

Päähaku, molekyylibiotieteiden kandiohjelma

Valintakokeen 1. vaihe 20.5.2020 klo 14.00 – 16.00

Ohjeet

- Kirjoita vastauksesi suomeksi tai ruotsiksi. Muilla kielillä kirjoitettuja vastauksia ei huomioida arvostelussa.
- Kirjoita vastauksesi erilliseen vastausdokumenttiin. Lataa vastausdokumentti valintakokeen ohjesivulta, jolta lataisit myös tämän koedokumentin.

Pisteyttäminen

Voit saada valintakokeesta enintään 60 pistettä. Tehtäväkohtaiset pisteet on ilmoitettu tehtävän kohdalla.

Ensimmäisen vaiheen perusteella valitaan 36 kokeessa parhaiten menestynyttä hakijaa valinnan toiseen vaiheeseen.

Tehtävä 1 (0–30 pistettä)

Kirjoita esseevastaukset selkeästi käyttäen oikeakielisiä kokonaisia virkkeitä, ei luetelmaviivoja.

Yleisterve lukiolainen syö lounaaksi makaronilaatikon, salaattia sekä lasillisen maitoa ja marjoja. Lounas sisältää hiilihydraatteja, proteiineja ja rasvoja.

- a. Selosta, missä ja miten lounaan hiilihydraatit, proteiinit ja rasvat muokkautuvat imeytyvään muotoon ja miten ne imeytyvät ruuansulatuksen aikana. (10 p) Vastauksen enimmäispituus on 1,5 sivua (fontti Times New Roman, pt 12, riviväli 1,5).
- b. Lounaan nauttimisen jälkeen lukiolaisen veren glukoosipitoisuus nousee joksikin aikaa. Selosta, miten elimistö säätelee veren glukoosipitoisuutta heti aterian jälkeen. Perustele myös, miksi elimistö säätelee veren glukoosipitoisuutta. (10 p) Vastauksen enimmäispituus on 0,5 sivua (fontti Times New Roman, pt 12, riviväli 1,5).
- c. Imeytyneet ravintoaineet siirtyvät kohdesoluihinsa. Selosta, mitä erilaisia tehtäviä hiilihydraateilla, proteiineilla ja rasvoilla on soluissa. (10 p) Vastauksen enimmäispituus on 0,5 sivua (fontti Times New Roman, pt 12, riviväli 1,5).

Tehtävä 2 (0–30 pistettä)

- a. 1,200 g kalsiumkarbonaatin ja magnesiumkarbonaatin seosta käsitellään rikkihapolla, jolloin saadaan 1,666 g sulfaatteja. Laske karbonaattiseoksen koostumus grammoina. Perustele vastauksesi. (15 p) Vastauksen enimmäispituus on 1,5 sivua (fontti Times New Roman, pt 12, riviväli 1,5).
- b. Disproportionaatiossa alkuaineen tai yhdisteen tietyllä hapetusasteella olevat atomit reagoivat siten, että osa atomeista hapettuu ja osa pelkistyy. Elollisessa luonnossa alkuainerikki S voi reagoida veden kanssa ja samalla disproportioitua vetysulfidiksi ja rikkihapoksi. Kirjoita tämän prosessin tasapainotettu reaktioyhtälö. Perustele vastauksesi. Mitkä ovat rikin hapetusluvut yhtälön eri puolilla? Katso LIITE 1: Yleisimmät hapetusluvut, MAOL Digitaulukot, Otava, Helsinki 2020. (15 p) Vastauksen enimmäispituus on 0,5 sivua (fontti Times New Roman, pt 12, riviväli 1,5).

Molekyylibiotieteiden kandiohjelman valintakoe 2020, 1. vaihe

Mallivastaukset

Tehtävä 1. mallivastaus

Yleisterve lukiolainen syö lounaaksi makaronilaatikon, salaattia sekä lasillisen maitoa ja marjoja. Lounas sisältää hiilihydraatteja, proteiineja ja rasvoja.

a. Selosta, missä ja miten lounaan hiilihydraatit, proteiinit ja rasvat muokkautuvat imeytyvään muotoon ja miten ne imeytyvät ruuansulatuksen aikana. (10 p)

Missä ja miten ravintoaineet muokkautuvat imeytyvään muotoon?

Ruuansulatus alkaa suussa ja mahalaukussa, mutta valtaosin se tapahtuu ohutsuolessa.

(a) Suu (mekaaninen hajotus, hiilihydraattinen pilkkoutuminen alkaa)

Hampaat hajottavat ruuan mekaanisesti; sylkirauhasista vapautuu sylkeä, joka kostuttaa ruokaa. Syljen mukana erittyy amylaasientsyymiä, joka alkaa pilkkoa hiilihydraatteja (täkkelystä).

(b) Nielussa ruoka siirtyy eteenpäin nielemisrefleksin avulla ruokatorveen, jossa tahdosta riippumattomat, aaltomaiset lihassupistukset työntävät ruokaa eteenpäin mahalaukkuun

(c) Mahalaukku (ruoan varastointi ja mekaaninen hajotus, proteiinien pilkkoutuminen alkaa)

Mahan lihaskerrosten mekaaninen supistelu sekoittaa ruokaa. Maharauhasten soluista

- **osa** erittää limaa, joka suojaa mahalaukun soluja mahahapolta (suolahapolta, HCl)
- **osa** vapauttaa mahahappoa, joka tuhoaa bakteereja ja rikkoo ruuan proteiinien luontaisen rakenteen eli denaturoi proteiineja
- **osa** vapauttaa inaktiivista pepsinogeenientsyymiä, jonka mahahappo aktivoi pepsinientsyymiksi, joka käynnistää proteiinien eli valkuaisaineiden pilkkoutumisen.

Pepsiini pilkkaa proteiinien aminohappojen välisiä peptidisidoksia: muodostuu lyhyempiä aminohappoketjuja. *(Voi mainita, että syljen mukana vapautuu rasvoja pilkkovaa lipaasi-entsyymiä, joka aktivoituu mahalaukussa; syljen amylaasi-entsyymi pilkkaa täkkelystä vielä jonkin aikaa)*

(d) Ohutsuoli (hiilihydraattien, proteiinien ja rasvojen lopullinen ruuansulatus)

Mahalaukusta puristuu mahaportin kautta pieniä määriä ruokasulaa ohutsuolen alkuosaan eli pohjukaissuoleen, johon avautuvat haima- ja sappitiehyet.

- Haima vapauttaa hiilihydraatteja, proteiineja ja rasvoja pilkkovia ruuansulatusentsyymejä sekä emäksistä bikarbonaattia, joka neutraloi happaman ruokasulan ja suojaa ohutsuolen seinämää mahahapolta. Haiman entsyymit aktivoituvat, kun ruokasula on neutraloitunut.
- Sappirakko supistuu. Vapautuu sappinestettä, jossa on maksassa muodostuneita sappisuoloja. Sappisuolat hajottavat ruoan rasvapalloset pieniksi rasvapisariksi, joiden pinnalla haiman rasvoja pilkkovat lipaasientsyymit toimivat tehokkaasti.

- Ohutsuolen rauhaset vapauttavat suolinestettä, jossa on myös ruoansulatusentsyymejä.
- Lopullinen (hiilihydraattien ja proteiinien aminohappoketjujen) entsyymaattinen pilkkoutuminen tapahtuu ohutsuolen solujen pinnalla.

Ruoansulatuksen aikana hiilihydraatit pilkkoutuvat monosakkarideiksi (esim. glukoosi), proteiinit aminohapoiksi ja rasvojen triglyseridit rasvahapoiksi ja monoglyseridiksi (vaihtoehtoisesti glyseroliksi). Ohutsuolen lihaskerrosten supistelu sekoittaa ruokasulaa ja siirtää sitä hitaasti eteenpäin. Ruoansulatus on hermostollisesti ja hormonaalisesti säädeltyä.

Miten imeytyvät?

Hiilihydraattien monosakkaridit, proteiinien aminohapot sekä rasvojen rasvahapot, monoglyseridit ja glyseroli imeytyvät ohutsuolen nukkalisäkkeen epiteelisoluuun solukalvon läpi joko aktiivisesti tai passiivisesti. Epiteelisolusta

- monosakkaridit ja aminohapot siirtyvät verenkiertoon, hiussuoneen ja edelleen porttilaskimon kautta maksaan, josta ravintoaineista osa siirtyy muihin elimiin
- rasvat siirtyvät kylomikroni-proteiineissa imunesteeseen, imusuoneen ja tästä solislaskimon kautta verenkiertoon ja kohdesoluihinsa.

b. Lounaan nauttimisen jälkeen lukiolaisen veren glukoosipitoisuus nousee joksikin aikaa. Selosta, miten elimistö säätelee veren glukoosipitoisuutta heti aterian jälkeen. Perustele myös, miksi elimistö säätelee veren glukoosipitoisuutta. (10 p)

Miten elimistö säätelee veren glukoosipitoisuutta heti aterian jälkeen?

Kun veren glukoosipitoisuus suurenee aterian jälkeen, haima vapauttaa vereen insuliini-hormonia. Insuliini tasaa veren glukoosipitoisuutta. Insuliini parantaa solujen kykyä kuljettaa glukoosia lihas- ja rasvakudokseen. Se aktivoi myös solujen entsyymejä, muun muassa maksan ja lihasten kykyä varastoida glukoosia varastohiilihydraatti glykokeeniksi. Lisäksi insuliini aktivoi glukoosin käyttöä energiaksi soluissa. Rasvahappojen varastointi tehostuu. Kun veren glukoosipitoisuus pienenee, vapautuu haimasta glukagoni-hormonia, joka edistää maksan glykokeenivarastojen pilkkoutumista glukoosiksi. Glukoosia siirtyy vereen, mikä tasaa veren glukoosipitoisuutta.

Miksi elimistö säätelee veren glukoosipitoisuutta? Hormonaalinen säätely tasaa verensokeria, ja turvaa soluille energian saannin vuorokauden eri aikoina.

c. Imeytyneet ravintoaineet siirtyvät kohdesoluihinsa. Selosta, mitä erilaisia tehtäviä hiilihydraateilla, proteiineilla ja rasvoilla on soluissa. (10 p)

Niin hiilihydraattien monosakkarideja (glukoosia), proteiinien aminohappoja kuin rasvojen rasvahappojakin voidaan käyttää energian lähteinä, mutta niillä on monia muitakin tehtäviä soluissa.

Hiilihydraattien glukoosi on solujen tärkeä energian lähde. Hiilihydraatteja on myös solukalvojen rakennusaineina. Rasva-aineista eli lipideistä rasvahapot voivat varastoitua triglyserideiksi (glyserolimolekyylisiin sitoutunut kolme rasvahappoa) rasvakudokseen.

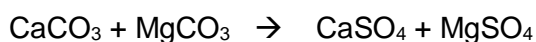
Rasvahappoja esiintyy myös solukalvojen fosfolipidien rakennusaineina; välttämättömät rasvahapot siirtyvät solukalvojen rasvahapoiksi.

Proteiinien aminohapoista solu rakentaa itselleen tarvitsemiaan uusia proteiineja kuten

- entsyymejä, jotka aktivoivat aineenvaihduntareaktioita
- reseptoriproteiineja eli viestien vastaanottoon osallistuvia proteiineja
- kuljetusproteiineja solukalvoilla
- rakenneproteiineja kuten sidekudosproteiinit
- supistusta ja liikettä tuottavat proteiinit kuten lihasten aktiini- ja myosiiniproteiinit (3 esimerkkiä riittää)

Tehtävä 2 a. mallivastaus

1,200 g kalsiumkarbonaatin ja magnesiumkarbonaatin seosta käsitellään rikkihapolla, jolloin saadaan 1,666 g sulfaatteja. Laske karbonaattiseoksen koostumus grammoina. Perustele vastauksesi. (15 p)



x 1,200 – x y 1,666 – y (yhdisteiden massat, kun karbonaatteja oli 1,200 g ja sulfaatteja 1,666 g)

Sekä Ca:n että Mg:n ainemäärät säilyvät eli

$$\text{Yhtälö (1): } x/M(\text{CaCO}_3) = y/M(\text{CaSO}_4)$$

$$\text{Yhtälö (2): } (1,200 - x)/M(\text{MgCO}_3) = (1,666 - y)/M(\text{MgSO}_4)$$

$$\text{Ratkaistaan (1):stä } x: x = y M(\text{CaCO}_3) / M(\text{CaSO}_4) = y 100,09/136,14 = 0,735 y$$

Sijoitetaan tämä (2):een ja ratkaistaan y:

$$(1,200 - 0,735 y)/84,32 = (1,666 - y)/120,37$$

$$144,444 - 88,472 y = 140,477 - 84,32 y$$

$$y = 0,955$$

jolloin (1):sta saadaan

$$x = 0,735 y = 0,702$$

Siis kalsiumkarbonaattia oli 0,70 g ja magnesiumkarbonaattia 1,200 g – 0,702 g ≈ 0,50 g.

(Jaksollisen järjestelmän atomipainojen avulla saadaan

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaSO}_4) = 136,14 \text{ g/mol}$$

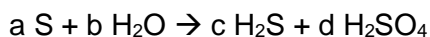
$$M(\text{MgCO}_3) = 84,32 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{MgSO}_4) = 120,37 \text{ g/mol}$$

Tehtävä 2 b. mallivastaus

Disproportionaatiossa alkuaineen tai yhdisteen tietyllä hapetusasteella olevat atomit reagoivat siten, että osa atomeista hapettuu ja osa pelkistyy. Elollisessa luonnossa alkuainerikki S voi reagoida veden kanssa ja samalla disproportioitua vetysulfidiksi ja rikkihapoksi. Kirjoita tämän prosessin tasapainotettu reaktioyhtälö. Perustele vastauksesi. Mitkä ovat rikin hapetusluvut yhtälön eri puolilla? Katso LIITE 1: Yleisimmät hapetusluvut, MAOL Digitaulukot, Otava, Helsinki 2020. (15 p)

Reaktioyhtälö on muotoa



Alkuainerikin S hapetusluku on 0, sulfidirikin hapetusluku $-II$ ja sulfaattirikin $+VI$.

Hapetus-pelkistysreaktiossa luovutettujen elektronien määrä on yhtä suuri kuin vastaanotettujen.

Kun yksi alkuainerikki hapettuu sulfaatiksi, luovutetaan kuusi elektronia. Näiden vastaanottamiseen tarvitaan kolme alkuainerikkiä, jotka pelkistyvät sulfidiksi.

Täten siis jos $d = 1$, $c = 3$ ja $a = d + c = 4$. Jotta vetyjen ja happien määrä olisi tasapainossa, pitää olla $b = 4$.

Täten reaktioyhtälö on

