



Jakso 5 Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma

- ❖ **Jakson tavoitteet, opetusvinkkejä, ajankäyttö**
- ❖ **Tutki ja kokeile!**
 - **Työ 12. Maidon proteiinimäärän tutkiminen**
 - **Työ 13. Proteiinipitoisuuden määrittäminen spektrofotometrillä**
 - **Työ 14. Entsyymiaktiivisuuden vertailu**
- ❖ **Kertaustestejä**
- ❖ **Kaavioita ja kuvapohjia**
- ❖ **Oppikirjan laskutehtävien ratkaisut**



Jakson tavoitteet, opetusvinkkejä, ajankäyttö

Jaksossa 5 sovelletaan orgaanisen kemian perustietoja (funktionaaliset ryhmät, yhdisteryhmät, poolisuus, poolittomuus, isomeria) biomolekyylien kemiaan sekä kerrataan ainemäärään ja konsentraatioon liittyviä asioita.

Jakson tavoite on, että opiskelija osaa soveltaa aiemmin opiskeltuja asioita. Keskeistä on osata tunnistaa eri biomolekyylien (hiilihydraatit, lipidit, proteiinit, nukleiinihapot) funktionaalisia ryhmiä, biomolekyyleissä esiintyviä kemiallisia sidoksia sekä selittää näiden yhdisteiden ominaisuuksia molekyylien koon ja poolisuuden avulla. Arkielämän kannalta mielenkiintoista on keskustella esimerkiksi hiilihydraattien merkityksestä, mihin proteiineja tarvitaan sekä niin sanottujen trans-rasvojen terveysvaikutuksesta jne. Opiskelijat voivat laatia näistä (tai muista heitä kiinnostavista aihepiireistä) erilaisia opinnäytetöitä.

Kokemuksemme perusteella biomolekyylien kemian opiskelu auttaa ymmärtämään paremmin joidenkin lukion biologian ja terveystiedon kurssien sisältöjä. OPS:n mukaisesti KE2-kurssi on otsikoitu ”Ihmisen ja elinympäristön kemiaa”. Tässä jaksossa tulee esiin arkielämäämme liittyviä asioita, joten jakson sisältöjen opiskelua voi perustella myös yleissivistyksen kannalta. Kurssi antaa myös hyvät valmiudet esimerkiksi yliopistojen pääsykokeisiin, jotka usein sisältävät laajoja aineistoja. Kun terminologia on tuttua, tällaisten aineistojen käsittely helpottuu ja nopeutuu.

Jakson asiat voi liittää myös osaksi jotakin koulukohtaista kemian soveltavaa kurssia tai integroida niitä osaksi kemiaa ja biologiaa yhdistävää kurssia. Mikäli koulukohtaisia kursseja on mahdollista järjestää, voi tähän jaksoon varatut oppitunnit (1 viikon tunnit) lisätä jaksojen 1-4 sisältöjen opiskeluun ja harjoitteluun.

Ajankäyttö: 3 oppituntia (75 min)

4 oppituntia (45 min)



Tutki ja kokeile!

Työ 12. Maidon proteiinin määrän tutkiminen

Työn tavoitteet	Työn toteutus ja ajankäyttö	Arviointi	Pisteytys
Havainnollistetaan proteiinien denaturaatiota.	Työ on helppo toteuttaa käytännössä, sillä työhön tarvitaan vain perustyövälineitä ja etikkahappoa.	1. Laskettu oikein ja tulos ilmoitettu oikealla tarkkuudella (merkinnät, yksiköt, tarkkuus)	3 p
Opitaan ymmärtämään, miksi esimerkiksi maidon happaneminen aiheuttaa proteiinien saostumisen.	Proteiinien saostamisen voi tehdä yhden oppitunnin aluksi ja kuivan proteiinisakan punnitsemisen seuraavan oppitunnin aluksi.	2. Proteiinien m-% osuus ratkaistu oikein (katso edellä)	3 p
Harjoitellaan seuraavia työmenetelmiä: saostaminen, suodatus ja punnitseminen.	Ajankäyttö: saostaminen 30 min + punnitseminen toisen oppitunnin alussa	3. Proteiini-pitoisuus laskettu oikein (katso edellä)	3 p
Kerrataan, kuinka lasketaan aineen massaprosenttinen osuus.		4. Mainittu kaksi tulokseen vaikuttavaa seikkaa	2 p
Opitaan vertailemaan saatuja tuloksia oikeaan arvoon ja tekemään johtopäätöksiä saaduista tuloksista.		5. Päätelty oikein etanoli-dietyylieetteri-käsittelyn merkitys	1 p
		6. Ratkaistu oikein maidon tiheys ja vertailtu sitä veden tiheyteen	4 p
		Yhteensä:	16 p



Tulosten käsittely, tulkinta ja johtopäätökset - malliratkaisut

1. Laske, kuinka monta grammaa proteiinia saostui.

Ratkaisu:

$$m(\text{suodatinpaperi}) = 2,5229 \text{ g}$$

$$m(\text{suodatinpaperi} + \text{proteiinit}) = 4,8097 \text{ g}$$

$$m(\text{proteiinit}) = ?$$

$$m(\text{proteiinit}) = 4,8097 \text{ g} - 2,5229 \text{ g} = 2,2868 \text{ g}.$$

2. Ratkaise proteiinien massaprosenttinen osuus tutkitussa maidossa.

Ratkaisu:

$$m(\text{dekantterilasi}) = 48,4919 \text{ g}$$

$$m(\text{dekantterilasi} + \text{maito}) = 101,3358 \text{ g}$$

$$m(\text{proteiinit}) = 2,2868 \text{ g}$$

$$m\text{-}\%(\text{proteiini}) = ?$$

$$m(\text{maito}) = 101,3358 \text{ g} - 48,4919 \text{ g} = 52,8439 \text{ g}.$$

$$m\text{-}\%(\text{proteiinit}) = \frac{m(\text{proteiinit})}{m(\text{maito})} \cdot 100 \% = \frac{2,2868 \text{ g}}{52,8439 \text{ g}} \cdot 100 \% = 4,3275 \approx 4,3 \%$$

3. Ilmoita tutkitun maidon proteiinipitoisuus yksikössä g / 100 g ja vertaa saamaasi tulosta tuotteessa ilmoitettuun arvoon.

Ratkaisu:

$$m(\text{proteiinit}) = 2,2868 \text{ g}$$

$$m(\text{maito}) = 52,8439 \text{ g}$$

$$\frac{2,2868 \text{ g}}{52,8439 \text{ g}} = \frac{x \text{ g}}{100 \text{ g}} \Rightarrow x = 4,33$$



Kysytty proteiinipitoisuus on noin 4,3 g / 100 g.

Tutkitun maidon proteiinipitoisuudeksi oli ilmoitettu 3,3 g/100 g.

Saatu proteiinipitoisuus on siten suurempi kuin ilmoitettu proteiinipitoisuus.

4. Pohdi käytetyn menetelmän mahdollisia virhelähteitä. Mainitse kaksi seikkaa.

Ratkaisu:

Koska saatu proteiinipitoisuus on suurempi kuin ilmoitettu proteiinipitoisuus, mahdollisia virhelähteitä ovat

- proteiinien lisäksi maidosta saostui myös muita maidon ainesosia
- etanoli-eetteriliuoksella ei saatu poistettua kaikkia rasvaliukoisia aineita
- saostuma ei ollut täysin kuiva punnittaessa.

5. Mikä merkitys etanoli-dietyylieetterikäsittelyllä oli?

Ratkaisu:

Se liuottaa maidossa olevia rasvaliukoisia (poolittomia) aineita.

6. Mitä voit päätellä maidon tiheydestä, kun vertaat sitä puhtaan veden tiheyteen?

Ratkaisu:

$$V(\text{maito}) = 50 \text{ ml}$$

$$m(\text{maito}) = 52,8439 \text{ g}$$

Mittaustulosten perusteella maidon tiheys on:

$$\rho(\text{maito}) = \frac{m}{V} = \frac{52,8439 \text{ g}}{50 \text{ ml}} = 1,057 \text{ g/ml} \approx 1,1 \text{ g/ml}.$$

Puhtaan veden tiheys on noin 1,0 g/ml, joten maidon tiheys on hieman suurempi.



Syvennä ja sovelle opittua! -malliratkaisut

1. Kaseiini on ravinto-opillisesti korkealaatuista proteiinia, sillä se sisältää runsaasti elämälle välttämättömiä aminohappoja. Mitä nämä aminohapot ovat? Mitkä muut elintarvikkeet sisältävät runsaasti elämälle välttämättömiä aminohappoja?

Ratkaisu:

Välttämättömät aminohapot ovat aminohappoja, joita ihminen ei voi itse valmistaa elimistössään, vaan ne on saatava ravinnosta.

Näitä aminohappoja on yhdeksän: histidiini, tryptofaani, lysiini, metioniini, fenyylialaniini, treoniini, valiini, leusiini, isoleusiini.

(Viite: Antti Aro: [Proteiinit ja aminohapot](#) *Terveyskirjasto*. 2013. Duodecim.)

Yleensä muutkin eläinperäiset tuotteet kuin maitotuotteet, esimerkiksi liha ja kananmuna, sisältävät sellaisia proteiineja, joista elimistö saa välttämättömiä aminohappoja. Myös monet palkokasvit (soija ja pavut) ovat hyviä välttämättömien aminohappojen lähteitä.

2. Eri proteiini lähteiden laatua on vertailtu huomioimalla proteiinin imeytymistehokkuus ja aminohappokoostumus suhteessa ihmisen tarpeisiin. Näitä ominaisuuksia mittaavana arvona käytetään ns. PDCAAS-arvoa (protein digestibility corrected amino acid score). Tällä luokittelulla laadultaan parhaat proteiini lähteet saavat arvon 1,0. Toinen käytetty mittausarvo on ns. DIAAS-asteikko (digestible indispensable amino acid score). DIAAS-arvoa käyttämällä voidaan paremmin erottaa eri proteiini lähteet sen perusteella, kuinka ne tarjoavat aminohappoja elimistön käytettäväksi. Mitä suurempi DIAAS-arvo, sitä parempaa proteiini on. Vertaile oheisen kuvaajan avulla eri proteiini lähteiden laatua.

(Katso kirjan kuva).

Ratkaisu:

Sekä maidon että soijan PDCAAS-arvo eli imeytymistehokkuutta kuvaava luku on yli 1,0. Tämän perusteella nämä voidaan luokitella parhaiksi proteiini lähteiksi. Maidon ja soijan DIAAS-arvo on myös korkeampi kuin muiden kuvaajalla esitettyjen pavun ja vehnän vastaavat arvot. Tämän perusteella maidon ja soijan aminohappokoostumus on parempi kuin pavun ja vehnän. Kuvaajan perusteella maito on molemmilla arvoilla mitattuna laadukkain proteiini lähde.



3. Selvitä, mitä ovat niin sanotut heraproteiinit, ja mitä hyötyä niiden nauttimisesta on.

Ratkaisu:

Heraproteiinit ovat proteiineja, joita jää juuston valmistuksen yhteydessä syntyvään kirkkaaseen nesteosaan (hera). Parhaiten hera tunnetaan siitä erotettavista heraproteiineista, joita käytetään laajalti urheilijoiden ja aktiivisten liikunnanharastajien ravintolisinä.

Heraproteiinin ruoansulatus ja imeytyminen on nopeampaa, kuin esimerkiksi maidon toisen proteiinin kaseiinin. Heraproteiinilla veren aminohappopitoisuus nousee nopeasti.

Tutkimustulosten perusteella on näyttöä, että heraproteiini hillitsisi ruokahalua ja parantaisi kylläisyyttä paremmin kuin muut proteiinit, kuten esimerkiksi soijaproteiini ja kananmunan proteiini. Siten heraproteiinista voisi olla apua painonhallinnassa. Heraproteiinilla on lisäksi lihassmassan säilymistä edistäviä ominaisuuksia. Heraproteiinin on todettu tehokkaasti edistävän proteiinisynteesiä iäkkäillä ja siten ehkäisevän vanhenemiseen liittyvää lihaskatoa.

Lähde:

http://www.valio.fi/ammattilaiset/ravitsemus_ja_terveys/heraproteiini/31.8.2016



Työ 12. Maidon proteiinimäärän tutkiminen

Nimi / nimet: _____

Pisteet: _____/_____

1. Laske, kuinka monta grammaa proteiinia saostui.

2. Ratkaise proteiinien massaprosenttinen osuus tutkitussa maidossa.

3. Ilmoita tutkitun maidon proteiinipitoisuus yksikössä g / 100 g ja vertaa samaasi tulosta tuotteessa ilmoitettuun arvoon.



4. Pohdi käytetyn menetelmän mahdollisia virhelähteitä. Mainitse kaksi seikkaa.

5. Mikä merkitys etanoli-dietyylieetterikäsittelyllä oli?

6. Mitä voit päätellä maidon tiheydestä, kun vertaat sitä puhtaan veden tiheyteen?



Työ 13. Proteiinipitoisuuden määrittäminen spektrofotometrillä

Työn tavoitteet	Työn toteutus ja ajankäyttö	Arviointi	Pisteytys
Tutustutaan biokemiallisessa tutkimuksessa paljon käytettyyn spektrofotometriseen mittaukseen.	Mikäli käytössä ei ole kolorimetriä, työ kannattaa katsoa videoleikkeeltä ja harjoitella standardikuvaajan laatimista (tietokoneella) ja sen tulkintaa.	1. Malliratkaisu oikein, proteiinimäärät oikein	5 p
Syvennetään ja sovelletaan tietoa sähkömagneettisen säteilyn näkyvän valon absorboitumista aineeseen.	Mikäli työ tehdään käytännössä, eri opiskelijat (ryhmät) voivat valmistaa joko yhden standardiliuoksen (6 erilaista) tai yhden proteiini-näyteliuoksen (2 eri näytettä). Näin aikaa ei kulu pipetointeihin ja suurikin opiskelijajoukko saadaan työllistettyä.	2. Standardikuvaaja oikein huolellisesti (x- ja y-akseleille merkitty oikeat suureet, oikealla tarkkuudella, x-akselilla proteiinimäärän yksikkö, mittaustulokset merkitty oikeisiin kohtiin, ja ne on yhdistetty kuvaajaksi, kuvaaja on selkeä ja riittävän iso)	6 p
Harjoitellaan laimennussarjan tekemistä ja proteiinipitoisuuden laskemista eri laimennoksissa.		3. Proteiinimäärät luettu oikein standardikuvaajalta (ilmoitettu oikealla tarkkuudella ja oikeassa yksikössä)	3 p
Harjoitellaan laatimaan standardikuvaaja ja tulkitsemaan sitä.		4. Huomioitu, että toisen näyteliuoksen tilavuus oli 0,5 ml ja keskiarvo laskettu oikein (oikea tarkkuus ja yksiköt)	3 p
Vertaillaan saatua tulosta ja lasketaan mittaustuloksen virhe-%.	Ajankäyttö: 1 oppitunti	5. Kysytty pitoisuus oikein ratkaistu	1 p
Pohditaan mahdollisia virhelähteitä.		6. Vertailtu saatua tulosta sanallisesti oikeaan arvoon ja laskettu oikein virheprosentti.	3 p
TVT: opiskelijat voivat harjoitella sekä taulukon että graafisen kuvaajan laadintaa		7. Ymmärretty ja selitetty tarkkaan tehdyn pipetoinnin merkitys	2 p
		Yhteensä:	23 p



Liusten valmistus

- proteiinistandardiliuos, proteiinipitoisuus 500 mg proteiinia / 50 ml (10 mg / ml)

Punnitse 500 mg proteiinia (esimerkiksi ovalbumiinia tai albumiinia) 100 ml:n dekantterilasiin. Lisää dekantterilasiin noin 40 ml:aa vettä ja sekoita.

Lisää pisaroitain 1,0 mol/l väkevystä NaOH-liuosta ja sekoita hyvin (mielellään magneettisekoittajalla ja vaikka yön yli, sillä proteiini liukenee hitaasti).

Kaada proteiiniliuos 50 ml:n mittapulloon ja täytä NaOH-liuksella merkkiin saakka. Sekoita hyvin.

HUOM! Kun proteiiniliuosta sekoittaa liukenemisen aikana, se vaahtoa. Anna vaahton laskeutua ennen kuin täytät liuksen oikeaan lopputilavuuteen.



- biureettireagenssi

Punnitse 200 ml:n dekantterilasiin 0,375 g kidevedellistä kuparisulfaattia ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Lisää dekantterilasiin 1,5 g Na-K-tartraattia ja noin 100 ml vettä. Lisää vielä 75 ml NaOH – liuosta (10 %).

Kun kaikki kiinteä aine on liennut, siirrä liuos mittapulloon ja täytä 250 ml:ksi.

- tutkittava proteiininäyte

Laimenna edellä valmistettua proteiinistandardiliuosta esimerkiksi 1:1 vedellä. Tällöin proteiinipitoisuus on 5 mg /ml (500 mg / 100 ml)



Tulosten käsittely, tulkinta ja johtopäätökset - malliratkaisut

1. Laske oheiseen taulukkoon eri standardiliuosten proteiinimäärät. Esitä malliratkaisu putken 2 proteiinimäärän ratkaisemiseksi.

Malliratkaisu:

$V(\text{standardiliuos}) = 0,10 \text{ ml}$

Proteiinimäärä = ?

Standardiliuoksen proteiinipitoisuus = 10 mg /ml

Saadaan verranto

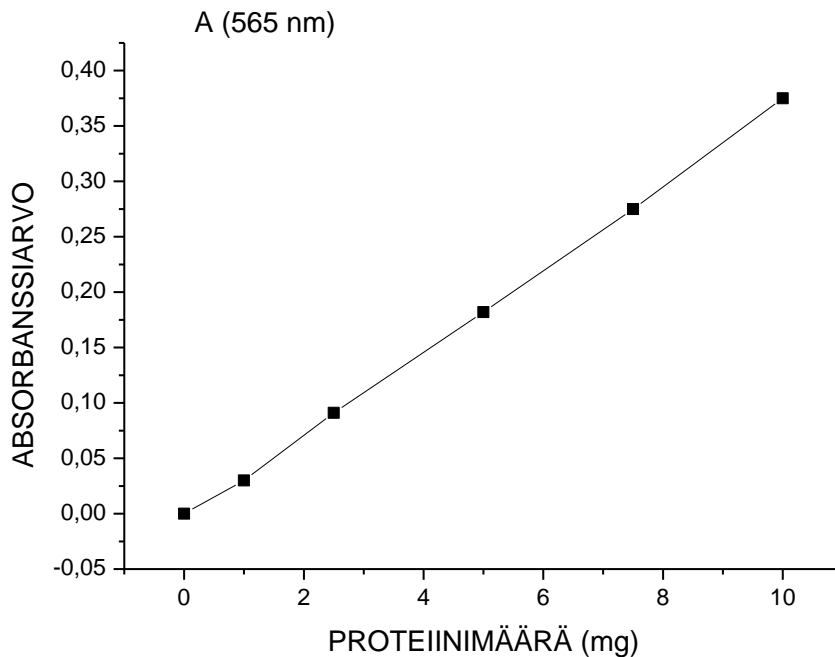
$$\frac{x(\text{mg})}{0,10 \text{ ml}} = \frac{10 \text{ mg}}{1,0 \text{ ml}}, \text{ josta ratkaisuna } x = 1,0 \text{ mg}.$$

putki	A (565 nm)	Ratkaisu: Proteiinimäärä (mg)
1	0.000	0.00
2	0,030	1,0
3	0,091	2,5
4	0,182	5,0
5	0,275	7,5
6	0,375	10



2. Piirrä taulukon tuloksista proteiinistandardikuvaaja (absorbanssiarvo proteiinimäärän funktiona).

Ratkaisu:



3. Lue standardikuvaajalta proteiininäyteliuosten absorbanssiarvoja vastaavat proteiinimäärät.

Ratkaisu:

Proteiininäyte 1: A = 0,090, proteiinimäärä noin 2,4 mg (0,50 ml näyte)

Proteiininäyte 2: A = 0,178, proteiinimäärä noin 4,7 mg (1,0 ml näyte)

4. Ratkaise kohdan 3 arvojen perusteella tutkitun proteiiniliuoksen proteiinipitoisuuden keskiarvo yksikössä mg/ml.

Ratkaisu:

Proteiinipitoisuuden keskiarvo yksikössä mg /ml on:

$$\frac{(2 \cdot 2,4 + 4,7) \text{ mg/ml}}{2} = 4,750 \text{ mg/ml} \approx 4,8 \text{ mg/ml}.$$



5. Ilmoita lopuksi proteiininäyteliuoksen proteiinipitoisuus yksikössä mg/100 ml.

Ratkaisu:

Proteiinipitoisuus on $100 \cdot 4,8 \text{ mg/ml} = 480 \text{ mg/ml}$.

6. Vertaa saamaasi tulosta opettajan ilmoittamaan oikeaan pitoisuuteen ja laske saadun tuloksen virhe-% seuraavasti:

$$\text{virhe} - \% = \frac{\text{saatu arvo} - \text{oikea arvo}}{\text{oikea arvo}} \cdot 100 \% .$$

Ratkaisu:

Oikea proteiinipitoisuus oli 500 mg/ml, joten saatu arvo on hieman pienempi.

$$\text{virhe} - \% = \frac{480 - 500}{500} \cdot 100 \% = 4,00 \% .$$

7. Pohdi, mikä työvaihe vaikuttaa eniten saadun tuloksen tarkkuuteen. Perustele vastauksesi.

Ratkaisu:

Eniten tuloksen tarkkuuteen vaikuttaa standardiliuosten ja näyteliuosten tilavuuksien mittaaminen. Se tulisi suorittaa mahdollisimman tarkasti ja huolellisesti, sillä näiden liuosten tilavuus määrää, paljonko proteiinia kussakin koeputkessa oli. Koska pipetointi tehtiin täyspipetillä, ja mitattavat tilavuudet olivat hyvin pieniä, aiheutuu tästä työvaiheesta suurin epätarkkuus saatuun tulokseen.



Työ 13. Proteiinipitoisuuden määrittäminen spektrofotometrillä

Nimi / nimet: _____

Pisteet: _____/_____

1. Laske oheiseen taulukkoon eri standardiliuosten proteiinimäärät. Esitä malliratkaisu putken 2 proteiinimäärän ratkaisemiseksi.

putki	A (565 nm)	Proteiinimäärä (mg)
1	0.000	0.00
2		
3		
4		
5		
6		

Malliratkaisu:



2. Piirrä taulukon tuloksista proteiinistandardikuvaaja (absorbanssiarvo proteiinimäärän funktiona). Liitä laatimasi kuvaaja tämän raportin liitteeksi.

3. Lue standardikuvaajalta proteiininäyteliuosten absorbanssiarvoja vastaavat proteiinimäärät.

Proteiininäyte 1:

Proteiininäyte 2:

4. Ratkaise kohdan 3 arvojen perusteella tutkitun proteiiniliuoksen proteiinipitoisuuden keskiarvo yksikössä mg/ml.

5. Ilmoita lopuksi proteiininäyteliuoksen proteiinipitoisuus yksikössä mg/100 ml.



6. Vertaa saamaasi tulosta opettajan ilmoittamaan oikeaan pitoisuuteen ja laske saadun tuloksen virhe-%.

7. Pohdi, mikä työvaihe vaikuttaa eniten saadun tuloksen tarkkuuteen. Perustele vastauksesi



Syvennä ja sovelle opittua!

1. Kliinisessä laboratoriossa tutkittiin erään potilaan virtsannäytteen proteiinipitoisuus spektrofotometrisesti. Oheiseen kuvaajaan merkityt tulokset on saatu standardiliuoksista, joiden proteiinipitoisuudet olivat 0,10 g/l, 0,30 g/l, 0,50 g/l ja 0,70 g/l. Potilaan virtsaa mitattiin 10,0 millilitraa ja siitä saostuneet proteiinit liuotettiin siten, että näytteen kokonaistilavuus tässä vaiheessa oli 1,0 ml. Näyte käsiteltiin muuten samoin kuin proteiinistandardiliuokset. Kun virtsanäytteen absorbanssiarvo mitattiin, saatiin tulokseksi lukuarvo 0,55. Yhdistä kuvaajalle merkityt pisteet suoraksi ja lue kuvaajalta, mikä oli potilaan virtsan proteiinipitoisuus yksikössä g/l. (Katso kirjan kuva)

Ratkaisu:

Kuvaajalta luettu proteiinipitoisuus on noin 0,42 g/l.



Työ 14. Entsyymiaktiivisuuden vertailu

Työn tavoitteet	Työn toteutus ja ajankäyttö	Arviointi	Pisteytys
Tutustutaan entsyymien toimintaan biokemiallisten reaktioiden katalyytteinä.	Työ on helppo toteuttaa esimerkiksi parityönä.	1. Happikaasun tilavuus oikein ratkaistu (yksikkö ja tuloksen tarkkuus)	2 p
Havaitaan, kuinka entsyymit nopeuttavat kemiallisia reaktiota.	Opettaja voi punnita perunan ja bataatin palat valmiiksi.	2. Reaktionopeudet laskettu oikein (lopputuloksen tarkkuus ja yksikkö oikein)	4 p
Harjoitellaan mittaamaan kaasun tilavuutta yksinkertaisella menetelmällä.	Osa ryhmästä voi tutkia perunaa, osa bataattia, jonka jälkeen tulokset yhdistetään.	3. Entsyymiaktiivisuuksia vertailtu keskenään	2 p
Opitaan, kuinka reaktionopeus voidaan laskea.	Ajankäyttö: 1 oppitunti	4. Mainittu kaksi tulosten vertailtavuuteen vaikuttavaa seikkaa	2 p
Opitaan tulkitsemaan ja vertailemaan tuloksia sekä arvioimaan käytetyn menetelmän virhelähteitä.		5. Mainittu yksi seikka	1 p
Pohditaan, kuinka käytettyä menetelmää voisi parantaa.		Yhteensä:	11 p

Liusten valmistus

- DCPIP-liuos (2,6-dikloorifenoli-indofenoli)
Valmista 0,05 % liuos liuottamalla 0,05 g DCPIP:ä 100 ml:aan vettä.
- vetyperoksidiliuosta $H_2O_2(aq)$ 15 %
Laimenna 30 % H_2O_2 liuos 1:1 vedellä.





Tulosten käsittely, tulkinta ja johtopäätökset - malliratkaisut

1. Laske muodostuneen happikaasun tilavuus seoksen alkutilavuuden ja muodostuneen vaahdon tilavuuden avulla.

Ratkaisu:

Tulokset perunalle:

$$V(\text{alku}) = 8 \text{ ml}$$

$$V(\text{loppu}) = 21 \text{ ml}$$

$$V(\text{O}_2) = 21 \text{ ml} - 8 \text{ ml} = 13 \text{ ml}.$$

Tulokset bataatille:

$$V(\text{alku}) = 7,5 \text{ ml}$$

$$V(\text{loppu}) = 22 \text{ ml}$$

$$V(\text{O}_2) = 22 \text{ ml} - 7,5 \text{ ml} = 14,5 \text{ ml}.$$

2. Laske erikseen peroksidaasin katalysoiman reaktion nopeus (v) perunalle ja bataatille seuraavasti:

$$v = \frac{V(\text{O}_2)}{g \cdot \text{min}}.$$

Ratkaisu:

Tulokset perunalle:

$$m(\text{peruna}) = 2,902 \text{ g}$$

$$V(\text{O}_2) = 13 \text{ ml}$$

$$t = 1,5 \text{ min}$$

$$v = \frac{13 \text{ ml}}{2,902 \text{ g} \cdot 1,5 \text{ min}} = 2,986 \text{ ml/g} \cdot \text{min} \approx 3,0 \text{ ml/g} \cdot \text{min}.$$



Tulokset bataatille:

$$m(\text{bataatti}) = 2,780 \text{ g}$$

$$V(\text{O}_2) = 14,5 \text{ ml}$$

$$t = 1,5 \text{ min}$$

$$v = \frac{14,5 \text{ ml}}{2,780 \text{ g} \cdot 1,5 \text{ min}} = 3,477 \text{ ml/g} \cdot \text{min} \approx 3,5 \text{ ml/g} \cdot \text{min}.$$

3. Vertaile perunan ja bataatin peroksidaasiaktiivisuutta.

Ratkaisu:

Bataatissa peroksidaasientsyymi on aktiivisempi, sillä reaktionopeus on suurempi. Tämä havaitaan siitä, että happikaasua vapautuu noin 0,5 ml enemmän grammaa ja aikayksikköä kohden kuin reaktiossa, jossa käytetään perunaa.

4. Pohdi, mitä tekijöitä tutkimuksessa tulisi huomioida, että tulokset olisivat paremmin vertailukelpoisia. Mainitse kaksi seikkaa.

Ratkaisu:

Kaksi seuraavista:

- Sekä perunan että bataatin palojen tulisi olla samankokoisia, sillä reagoivan aineen pinta-ala vaikuttaa reaktionopeuteen.
- Sekoituksen tulisi olla juuri samanlainen.
- Vetyperoksidin lisäyksen jälkeen sekoituksen ja ajanoton aloitus tulisi tapahtua juuri samalla tavoin.



5. Pohdi, miten menetelmää voisi parantaa, jotta tulokset olisivat luotettavampia? Mainitse yksi seikka.

Ratkaisu:

Joitakin mahdollisia parannusehdotuksia:

- Käytetään samankokoisia perunan ja bataatin paloja.
- Tehdään reaktio tarkalleen samalla tavoin kummallekin näytteelle.
- Toistetaan koe useita kertoja.
- Kerätään muodostuva happikaasu esimerkiksi kaasuruiskuun, jossa sen tilavuus voidaan tarkasti mitata.



Työ 14. Entsyymiaktiivisuuden vertailu

Nimi / nimet: _____

Pisteet: _____/_____

1. Laske muodostuneen happikaasun tilavuus seoksen alkutilavuuden ja muodostuneen vaahdon tilavuuden avulla.

2. Laske erikseen peroksidaasin katalysoiman reaktion nopeus (v) perunalle ja bataatille.



3. Vertaile perunan ja bataatin peroksidaasiaktiivisuutta.

4. Pohdi, mitä tekijöitä tutkimuksessa tulisi huomioida, että tulokset olisivat paremmin vertailukelpoisia. Mainitse kaksi seikkaa.

5. Pohdi, miten menetelmää voisi parantaa, jotta tulokset olisivat luotettavampia? Mainitse yksi seikka.



Syvennä ja sovelle opittua! -malliratkaisut

1. Tee tutkimussuunnitelma, jonka avulla voisit selvittää lämpötilan vaikutusta perunan peroksidaasiaktiivisuuteen.

Ratkaisu:

käytetään työssä esiteltyä menetelmää:

- mitataan entsyymiaktiivisuus raa'alle perunalle = jääkaapin lämpötila + huoneenlämpö
- pidetään perunaa tietty aika (vakioitu) vedessä, jonka lämpötila vaihtelee (muunneltava suure)
- valitaan esimerkiksi kolme eri lämpötilaa jääkaappilämpötilan ja huoneenlämmön lisäksi
- lasketaan työssä esitetyllä tavalla entsyymiaktiivisuus kussakin lämpötilassa
- kuvataan entsyymiaktiivisuutta joko pylväsdiagrammina tai graafisena kuvaajana.

2. Vetyperoksidia voi ostaa laimeana liuksena päivittäistavarakaupoista tai apteekista. Mihin tarkoitukseen vetyperoksidiliuosta tällöin käytetään?

Ratkaisu:

Käyttökohteita ovat esimerkiksi:

- haavojen puhdistus; toimii desinfiointiaineena
- hiusten vaalennukseen
- akvaarioissa levän torjuntaan
- tahrojen puhdistukseen
- hedelmien puhdistukseen (poistaa pintakäsittelyaineet ja mahdolliset torjunta-ainejäämät)



3. Mikä tehtävä peroksidaasientsyymeillä on ihmisen soluissa? Missä kudoksissa peroksidaasientsyymiä on erityisen paljon?

Ratkaisu:

Peroksidaasientsyymit hajottavat soluille haitallisia peroksideja (tavallisin näistä on vetyperoksidi) haitattomaan muotoon. Peroksidit voivat tuhota muun muassa solukalvojen rakenteita. Peroksidaasientsyymi estää tätä haitallista toimintaa hajottamalla esimerkiksi aineenvaihduntareaktioissa syntyvän vetyperoksidin vedeksi ja hapeksi. Peroksidaasia on ainakin veressä, syljessä, haimassa, keuhkoissa ja kilpirauhasessa.

MOOLI



Kertaustestejä

Opitun testausta

Linkki Kahoot-testiin:

<https://play.kahoot.it/#/k/856fcb90-ecb5-479b-aa1e-16400e8bbe1b>



Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 1

Nimi: _____ Pisteet: ____/14 p

Vastaa tehtäviin 1-8 ympäröimällä oikeat vaihtoehdot. Täydennä tehtävät 9-12. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. Mitkä seuraavista solun yhdisteistä luokitellaan biopolymeereiksi?

- a) vesi
- b) hiilihydraatit
- c) A-vitamiini
- d) proteiinit

2. Polysakkaridit rakentuvat monomeereistä, joita kutsutaan

- a) sokereiksi
- b) aldooseiksi
- c) monosakkarideiksi
- d) hiilihydraateiksi.

3. Fotosynteesi on reaktio, joka

- a) vapauttaa ilmakehään happea
- b) vapauttaa ilmakehään hiilidioksidia
- c) vapauttaa energiaa
- d) sitoo energiaa.

4. Riboosi on

- a) polysakkaridi
- b) pentoosi
- c) monosakkaridi
- d) aldoosi.



5. Di- ja polysakkaridit muodostuvat sidoksella, jota kutsutaan

- a) glukagonisidokseksi
- b) glykogeenisidokseksi
- c) glykosidisidokseksi
- d) glykolyysisidokseksi.

6. Mitkä seuraavista ovat entsyymejä?

- a) laktoosi
- b) amylaasi
- c) insuliini
- d) amyloosi

7. Mitkä seuraavista ovat polysakkarideja?

- a) glukagoni
- b) glykogeeni
- c) amyloosi
- d) sellulaasi

8. Glukoosi on optisesti aktiivinen aine, joka on seurausta

- a) asymmetrisistä hiiliatomeista
- b) useista hydroksyyli-ryhmistä
- c) heterosyklisestä rakenteesta
- d) tuoli- ja venekonformaatioista.

9. Mainitse kaksi ominaisuutta, jotka selittävät glukoosin hyvän vesiliukoisuuden.

_____.

10. Esitä ketoheksooseissa esiintyvän funktionaalisen ryhmän rakenne. _____



11. Laktoosi on disakkaridi, joka koostuu

_____ ja _____.

12. Ravinnosta saatavilla kuiduilla on todettu olevan suolistosyöpää ehkäisevä vaikutus. Mainitse yksi tällainen ravintokuitu.

_____.



Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 1

Oikeat vastaukset:

1. b), d)

2. c)

3. a), d)

4. b), c), d)

5. c)

6. b)

7. b), c)

8. a)

9. pieni molekyyli, useita hydroksyyliiryhmiä / hyvin poolinen molekyyli

10. -CO-

11. glukoosista ja galaktoosista

12. selluloosa, hemiselluloosa tai ligniini



Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 2

Nimi: _____ Pisteet: ____/12 p

Vastaa tehtäviin 1-8 merkitsemällä onko väittämä oikein vai väärin tai valitse oikeat vaihtoehdot ympäröimällä ne. Täydennä tehtävät 9-11. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. Lipidit ovat solun pääasiallinen energialähde. _____

2. Solukalvoilla esiintyvien fosfolipidien poolisia osia kutsutaan myös hydrofiiliseksi alueiksi. _____

3. Triglyseridien rakenteessa on esterisidos. _____

4. Triglyseridien rakenteissa esiintyvissä rasvahapoissa on yleensä parillinen määrä kaksoissidoksia. _____

5. Eräs voirasvassa esiintyvä rasvahappo on butaanihappo. Voihappo voi esiintyä sekä *cis*- että *trans*-muodossa. _____

6. Steariinihappo on monotyydyttymätön rasvahappo. _____

7. Mitkä seuraavista yhdisteistä luokitellaan lipideiksi?

- a) kolesteroli
- b) A-vitamiini
- c) glyseroli
- d) triglyseridi

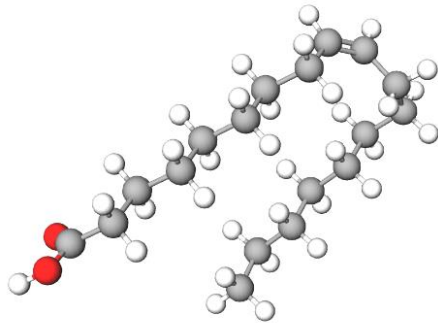
8. Triglyseridien rakenneosia ovat

- a) tyydyttyneet rasvahapot
- b) LDL-kolesteroli
- c) tyydyttymättömät rasvahapot
- d) glyseroli.



9. Niin sanotun hyvän kolesterolin edessä käytetään kirjainlyhennettä _____.

10. Ohessa on erään rasvahapon molekyylimalli. Esitä tämän rasvahapon molekyylikaava. _____



11. Perustele, onko tehtävässä 10. esitetty rasvahapon *cis*- vai *trans*-isomeeri. (2p)



Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 2

Oikeat vastaukset:

1. V

2. O

3. O

4. V

5. V

6. V

7. a), b), d)

8. a), c), d)

9. HDL

10. $C_{18}H_{34}O_2$

11. Kyseessä on *cis*-isomeeri, sillä C=C-sidoksesta vetyatomit osoittavat avaruudellisesti samaan suuntaan (ovat samalla puolella C=C-sidosta).



Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 3

Nimi: _____ . Pisteet: ____/16 p

Valitse tehtäviin 1-8 oikeat vaihtoehdot ympäröimällä ne. Täydennä tehtävät 9-11. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. Aminohapoissa esiintyvä, typpeä sisältävä funktionaalinen ryhmä, on

- a) $-\text{NH}_3$
- b) $-\text{NO}_2$
- c) $-\text{NH}_2$
- d) $-\text{CN}$.

2. Mikä seuraavista kuvaa proteiinien rakenteessa esiintyvää peptidisidosta?

- a) $-\text{NH}-\text{CH}-$
- b) $-\text{CO}-\text{OH}-$
- c) $-\text{NH}-\text{CO}-$
- d) $-\text{CO}-\text{NH}_2$

3. Mitä seuraavista sidoksista esiintyy proteiinien sekundaärirakenteessa?

- a) vetysidokset
- b) peptidisidokset
- c) ionisidoksia
- d) disulfidisidoksia

4. Mitä seuraavista kemiallisista sidoksista voi esiintyä proteiinien tertiäärirakenteessa?

- a) ionisidokset
- b) rikkisillat
- c) vetysidokset
- d) esterisidokset



5. Mitkä seuraavista ovat proteiineja?

- a) kollageeni
- b) insuliini
- c) hemoglobiini
- d) amylaasi

6. Kaikki proteiineissa esiintyvät aminohapot ovat

- a) optisesti aktiivisia
- b) ns. β -aminohappoja
- c) ns. 2-aminohappoja
- d) ns. essentiellejä aminohappoja.

7. Kun kolme moolia glysiinimolekyyliä liittyy yhteen

- a) muodostuu kolme moolia tripeptidiä
- b) rakenteessa on kolme moolia peptidisidoksia
- c) rakenteessa on kaksi moolia vapaita aminoryhmiä
- d) muodostuu kaksi moolia vettä.

8. Mitkä seuraavista termeistä liittyvät entsyymien kemiaan?

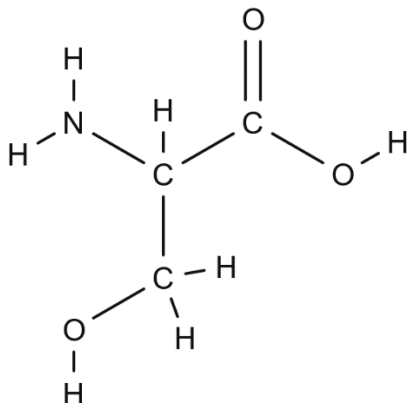
- a) substraatti
- b) denaturaatio
- c) katalyytti
- d) insuliini

9. Esitä taulukkokirjan avulla isoleusiinin täydellinen rakennekaava sidosviivakaavalla (= kaavasta näkyy kaikki atomit ja niiden väliset sidokset).



10. Kuinka monta peptidisidosta on pentapeptidissä? _____

11. Aminohapot voivat esiintyä niin sanotussa kahtaisionimuodossa. Selitä lyhyesti, kuinka oheisen seriinimolekyylin kahtaisioni muodostuu. Valaise vastaustasi nuolen avulla. (3p)



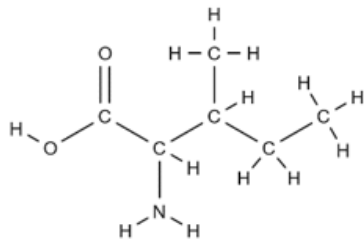
12. Esitä kahden glysiinimolekyylin muodostaman dipeptidin rakennekaava viivakaavalla. (3p)



Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 3

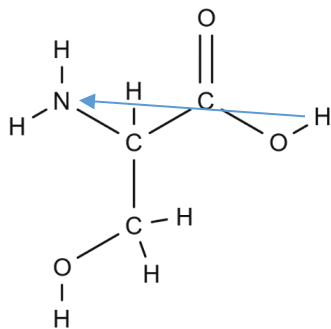
Oikeat vastaukset:

1. c)
2. c)
3. a), b)
4. a), b), c)
5. a), b), c), d)
6. c)
7. d)
8. a), b), c)
- 9.

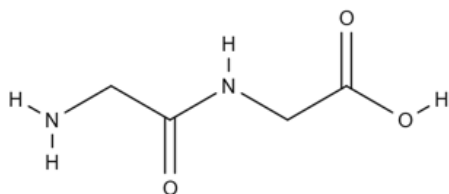


10. 4

11. Karboksyyliiryhmä -COOH luovuttaa protonin (H⁺) aminoryhmälle. Protoni sitoutuu aminoryhmän typpiin. Merkitty nuolella.



12.





Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 4

Nimi: _____ Pisteet: ____/10 p

Vastaa tehtäviin merkitsemällä onko väittämä oikein vai väärin. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. DNA:n rakenteessa esiintyvän monosakkaridin moolimassa on pienempi kuin RNA:n rakenteessa esiintyvän monosakkaridin moolimassa. _____
2. DNA:n kaksoiskierre eli alfa-heliksi muodostuu fosfodiesterisidoksilla. _____
3. Nukleiinihappojen rakenteissa esiintyvät emäkset ovat tyypeä sisältäviä heterosyklisiä orgaanisia yhdisteitä. _____
4. Nukleiinihapot ovat biopolymeerejä, joiden monomeerejä kutsutaan nukleoneiksi. _____
5. Tymiini ja urasiili voivat muodostaa yhtä monta vetysidosta. _____
6. Riboosi ja deoksiriboosi ovat viisi hiiliatomia sisältäviä monosakkarideja. _____
7. Deoksiriboosi eroaa riboosista siten, että siitä puuttuu yksi hydroksidiryhmä. _____
8. Termi RNA-polymeraasi viittaa siihen, että kyseessä on entsyymi. _____
9. DNA:n emäspariutumisella tarkoitetaan nukleotidien emäsosien välille muodostuvia vetysidoksia. _____
10. RNA:n rakenteessa esiintyviä tyypillisiä emäksiä on kaikkiaan viisi erilaista. _____



Mooli 2 - Jakso 5. Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – testi 4

Oikeat vastaukset:

1. 0

2. V

3. 0

4. V

5. 0

6. 0

7. V

8. 0

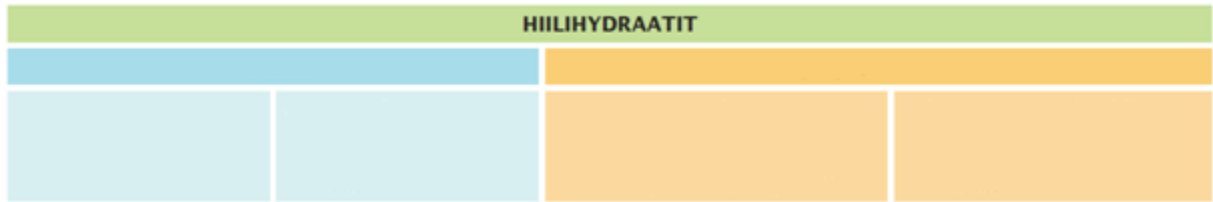
9. 0

10. V



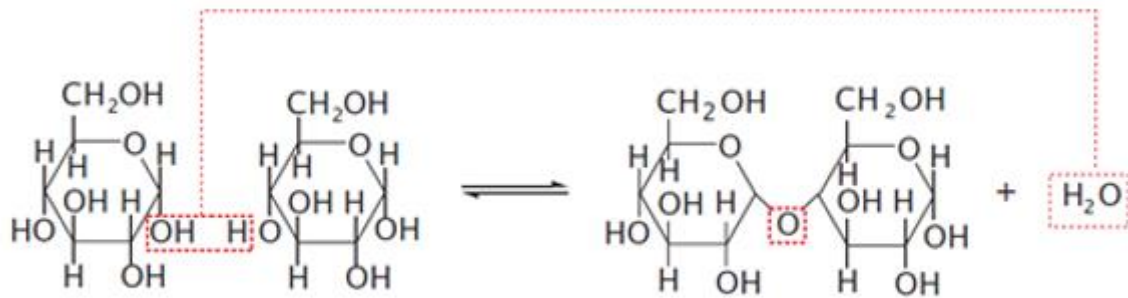
Kaavioita ja kuvapohjia

Täydennä kaavio ja anna esimerkkejä



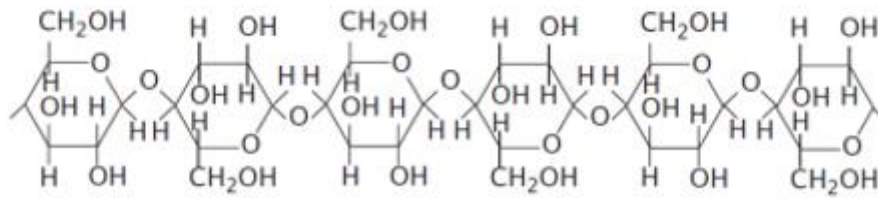
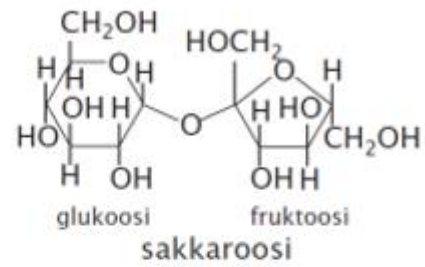
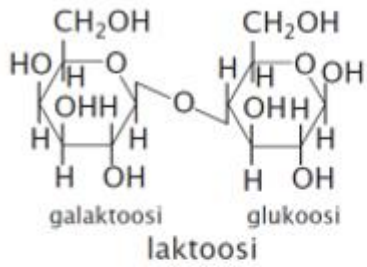


Monosakkaridien liittyminen disakkaridiksi





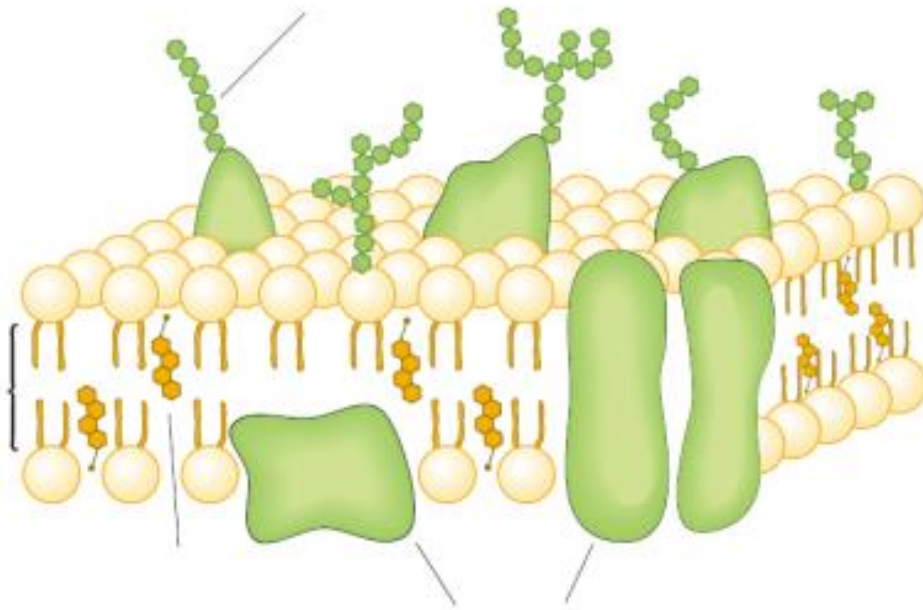
Erilaisia hiilihydraatteja



Selluloosan glukoosiketjua.

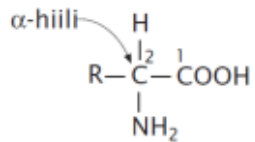
Solukalvon rakennetta

Täydennä viivoilla ja kaarisululla merkittyihin kohtiin, mitä biomolekyylejä kyseisissä kohdissa esiintyy.

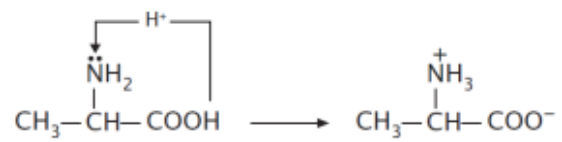




2- eli α -aminohapon yleinen rakennekaava ja alaniinin kahtaisionin muodostuminen



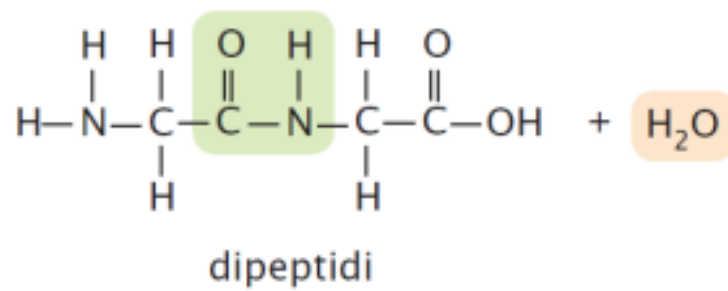
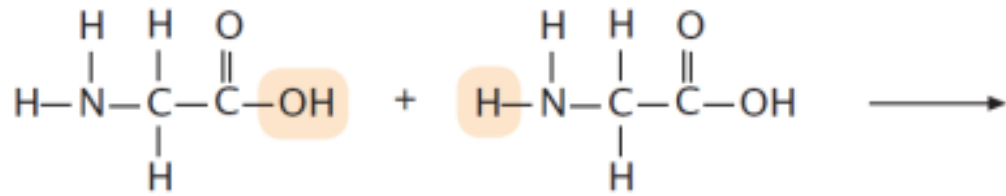
2- eli α -aminohapon yleinen rakennekaava.



Alaniinin kahtaisionin muodostuminen.

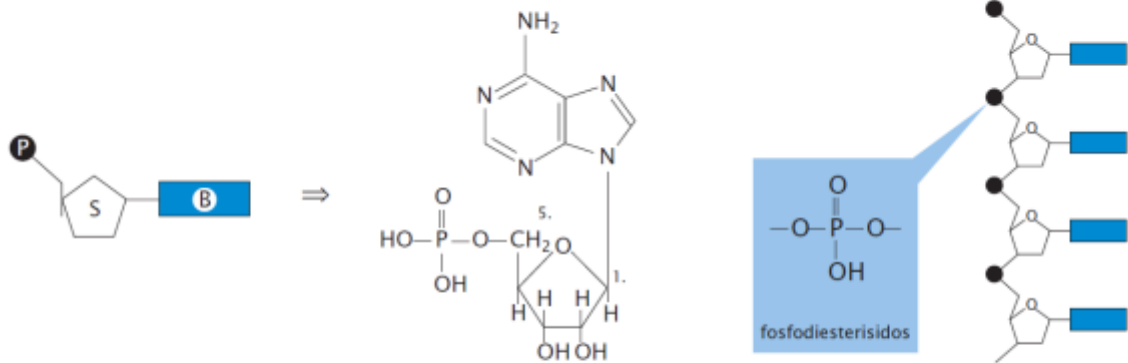


Dipeptidin muodostuminen





Nukleiinihappojen kemiallinen rakenne



Nukleotidin rakenneosat ovat sokeri (S), fosfaatti (P) ja emäs (B).

Pitkä polynukleotidiketju syntyy nukleotidien välisillä fosfodiesterisidoksilla.



Jakso 5 Biomolekyylit ja solun kolmiulotteinen maailma – laskutehtävien ratkaisut

5.1 Hiilihydraatit

5.7

Ratkaisu:

a)

$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 3,3 - 5,5 \text{ mmol/l} = 3,3 \cdot 10^{-3} - 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ (Huomaa potenssimerkintä!)

$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$

$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ?$

Ratkaistaan, mikä massa glukoosia on litrassa verta suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta $m = n \cdot M$.

Tehtävässä annetun pitoisuuden alarajalla

$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 180,156 \text{ g/mol} = 0,5945 \text{ g/l} \approx 0,59 \text{ g/l}$.

Tehtävässä annetun pitoisuuden ylärajalla

$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 180,156 \text{ g/mol} = 0,9909 \text{ g/l} \approx 0,99 \text{ g/l}$.



b)

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 70 \text{ mg} = 0,070 \text{ g} \text{ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)}$$

$$V(\text{veri}) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l} \text{ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ?$$

Lasketaan glukoosin ainemäärä 100 ml:ssa verta:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{0,070 \text{ g}}{180,156 \text{ g/mol}} = 0,0003886 \text{ mol.}$$

Ratkaistaan veren glukoosikonsentraatio ainemäärän ja veren tilavuuden avulla:

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{V(\text{veri})} = \frac{0,0003886 \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 0,003886 \text{ mol/l} \approx 3,9 \text{ mmol/l.}$$

Veren glukoosikonsentraatio oli normaali.



5.8

Ratkaisu:

a)

Glukoosia sisältävästä makeisesta glukoosi imeytyy nopeasti verenkiertoon ja on käytettävissä sellaisenaan solujen energialähteeksi. Sokeripala sisältää sakkaroosia, joka on glukoosin ja fruktoosin muodostama disakkaridi. Ennen kuin glukoosia voidaan hyödyntää energialähteenä, sakkaroosi tulee pilkkoa, jolloin glukoosi vapautuu. Sakkaroosin toista monosakkaridia, fruktoosia ei voida sellaisenaan hyödyntää energialähteenä, joten energiansaanti sakkaroosista on hitaampaa.

b)

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 100 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$\text{Vapautuva energiamäärä} = 2\,870 \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ}$$

Lasketaan glukoosin ainemäärä 100 grammassa:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{100 \text{ g}}{180,156 \text{ g/mol}} = 0,55507 \text{ mol.}$$

Tästä saatava energiamäärä on $0,55507 \text{ mol} \cdot 2\,870 \text{ kJ/mol} = 1\,593,1 \text{ kJ} \approx 1\,590 \text{ kJ}$.

Muutetaan ilmoitettu päivittäinen energiatarve kilojouleiksi:

$$1\,800 \text{ kcal} \cdot 4,1868 \text{ kJ/kcal} = 7\,536 \text{ kJ.}$$



Lasketaan, kuinka monta prosenttia 100 grammasta glukoosia saatava energiamäärä on tarvittavasta kokonaisenergiämäärästä:

$$\frac{1590 \text{ kJ}}{7536 \text{ kJ}} \cdot 100 \% = 21,110 \% \approx 21,1 \%$$

5.9

Ratkaisu:

$$m\text{-\%}(\text{ksylitoli}) = 63,0 = 0,630$$

$$m(\text{purukumipala}) = 1,45 \text{ g}$$

$$M(\text{ksylitoli}) = (5 \cdot 12,01 + 12 \cdot 1,008 + 5 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 152,146 \text{ g/mol}$$

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

$$N(\text{ksylitolimolekyylit}) = ?$$

Ratkaistaan aluksi, mikä massa ksylitolia on yhdessä purukumipalassa:

$$m(\text{ksylitoli}) = 0,630 \cdot 1,45 \text{ g} = 0,91350 \text{ g.}$$

Ratkaistaan ksylitolin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{ksylitoli}) = \frac{m(\text{ksylitoli})}{M(\text{ksylitoli})} = \frac{0,91350 \text{ g}}{152,146 \text{ g/mol}} = 6,0041 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Ratkaistaan kysytty ksylitolimolekyyliden lukumäärä suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$, josta $N = n \cdot N_A$:

$$\begin{aligned} N(\text{ksylitolimolekyylit}) &= n(\text{ksylitoli}) \cdot N_A \\ &= 6,0041 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 3,6157 \cdot 10^{21} \approx 3,62 \cdot 10^{21}. \end{aligned}$$



5.10

Ratkaisu:

a) Tutkittava sokeriliuos sisälsi fruktoosia, sillä se on annettujen lisätietojen perusteella ainut sokeri, joka kääntää polarimetrisessä mittauksessa tasopolarisoidun valon värähtelytasoa vasemmalle.

b) Hyödynnetään lisätietona annettua suureyhtälöä $[\alpha] = \frac{\alpha}{c \cdot l}$ ja ratkaistaan siitä tutkitun fruktoosiliuoksen pitoisuus c yksikössä g/ml:

$$c = \frac{\alpha}{[\alpha] \cdot l}$$

sijoitetaan tähän suureyhtälöön seuraavat lukuarvot

$$\alpha = 22$$

$$l = 1$$

$$[\alpha] = 92$$

$$\Rightarrow c = \frac{22}{92 \cdot 1} = 0,2391.$$



Polarimetrisen mittauksen tuloksena tutkitun sokeriliuoksen (fruktoosiliuoksen) pitoisuus oli 0,2391 g/ml. Lasketaan tämän pitoisuuden avulla liuoksen konsentraatio:

$$m(\text{fruktoosi}) = 0,2391 \text{ g}$$

$$V(\text{liuos}) = 1,0 \text{ ml} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

$$M(\text{fruktoosi}) = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{fruktoosi}) = \frac{m}{M} = \frac{0,2391 \text{ g}}{180,156 \text{ g/mol}} = 1,327 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c(\text{fruktoosi}) = \frac{n}{V} = \frac{1,327 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ l}} = 1,327 \text{ mol/l} \approx 1,3 \text{ mol/l}.$$



5.2 Lipidit ja rasvat

5.15

Ratkaisu:

Poltettavan rasvan sisältämä kokonaisenergiamäärä on $125 \text{ g} \cdot 38,0 \text{ kJ/g} = 4750,0 \text{ kJ}$.

Tämän energiamäärän polttamiseen tarvittava aika on:

$$\frac{4750,0 \text{ kJ}}{68,0 \text{ kg} \cdot 0,450 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{min}}} = 155,23 \text{ min} \approx 2 \text{ h } 35 \text{ min} .$$

5.17

Ratkaisu:

a) Veren kokonaiskolesterolipitoisuuden tulisi olla alle 5 mmol/l ja LDL-kolesterolia tulisi olla alle 3 mmol/l . Potilaan ei siis ole syytä huolestua mitaustuloksista.

b)

$c(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 3,9 \text{ mmol/l} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ (Huomaa potenssimerkintä!)

$V(\text{veri}) = 5,0 \text{ l}$

$M(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 386,638 \text{ g/mol}$

$m(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = ?$



Lasketaan ensin verenkierrossa olevan kolesterolin kokonaisainemäärä suureytälöstä

$$c = \frac{n}{V}, \text{ josta } n = c \cdot V :$$

$$n(\text{kolesteroli}) = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 5,0 \text{ l} = 0,01950 \text{ mol} .$$

Lasketaan kysytty kolesterolin massa suureytälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta $m = n \cdot M$:

$$m(\text{kolesteroli}) = 0,01950 \text{ mol} \cdot 386,638 \text{ g/mol} = 7,539 \text{ g} \approx 7,5 \text{ g} .$$



5.3 Proteiinit

5.25

Ratkaisu:

$$M(\text{insuliini}) = 5\,807 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{insuliini}) = 80 \text{ mg} = 0,080 \text{ g (huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)}$$

$$V(\text{veri}) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l (huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)}$$

$$c(\text{insuliini}) = ?$$

Lasketaan insuliinin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{insuliini}) = \frac{0,080 \text{ g}}{5807 \text{ g/mol}} = 0,00001378 \text{ mol.}$$

Lasketaan insuliinikonsentraatio suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c(\text{insuliini}) = \frac{0,00001378 \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 0,0001378 \text{ mol} \approx 0,14 \text{ mmol/l.}$$



5.26

Ratkaisu:

a)

$$m(\text{tuote}) = 60 \text{ g}$$

$$m\text{-}\%(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 12 \% = 0,12$$

$$M(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 294,304 \text{ g/mol}$$

$$n(C_{14}H_{18}N_2O_5) = ?$$

Lasketaan aspartaamin massa ilmoitetun massaprosenttisen osuuden avulla:

$$m(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 60 \text{ g} \cdot 0,12 = 7,2 \text{ g}.$$

Lasketaan tätä massaa vastaava aspartaamin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{aspartaami}) = \frac{7,2 \text{ g}}{294,304 \text{ g/mol}} = 0,02446 \text{ mol} \approx 24 \text{ mmol}.$$

b)

$$n(\text{aspartaami}) = 0,02446 \text{ mol}$$

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

$$N(\text{aspartaami}) = ?$$



Aspartaamimolekyylien lukumäärä saadaan ratkaistua suureyhtälöstä

$$n = \frac{N}{N_A}, \text{ josta } N = n \cdot N_A :$$

$$N(\text{aspartaami}) = 0,02446 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$= 1,473 \cdot 10^{22} \approx 1,5 \cdot 10^{22}.$$

c)

$$m(\text{tuote}) = 1,2 \text{ g}$$

$$m\text{-}\%(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 12 \% = 0,12$$

$$V(\text{mehu}) = 5,0 \text{ dl} = 0,50 \text{ l (Huomaa yksikkömuunnos!)}$$

$$c(C_{14}H_{18}N_2O_5) = ?$$

Lasketaan aspartaamin massa lusikallisessa tuotetta massaprosenttisen osuuden perusteella:

$$m(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 1,2 \text{ g} \cdot 0,12 = 0,1440 \text{ g}.$$

Lasketaan aspartaamin ainemäärä:

$$n(\text{aspartaami}) = \frac{0,1440 \text{ g}}{294,304 \text{ g/mol}} = 0,0004893 \text{ mol}.$$

Mehun aspartaamikonsentraatio on:

$$c(\text{aspartaami}) = \frac{0,0004893 \text{ mol}}{0,50 \text{ l}} = 0,0009786 \text{ mol/l} \approx 0,00098 \text{ mol/l}.$$



d)

$$c_1 = 0,0009786 \text{ mol/l}$$

$$V_1 = 0,50 \text{ l}$$

$$V_2 = 140 \text{ ml} = 0,140 \text{ l}$$

$$c_2 = ?$$

Koska aspartaamin ainemäärä ei muutu, eli $n_1 = n_2$, voidaan mehun alkuperäisen aspartaamikonsentraation (c_1) ja aspartaamikonsentraatiolle veden haihdutuksen jälkeen (c_2) laatia lauseke:

$$c_1 V_1 = c_2 V_2, \text{ josta ratkaistuna } c_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_2}$$

$$\Rightarrow c_2 = \frac{0,0009786 \cdot 0,50 \text{ l}}{0,140 \text{ l}} = 0,003495 \text{ mol/l} \approx 0,0035 \text{ mol/l}.$$



5.4 Nukleiinihapot

5.32

Ratkaisu:

Koska pitoisuutta 1,0 mg/ml vastaa absorbanssiarvo 20, voidaan valmistetun liuoksen DNA-pitoisuus x (mg/ml), ratkaista verrannosta:

$$\frac{1,0}{20} = \frac{x}{0,032}, \text{ josta ratkaisuna } x = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mg/ml.}$$