, DNA:n replikaatiossa voi muodostua epätyypillisiä emäspareja. Kuvassa 1C on esitetty DNA:ssa esiintyviä guaniinin, sytosiinin, adeniinin ja tyymiinin tautomeerimuotoja.



Kuva 1. A. Emäsparit säännöllisessä DNA:ssa. B. Keto-enoli- ja amino-iminotautomerian periaate. Protonin kanssa reagoivat typen elektroniparit on merkitty näkyviin. Nukleiinihappojen emästen reaktiotasapaino on voimakkaasti keto- ja aminomuotojen puolella. Iminoryhmä on tässä yhteydessä käsiteltävissä tautomeereissa renkaan ulkopuolella. **C. DNA:ssa esiintyviä emästen tautomeereja.** Typpiatomien vapaat elektroniparit, jotka voivat osallistua emäsparien muodostumiseen, on merkitty selvytyden vuoksi näkyviin. Deoksiriboosi sitoutuu lihavoituun typpiin.

KAAVALIITE / FORMELBILAGA

Vakioita / Konstanter

$$N_A = 6,022\,140\,76 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$e = 1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$F = 96\,485 \text{ C/mol}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h = 6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$h = 4,135\,7 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs}/(\text{Am}) \approx 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Vs}/(\text{Am})$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

$$c_a = 343 \text{ m/s}$$

$$R_H = 1,096\,8 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$K_w = 1,008 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2$$

$$R = 8,314\,46 (\text{Pa} \cdot \text{m}^3) / (\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$= 0,083\,1446 (\text{bar} \cdot \text{dm}^3) / (\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$e \approx 2,718\,28$$

$$\pi \approx 3,1416$$

$$\text{protoni/proton: } m_p = 1,672\,621\,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{neutroni/neutron: } m_n = 1,674\,927\,3 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{elektroni/elektron: } m_e = 9,109\,382\,2 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$u = 931,49 \text{ MeV}/c^2$$

$$= 1,660\,538\,9 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,007\,276\,5 \text{ u}$$

$$m_n = 1,008\,665\,0 \text{ u}$$

$$m_e = 5,485\,799\,1 \cdot 10^{-4} \text{ u}$$

Kaavoja ja muuntokertoimia / Formler och omvandlingsfaktorer

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ eV} \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$\ln 2 \approx 0,693$$

$$A = 4\pi r^2; V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\cos x = \sin(90^\circ - x), 0 \leq x \leq 90^\circ$$

$$ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

Kemia / Kemi

$$It = nzF$$

$$pV = nRT$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Fysiikka / Fysik

$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = \omega r$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}; f_n = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \omega_0 + at$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$F = G \frac{m_1m_2}{r^2}, E_p = -\frac{Gm_1m_2}{r}$$

$$F = -kx; \frac{F}{A} = E \frac{\Delta l}{l}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\bar{p} = m\bar{v}$$

$$\Delta\bar{p} = \bar{I} = \bar{F}\Delta t$$

$$W = \bar{F} \cdot \bar{s}$$

$$F_\mu = \mu N$$

$$l = l_0(1 + \alpha\Delta T); V = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$

$$\eta = \frac{W_o}{W_i} = \frac{\frac{W_o}{t}}{\frac{W_i}{t}} = \frac{P_o}{P_i}$$

$$\Delta Q = cm\Delta T$$

$$Q = sm$$

$$Q = rm$$

$$\mu_{\max} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$F = qE$$

$$V(x_0) = E_0/q$$

$$E_{\text{pot}} = qU$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$C = Q/U$$

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$E = \frac{1}{2}QU$$

$$U = RI, P = UI, R = \rho \frac{l}{A}$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}; E(\text{eV}) = 1240/\lambda(\text{nm})$$

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$$P = W/t$$

$$E_p = mgh; E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\bar{M} = \bar{r} \times \bar{F}$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{Fs}{As} = \frac{W}{V}$$

$$p = \rho gh$$

$$f = f_0 \frac{v}{v \pm v_1}; f = f_0 \frac{v \pm v_h}{v}$$

$$I = \frac{P}{A}$$

$$L = 10 \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{dB}$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12}$$

$$L = I/A$$

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\bar{F} = q(\bar{v} \times \bar{B}); F = qvB \sin \alpha$$

$$F_m = IlB \sin \alpha$$

$$\Phi = AB \cos \alpha$$

$$e = NAB \omega \sin(\omega t)$$

$$e_k = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$M = NABI \sin \alpha$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

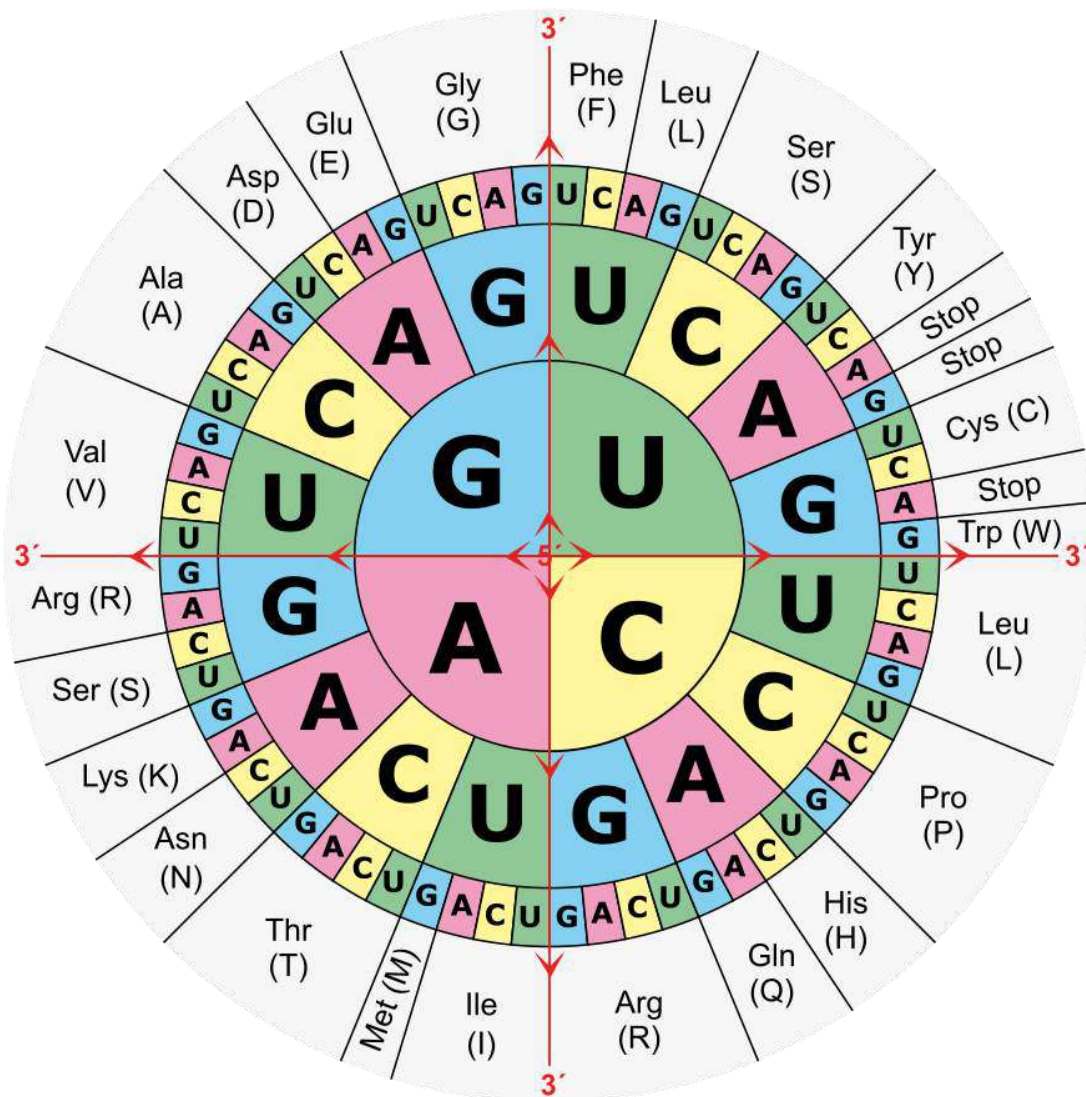
$$2d \sin(\theta) = n\lambda$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

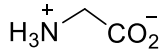
$$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

Lähetti-RNA:n kodoneja vastaavat aminohapot
Aminosyror som motsvarar kodon i budbärar-RNA

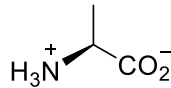


Luonnon aminohapot / Aminosyrorna i naturen

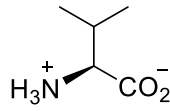
Aminohapot on esitetty siinä muodossa, jossa ne pääosin esiintyvät fysiologisessa pH-arvossa 7,4. Aminosyrorna presenteras i den form som mest förekommer vid det fysiologiska pH-värdet 7,4.



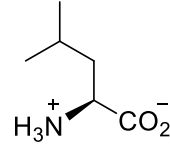
**glysiini /
glycin**
Gly, G



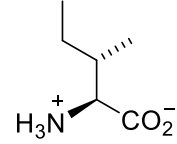
**alaniini /
alanin**
Ala, A



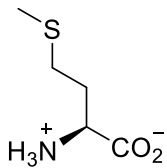
**valliini /
valin**
Val, V



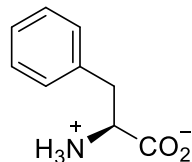
**leusiini /
leucin**
Leu, L



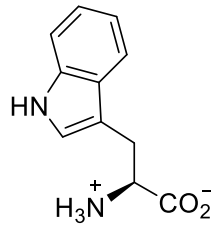
**isoleusiini /
isoleucin**
Ile, I



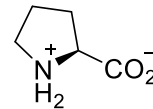
**metioniini /
metionin**
Met, M



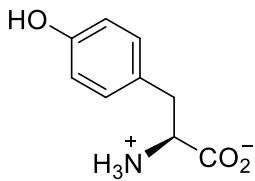
**fenyylialaniini /
fenylalanin**
Phe, F



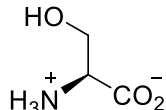
**tryptofaani /
tryptofan**
Trp, W



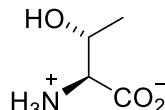
**proliini /
prolin**
Pro, P



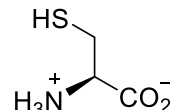
**tyrosiini /
tyrosin**
Tyr, Y



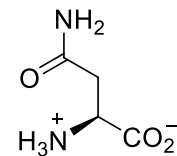
**seriini /
serin**
Ser, S



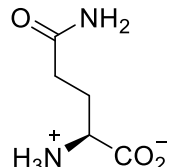
**treoniini /
treonin**
Thr, T



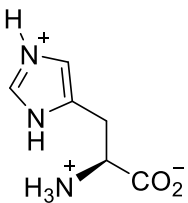
**kysteiini /
cystein**
Cys, C



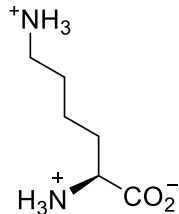
**asparagiini /
asparagin**
Asn, N



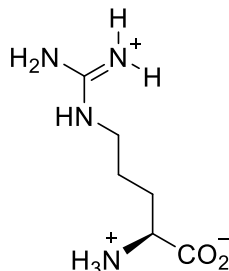
**glutamiini /
glutamin**
Gln, Q



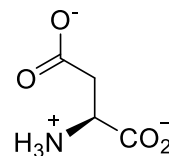
**histidiini /
histidin**
His, H



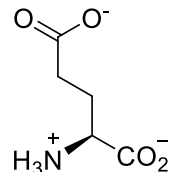
**lysiini /
lysin**
Lys, K



**arginiini /
arginin**
Arg, R



**asparagiinihappo /
asparaginsyra**
Asp, D



**glutamiinihappo /
glutaminsyra**
Glu, E

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä / Grundämnenas periodiska system

	1																18					
1	1H 1,008																2He 4,003					
2	3Li 6,941	4Be 9,012															5B 10,81	6C 12,01	7N 14,01	8O 16,00	9F 19,00	10Ne 20,18
3	11Na 22,99	12Mg 24,31															13Al 26,98	14Si 28,09	15P 30,97	16S 32,07	17Cl 35,45	18Ar 39,95
4	19K 39,10	20Ca 40,08	21Sc 44,96	22Ti 47,87	23V 50,94	24Cr 52,00	25Mn 54,94	26Fe 55,85	27Co 58,93	28Ni 58,69	29Cu 63,55	30Zn 65,38	31Ga 69,72	32Ge 72,63	33As 74,92	34Se 78,96	35Br 79,90	36Kr 83,80				
5	37Rb 85,47	38Sr 87,62	39Y 88,91	40Zr 91,22	41Nb 92,91	42Mo 95,96	43Tc (98)	44Ru 101,07	45Rh 102,91	46Pd 106,42	47Ag 107,87	48Cd 112,41	49In 114,82	50Sn 118,71	51Sb 121,76	52Te 127,60	53I 126,90	54Xe 131,29				
6	55Cs 132,91	56Ba 137,33	57 - 71	72Hf 178,49	73Ta 180,95	74W 183,84	75Re 186,21	76Os 190,23	77Ir 192,22	78Pt 195,08	79Au 196,97	80Hg 200,59	81Tl 204,38	82Pb 207,2	83Bi 208,98	84Po (209)	85At (210)	86Rn (222)				
7	87Fr (223)	88Ra (226)	89 - 103	104Rf (261)	105Db (262)	106Sg (266)	107Bh (264)	108Hs (277)	109Mt (268)	110Ds (281)	111Rg (272)	112Cn (285)	113Nh (286)	114Fl (289)	115Mc (288)	116Lv (293)	117Ts (294)	118Og (294)				

(57 - 71):	57La 138,91	58Ce 140,12	59Pr 140,91	60Nd 144,24	61Pm (145)	62Sm 150,36	63Eu 151,96	64Gd 157,25	65Tb 158,93	66Dy 162,50	67Ho 164,93	68Er 167,26	69Tm 168,93	70Yb 173,05	71Lu 174,97
(89 - 103):	89Ac (227)	90Th 232,04	91Pa 231,04	92U 238,03	93Np (237)	94Pu (244)	95Am (243)	96Cm (247)	97Bk (247)	98Cf (251)	99Es (252)	100Fm (257)	101Md (258)	102No (259)	103Lr (262)