

# Päähaku, molekyylibiotieteiden kandiohjelma

## Valintakoe 26.4.2019 klo 9.00 – 13.00

Kirjoita henkilö- ja yhteystietosi tekstaamalla.

Kirjoita nimesi latalaisilla kirjaimilla (abcd...), älä esimerkiksi kyrillisillä kirjaimilla (абгд...).

Jos sinulla ei ole suomalaista henkilötunnusta, kirjoita sen asemesta syntymäaikasi.

Kirjoita henkilötiedot kaikille sivuille.

Sukunimi	
Kaikki etunimet	
Henkilötunnus	
Sähköpostiosoite	
Puhelinnumero	

Tarkista sivunumeroiden avulla, että olet saanut kaikki sivut.

Kirjoita alla olevaan laatikkoon nimikirjoituksesi merkinä siitä, että olet tarkistanut edellä mainitut asiat.

Nimikirjoitus	
---------------	--

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamasi vastaukset arvostellaan, jätä alla oleva laatikko tyhjäksi.

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamiasi vastauksia ei arvostella, kirjoita alla olevaan laatikkoon teksti "*Haluan, että vastauksiani ei arvostella*". Tässä tapauksessa saat vastauksistasi nolla pistettä.

Arvostelusta luopuminen	
-------------------------	--

## Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi

Tarkista, että saamassasi koenipussa on kansilehden ja ohjesivujen (s. 1-2) lisäksi:

- kysymys- ja vastausosio (s. 3-13)
  - liitteet (jaksollinen järjestelmä ja taulukkoaineistot) (s. 14-16)
  - yksi ruutupaperiarkki omia muistiinpanoja varten (konseptipaperi)
  - laskin.
- Tehtävien vastaukset kirjoitetaan kysymys- ja vastausosioon.
  - Tarkista, että olet kirjoittanut nimesi ja henkilötunnuksesi kaikkiin vastauslomakkeisiin.
  - Kirjoita vastauksesi
    - suomeksi. Muilla kielillä kirjoitettuja vastauksia ei huomioida arvostelussa.
    - koemonisteelle. Kirjoita kukin vastaus sille varattuun tilaan. Arvostelija ei huomioi merkintöjä, jotka ovat vastaukselle varatun tilan ulkopuolella.
    - lyijykynällä ja selvällä käsialalla. Arvostelija tulkitsee tulkinnanvaraiset merkinnät vähiten pisteitä tuottavan vaihtoehdon mukaisesti.
  - Älä kirjoita vaihtoehtoisia vastauksia. Jos kirjoitat vaihtoehtoisia vastauksia, arvostelussa huomioidaan vain vastaus, josta saat vähiten pisteitä.
  - Voit luonnostella vastauksiasi ruutupaperille. Ruutupaperille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa. Olet saanut yhden arkin ruutupaperia. Voit tarvittaessa pyytää lisää ruutupaperia valvojalta.
  - Pidä koemateriaalisi niin, että lähelläsi istuvat hakijat eivät pysty katsomaan vastauksiasi ja merkintöjasi. Erityisesti pidä ne vastaukset, jotka olet jo kirjoittanut, suojassa uteliailta katseilta. Säilytä valmiit vastaukset konseptiarkin sisällä.

## Pisteyttäminen

Valintakokeesta voi saada enintään 120 pistettä. Tehtävät pisteytetään vähintään yhden pisteen välein. Tehtäväkohtaiset pisteet on ilmoitettu tehtävän kohdalla.

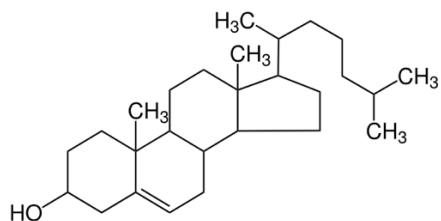
Hyväksyttävissä olevan hakijan on saatava vähintään 70 % kaikkien kokeeseen osallistuneiden saamien koepisteiden keskiarvosta.

## Kun aiot palauttaa koepaperit

Muista kirjoittaa koepaperinipun kansilehdelle allekirjoituksesi, sekä nimesi kaikille pyydetyille sivuille. Kun lähdet palauttamaan koepapereita, ota mukaasi kaikki tavarat istumapaikaltasi. Palauta kaikki saamasi paperit, myös suttupaperit, vaikket olisikaan tehnyt joitakin tehtäviä tai mitään tehtäviä. Todista henkilöllisyytesi, kun palautat paperit. Kokeen valvoja merkitsee kokeeseen osallistumisen ja koepapereiden palautuksen osallistujalistaan. Tarvittaessa saat kokeen valvojalta erillisen todistuksen valintakokeeseen osallistumisesta.

**Tehtävä 1 (30 pistettä)**

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



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

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

---

---

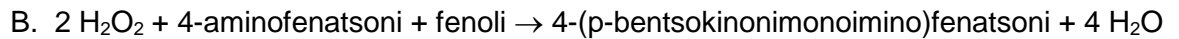
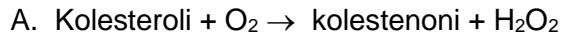
---

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

---

---

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



4-(p-bentsokinonimonoimino)fenatsoni on värillinen yhdiste ja sen pitoisuus voidaan mitata fotometrisesti. Määritysreaktiossa 0.2 ml:n seeruminäytteestä muodostui  $0.6 \times 10^{-6}$  mol 4-(p-bentsokinonimonoimino)fenatsonia. Mikä oli seeruminäytteen kolesterolipitoisuus (mol/l)? (8 p)

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

---

---

---

---



d. Taulukkokirjoissa annettava arvo  $\Delta G^\circ$  kertoo Gibbsin energianmuutoksen standardiolosuhteissa (1 ilmakehän paine, lämpötila  $25\text{ }^\circ\text{C} = 298\text{ K}$ , neutraali pH ja kaikkien reaktanttien konsentraatio  $1\text{ M}$ ).

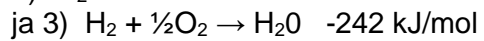
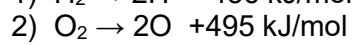
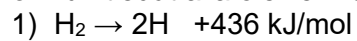
$\Delta G$  reaktiolle  $A + B \rightarrow C + D$  standardiolosuhteista poikkeavissa oloissa voidaan laskea kaavalla

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

jossa R on kaasuvakio  $8,314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ , ja T lämpötila (K).

Kun fosfoarginiini hydrolysoituu arginiiniksi ja fosfaatiksi,  $\Delta G^\circ$  on  $-32\text{ kJ mol}^{-1}$ . Mikä on todellinen  $\Delta G$  hummerin lihaksessa  $20\text{ }^\circ\text{C}$ :ssä, kun fosfoarginiinin konsentraatio on  $6,5\text{ mM}$ , arginiinin  $2,6\text{ mM}$  ja fosfaatin  $5,0\text{ mM}$ ? Vedelle käytetään  $1\text{ M}$  konsentraatiota. Esitä tärkeimmät välivaiheet. (ks. Liite 2) (6 p)

e. Kun tiedät alla olevien reaktioiden reaktiolämmöt



niin laske reaktiolämpö reaktiolle  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H} + \text{O}$  ja arvioi tämän perusteella H-O sidoksen sidosenergia.

Esitä tärkeimmät välivaiheet laskuissa ja päätelmissä. (10 p)

**Tehtävä 3 (30 pistettä)**

a. Antibioottiresistenssi on maailmanlaajuinen ongelma. Osaksi tämä johtuu  $\beta$ -laktaamiantibioteille resistenteistä bakteereista, jotka tuottavat antibiootteja hajottavaa  $\beta$ -laktamaasi-entsyymiä. Alla oleva kuva esittää *Klebsiella pneumoniae* -bakteerin  $\beta$ -laktamaasin ja sitä koodaavan geenin (blaOXA-1) sekvenssiä. (ks. Liite 3)

```

gene      198074..198904
          /gene="blaOXA-1"
CDS       198074..198904
          /gene="blaOXA-1"
          /codon_start=1
          /transl_table=11
          /product="beta-lactamase"
          /protein_id="AHG56121.1"
          /translation="MKNTIHHINFAIFLIIANIIYSSASASTDISTVASPLFEGTEGCF
          LLYDASTNAEIAQFNKAKCATQMAPDSTFKIALSLMAFDAEIIDQKTIFKWDKTPKGM
          EIWNSNHTPKTWMQFSVVVVSQEITQKIGLNKIKNYLKDFDYGNDQDFSGDKERNNGLT
          EAWLESSLKISPEEQIQFLRKIINHNLVPKNSAIENTIENMYLQDLNSTKLYGKTGA
          GFTANRTLQNGWFEFGFIISKSGHKYVFSALTGNLGSNLTSSIKAKKNAITILNLTNL"

198001 acgttgggcg aacccggagc ctcattaatt gttagccggt aaaattaagc cctttaccaa
198061 accaatactt attatgaaaa acacaatata tatcaacttc gctatTTTTT taataattgc
198121 aatattatc tacagcagcg ccagtgcatc aacagatata tctactgttg catctccatt
198181 atttgaagga actgaagggt gttttttact ttacgatgca tccacaaacg ctgaaattgc
198241 tcaattcaat aaagcaaagt gtgcaacgca aatggcacca gattcaactt tcaagatcgc
198301 attatcactt atggcatttg atgcggaaat aatagatcag aaaaccatat tcaaatggga
198361 taaaaccccc aaaggaatgg agatctggaa cagcaatcat acaccaaaga cgtggatgca
198421 attttctggt gtttgggttt cgcaagaaat aacccaaaaa attggattaa ataaaatcaa
198481 gaattatctc aaagattttg attatggaaa tcaagacttc tctggagata aagaaagaaa
198541 caacggatta acagaagcat ggctcgaag tagcttaaaa atttcaccag aagaacaat
198601 tcaattcctg cgtaaaatta ttaatcacia tctcccagtt aaaaactcag ccatagaaaa
198661 caccatagag aacatgtatc tacaagatct ggataatagt acaaaaactgt atgggaaaac
198721 tggatgagga ttacagcaa atagaacctt acaaaacgga tggtttgaag gttttattat
198781 aagcaaatca ggacataaat atgtttttgt gtccgcactt acaggaaact tggggtcgaa
198841 tttaacatca agcataaaag ccaagaaaaa tgcgatcacc attctaaaca cactaaattt
198901 ataaaaaatc taatggcaaa atcgccaac cttcaatca agtcgggacg gccaaaagca

```

Merkitse kuvaan pystyviivalla DNA-sekvenssiin kohta, josta  $\beta$ -laktamaasientsyymien rakennetta (aminohappojärjestystä) koodaava sekvenssi alkaa.

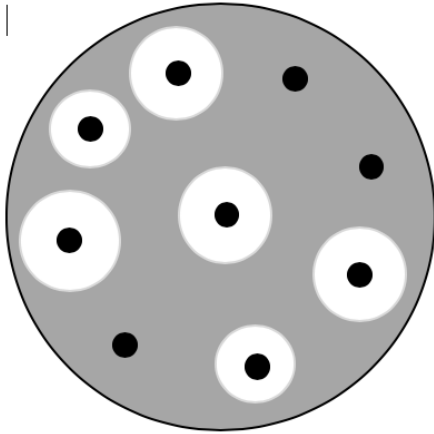
Mikä on geenin koodaaman proteiinin ensimmäinen aminohappo?





c. Antibioottien teho bakteerikantaan voidaan määrittää esimerkiksi antibioottitabletteja käyttävällä kiekkoherkkyysmenetelmällä. Alla oleva kuva esittää testin tulosta. Kerro lyhyesti

- miten testi on tehty
- mitä harmaa, musta ja valkoinen väri kuvaavat
- mitä tulokset tarkoittavat





**Tehtävä 4 (30 pistettä)**

Huom! Ennen vastaamista **tutustu merkintätapoihin** jotka on kerrottu kysymysten jälkeen. **Muita merkintätapoja ei hyväksytä. Kirjoita kaikkiin vastauksiin ainoastaan vanhempien genotyypit ja fenotyypit**, niitä ei tarvitse erikseen perustella!

**Lisätiedot:** Alla kuvatut kolme geeniä sijaitsevat **eri kromosomeissa** ts. eivät ole kytkeytyneet toisiinsa. Sukupuoli määräytyy banaanikärpäsellä seuraavasti: XX on naaras, XY on koiras.

**a.** Resessiivinen mutaatio banaanikärpäsän *rudimentary*-geenissä aiheuttaa pienikokoiset siivet villityypisten eli normaalien kärpästen siipiin verrattuna. Kahta kärpäskantaa risteytettäessä niiden jälkeläistön fenotyyppijakauma oli seuraavanlainen: kaikkien naaraiden siivet olivat normaalin kokoiset, kun taas kaikkien koiraiden siivet olivat pienikokoiset. Mitkä olivat vanhempien genotyypit ja fenotyypit? (6 p)

---

---

---

**b.** Mitkä ovat vanhempien genotyypit ja fenotyypit, jos kohdassa **a** kuvatun risteytyksen jälkeläistössä sekä koirailta että naarailta 50 %:lla on normaalit siivet ja 50 %:lla pienikokoiset siivet? (6 p)

---

---

---

**c.** Banaanikärpäsän ruumiinväri on normaalisti vaaleanruskea: Resessiivinen mutaatio geenissä *ebony* aiheuttaa mustan ruumiinvärin. Yllä kuvattu mutaatio *rudimentary*-geenissä aiheuttaa pienikokoiset siivet normaaleihin siipiin verrattuna. Kahta kärpäskantaa risteytettäessä niiden jälkeläistön fenotyyppijakauma oli seuraavanlainen: 50 %:lla kärpäksistä oli musta ruumiinväri ja kaikkien koiraiden siivet olivat pienikokoiset. Mitkä olivat vanhempien genotyypit ja fenotyypit? (6 p)

---

---

---

d. Banaanikärpäsellä on normaalisti punaiset silmät. Resessiivinen mutaatio geenissä *brown* mutaatio aiheuttaa ruskeat silmät. Yllä kuvattu mutaatio geenissä *ebony* aiheuttaa mustan ruumiinväriä normaalin vaaleanruskean sijaan. Kahta kärpäskantaa risteytettäessä niiden jälkeläistön fenotyypijakauma oli seuraavanlainen: 12,5 %:lla kärpäksistä oli punaiset silmät ja musta ruumiinväri, 12,5 %:lla oli ruskeat silmät ja musta ruumiinväri, 37,5 %:lla oli ruskeat silmät ja normaali ruumiinväri, 37,5 % kärpäksistä oli fenotyypiltään villityypisiä. Mitkä olivat vanhempien genotyypit ja fenotyypit? (6 p)

---

---

---

e. Mitkä ovat vanhempien genotyypit ja fenotyypit, jos kohdassa d kuvatussa risteytyksessä kaikkia neljää kohdassa d kuvattua fenotyyppiä saadaan samat määrät? (6 p)

---

---

---

#### Merkintätavat genotyypeille:

*rudimentary*-geenin villityypinen eli normaali alleeli: R

*rudimentary*-geenin mutantti alleeli: r

*ebony*-geenin villityypinen eli normaali alleeli: E

*ebony*-geenin mutantti alleeli: e

*brown*-geenin villityypinen eli normaali alleeli: B

*brown*-geenin mutantti alleeli: b

Y-kromosomi: Y

vastinkromosomit (myös sukupuolikromosomit) erotetaan kauttaviivalla eli symbolilla / ei-vastinkromosomit erotetaan puolipisteellä eli symbolilla ;

Oikea merkintätapa genotyypille jos geenien lyhenteet olisivat A, B ja C (kuvitteellisia esimerkkejä):

esim. **A/a** tai **a/Y** tai **A/A**; **B/b** tai **a/Y**; **B/B** tai **B/b**; **C/c** tai **b/b**; **C/C** jne.

#### Fenotyypit:

normaalit siivet

pienet siivet

normaali ruumiinväri

musta ruumiinväri

punaiset silmät

ruskeat silmät

esim. normaalit siivet, musta ruumiinväri

tai ruskeat silmät, normaali ruumiinväri jne.



**LIITE 2**

Lukujen luonnollisia logaritmeja.

<i>Luku</i>	<i>ln</i>	<i>Luku</i>	<i>ln</i>
1	0	10000	9,2103
2	0,6931	1000	6,9078
3	1,0986	100	4,6052
4	1,3863	10	2,3026
5	1,6094	0,1	-2,3026
6	1,7918	0,01	-4,6052
7	1,9459	0,001	-6,9078
8	2,0794	0,0001	-9,2103
9	2,1972		

## LIITE 3

## Lähetti-RNA:n 64 koodonia ja niiden koodaamat aminohapot.

Koodin suunta on 5' → 3'.

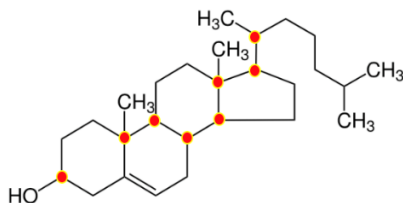
		2. emäs			
		U	C	A	G
1. emäs	U	<b>UUU</b> Fenyylialaniini (F)	<b>UCU</b> Seriini (S)	<b>UAU</b> Tyrosiini (Y)	<b>UGU</b> Kysteiini (C)
		<b>UUC</b> Fenyylialaniini (F)	<b>UCC</b> Seriini (S)	<b>UAC</b> Tyrosiini (Y)	<b>UGC</b> Kysteiini (C)
		<b>UUA</b> Leusiini (L)	<b>UCA</b> Seriini (S)	<b>UAA</b> STOP	<b>UGA</b> STOP
		<b>UUG</b> Leusiini (L)	<b>UCG</b> Seriini (S)	<b>UAG</b> STOP	<b>UGG</b> Tryptofaani (W)
	C	<b>CUU</b> Leusiini (L)	<b>CCU</b> Proliniini (P)	<b>CAU</b> Histidiini (H)	<b>CGU</b> Arginiini (R)
		<b>CUC</b> Leusiini (L)	<b>CCC</b> Proliniini (P)	<b>CAC</b> Histidiini (H)	<b>CGC</b> Arginiini (R)
		<b>CUA</b> Leusiini (L)	<b>CCA</b> Proliniini (P)	<b>CAA</b> Glutamiini (Q)	<b>CGA</b> Arginiini (R)
		<b>CUG</b> Leusiini (L)	<b>CCG</b> Proliniini (P)	<b>CAG</b> Glutamiini (Q)	<b>CGG</b> Arginiini (R)
	A	<b>AUU</b> Isoleusiini (I)	<b>ACU</b> Treoniini (T)	<b>AAU</b> Asparagiini (N)	<b>AGU</b> Seriini (S)
		<b>AUC</b> Isoleusiini (I)	<b>ACC</b> Treoniini (T)	<b>AAC</b> Asparagiini (N)	<b>AGC</b> Seriini (S)
		<b>AUA</b> Isoleusiini (I)	<b>ACA</b> Treoniini (T)	<b>AAA</b> Lysiini (K)	<b>AGA</b> Arginiini (R)
		<b>AUG</b> Metioniini (M), <i>START</i>	<b>ACG</b> Treoniini (T)	<b>AAG</b> Lysiini (K)	<b>AGG</b> Arginiini (R)
	G	<b>GUU</b> Valiini (V)	<b>GCU</b> Alaniini (A)	<b>GAU</b> Asparagiinihappo (D)	<b>GGU</b> Glysiini (G)
		<b>GUC</b> Valiini (V)	<b>GCC</b> Alaniini (A)	<b>GAC</b> Asparagiinihappo (D)	<b>GGC</b> Glysiini (G)
		<b>GUA</b> Valiini (V)	<b>GCA</b> Alaniini (A)	<b>GAA</b> Glutamiinihappo (E)	<b>GGA</b> Glysiini (G)
		<b>GUG</b> Valiini (V)	<b>GCG</b> Alaniini (A)	<b>GAG</b> Glutamiinihappo (E)	<b>GGG</b> Glysiini (G)



# Molekyylibiotieteet: valintakokeen mallivastaukset 2019

## Tehtävä 1 (30 p)

a.



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

- b. O: 1 kpl, H: 46, C: 27.  $M = 1 \times 15.999 + 46 \times 1.008 + 27 \times 12.011 = 386.664 \text{ g/mol}$   
 $n = m/M \Rightarrow m = n \times M = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 386.664 \text{ g/mol} = \underline{0.3866 \text{ g}}$   
[2 pistettä oikein lasketusta molekyylimassasta, 2 pistettä oikein lasketusta massasta; pienistä virheistä vähennetään 1 piste; yht. 4 p.]
- c. Kolmeen: kolesterolin hydroksyliryhmän happi voi luovuttaa vetyatominsa yhteen vetysidokseen ja toimia vedyn vastaanottajana kahdessa vetysidoksessa.  
[Vetysidosten lukumäärästä 2 pistettä, oikeasta perustelusta 1 piste; yht. 3 p.]
- d.  $C_{45}H_{78}O_2$   
[Oikeasta molekyylikaavasta 3 pistettä; 2 pistettä jos vastauksessa on vähäinen (1 atomin) virhe; 1 piste, jos vastauksessa on kaksi vähäistä (1 atomin) virhettä tai yksi kahden atomin virhe; yht. 3 p.]
- e. Määritysreaktiosta nähdään että yhtä moolia kolesterolia kohti muodostuu 0.5 moolia 4-(p-bentsokinonimonoimino)fenatsonia. Näyte on siis sisältänyt  $2 \times 0.6 \times 10^{-6} \text{ mol} = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol}$  kolesterolia. Näytteen tilavuus on 0.2 ml, joten kolesterolin pitoisuus  $c = n/V = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol}/0.2 \times 10^{-3} \text{ l} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$  (eli 6 mM).  
[Oikeasta vastauksesta 8 p; 4 p, jos reaktion stökiometria ymmärretty väärin, mutta lasku muuten teknisesti oikein; kolesterolin oikein lasketusta ainemäärästä 4 p; ainemäärän oikeasta muuntamisesta molaariseksi konsentraatioksi 4 p; yht. 8 p.]
- f. Testosteroni: kivekset  
Estradioli: munasarjat  
Progesteroni: keltarauhanen, istukka  
Kortisoli: lisämunuaisen kuori  
Aldosteroni: lisämunuaisen kuori  
[1 piste oikein nimetystä hormonista ja 1 piste sitä erittävästä elimestä; yht. 4 p.]

## Tehtävä 2 (30 p)

- a. Kaksi monosakkaridia glukoosi ja fruktoosi liittynyt toisiinsa (2 p) hydroksyyliyhmiä välityksellä (1 p), vesi lohjennut pois (tästä ei lisäpistettä, eikä virhettä jos ei mainittu, mutta jos tämä mainittu "hydroksyyliyhmiä välityksellä" sijasta, niin saa 1 p). Vastauksesta disakkaridi saa 1 p, glukoosin ja fruktoosin disakkaridi 2 p. Se on hyvin polaarinen/sisältää paljon hydroksyyliyhmiä/voi muodostaa paljon vetysidoksia ja vastaavat hyväksytään kaikki 1 p arvoisiksi. Yht. 4 p.
- b. Valmistettavan liuoksen määrää ei annettu, joten mikä tahansa oikein valmistettu määrä käy. Esimerkiksi: punnitaan 570 g sakkaroosia ja 430 g vettä ja liuotetaan. Tästä ja vastaavista vastauksista 3p. Veden määräksi voi antaa myös 430 ml (saa siis olettaa veden tiheydeksi 1 g/ml).
- Jälkimmäisessä kysymyksessä on mitattava tehdyn liuoksen tilavuus tai tiheys (kumpikin siis oikein yksinään ja 2 p arvoinen), 1 p lisää kun selittää miten mittaa (esim. tilavuuden mittalasi tai tiheyden vaikkapa punnitsemalla 100 ml määrän liuosta). Vastauksesta "katson taulukosta" saa 1 p. Yht. 6 p.
- c. Kaavasta  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  saa 3 p, kun lisäksi selittää että  $\Delta H$  on entalpiamuutos (tai reaktiolämpö), T lämpötila ja  $\Delta S$  entropianmuutos. Jos vastaa ilman kaavaa, että riippuvainen entalpiasta, lämpötilasta ja entropian muutoksesta, niin 2 p. Osittain oikeista vastauksista vähemmän pisteitä. Spontaani negatiivisilla  $\Delta G$ :n arvoilla (tai vastaava vastaus), 1 p. Yht. 4 p.
- d. Tässä sijoitetaan annetut arvot kaavaan yksiköt huomioiden. Luonnollinen logaritmi tulee otettavaksi luvusta 0,002 (1 p), ja sen tuloksena -6,21 (2 p). Jälkimmäiseksi termiksi tulee -15130 J mol<sup>-1</sup> (2 p) ja lopulliseksi vastaukseksi yksikkömuunnosten jälkeen -47 kJ mol<sup>-1</sup> (1 p). Jälkimmäisistä osista voi saada pisteitä vaikka alussa virheitä. Jos ei esim. osaa laskea logaritmia (vaikkapa arvioi sen summittaisesti taulukon arvojen pohjalta), niin tällöin menettää 2 p ja voi saada kaikkiaan 4 p, jos on laskenut muuten oikein. Yht. 6 p.
- e. Pyydetyssä kokonaisreaktiossa reaktio 3 menee päinvastaiseen suuntaan (1 p), josta tulee +242 kJ/mol (1 p). Lisäksi siinä tapahtuu puolet reaktiosta 2 (1 p) josta tulee +247,5 kJ/mol (1 p), sekä reaktio 1 sellaisenaan (1 p), josta tulee +436 kJ/mol (1 p). yhteensä reaktiolämpö on siis 925,5 (tai 925 tai 926) kJ/mol (2 p) ja yhden H-O sidoksen energia siis noin 463 kJ/mol (viimeiset 2 p). Vastaukseen päädyttäessä voi käyttää myös esim. logiikkaa, jossa reaktioita lasketaan yhteen alakkain, oikeista välivaiheista tai osatuloksista saa pisteitä vastaavalla tavalla. Yht. 10 p.

## Tehtävä 3 (30 p)

a. (6 p)

```
gene          198074..198904
              /gene="bla0XA-1"
CDS           198074..198904
              /gene="bla0XA-1"
              /codon_start=1
              /transl_table=11
              /product="beta-lactamase"
              /protein_id="AHG56121.1"
              /translation="MKNTIHINFAIFLIIANIIYSSASASTDISTVASPLFEGTEGCF
LLYDASTNAEIAQFNKAKCATQMAPDSTFKIALSLMAFDAEIIDQKTIFKWDKTPKGM
EIWNSNHTPKTWMQFSVVWVSQEITQKIGLNKIKNYLKDFDYGNQDFSGDKERNNGLT
EAWLESSLKISPEEQIQFLRKIINHNLVPKNSAIENTIENMYLQDLNSTKLYGKTGA
GFTANRTLQNGWFEGFIISKSGHKYVFSALTGNLGSNLTSSIKAKKNAITILNTLNL"
```

```
198001 acgttggcg aaccggagc ctcattaatt gttagccgtt aaaattaagc cctttaccaa
198061 accaatactt attatgaaaa acacaatata tatcaacttc gctatTTTTT taataattgc
198121 aatattatc tacagcagcg ccagtgcatac aacagatatac tctactgttg catctccatt
198181 atttgaagga actgaagggtt gtttttact ttacgatgca tccacaaacg ctgaaattgc
198241 tcaattcaat aaagcaaagt gtgcaacgca aatggcacca gattcaactt tcaagatcgc
198301 attatcactt atggcatttg atgcggaaat aatagatcag aaaaccatat tcaaatggga
198361 taaaaccccc aaaggaatgg agatctggaa cagcaatcat acaccaaaga cgtggatgca
198421 aTTTTCTGTT GTTTGGGTTT cgcaagaaat aacccaaaaa attggattaa ataaaatcaa
198481 gaattatctc aaagattttg attatggaaa tcaagacttc tctggagata aagaagaaa
198541 caacggatta acagaagcat ggctcgaag tagcttaaaa atttcaccag aagaacaat
198601 tcaattcctg cgtaaaatta ttaatcaca tctcccagtt aaaaactcag ccatagaaaa
198661 caccatagag aacatgtatc tacaagatct ggataatagt acaaaactgt atgggaaaac
198721 tggtgcagga ttacagcaa atagaacctt acaaaacgga tggtttgaag ggtttattat
198781 aagcaaatca ggacataaat atgtttttgt gtccgcactt acaggaaact tggggtcgaa
198841 tttaacatca agcataaaag ccaagaaa aa tgcatcacc attctaaaca cactaaattt
198901 ataaaaaatc taatggcaaa atcgcccaac ctttcaatca agtcgggacg gccaaaagca
```

- numerosta 198074 (1 p)
- Metioniini (1 p)
- sense-aluke: 198422 – 198440 (1 p) ja antisense-aluke: 198849 – 198868 (2 p)
- 447 emäsparia / bp (1 p)

b. (6 p)

Konjugaatio, transformaatio ja transduktio (1 piste per mekanismi).

Konjugaatio: Bakteerit kiinnittyvät toisiinsa piluksen (hyväksytään uloke) välityksellä ja siirtyvät sitä kautta DNAta luovuttajalta vastaanottajalle (1 p).

Transformaatio: Elävä bakteerisolua ottaa sisään kuolleista bakteereista vapautunutta DNAta (1 p).

Transduktio: Bakteriofagi (hyväksytään virus) siirtää bakteeri-DNAta bakteerisolusta toiseen (1 p).

c. (6 p)

- i) Tutkittavaa bakteeriviljelmää on levitetty kasvatusmaljalle / elatusalustalle, jonka jälkeen sille on asetettu eri antibiootteja sisältäviä kiekkoja (tabletteja, nappeja) (1 p). Seuraavana päivänä tulkitaan tulokset yön yli kasvaneilta maljoilta.
- ii) Harmaa on bakteerikasvustoa ja musta eri antibioottinappeja (1 p), valkoinen alue on estorengas, jossa ei bakteerikasvua (1 p).
- iii) Jos bakteeri on herkkä tietylle antibiootille, jää antibioottinapin ympärille kirkas kehä, jossa ei ole bakteerikasvua (1 p). Jos taas bakteeri on resistentti jollekin antibiootille, kasvaa se kiinni kyseiseen nappiin (1 p). Kirkkaiden kehien halkaisijat mitataan ja tulosten perusteella päätellään mille antibiooteille kyseinen bakteeri on herkkä ja mille resistentti. Kuvan maljalla kasvava bakteerikanta on resistentti kolmelle antibiootille ja herkkä kuudelle (1 p). (Myös pelkästä viimeisestä lauseesta saa 3 p.)

d. (6 p)

Bakteerien nopean perintöaineksen muuntelun (evoluution) seurauksena antibiooteille vastustuskykyisiä (resistenttejä) bakteereita kehittyy jatkuvasti (1 p). Antibioottien lisääntynyt käyttö ja antibioottijäämät lisäävät vastustuskyvyn kehittymisen mahdollisuutta (1 p). Resistenssiä koodaavat geenit voivat siirtyä bakteerista toiseen (1 p). Resistenssin leviämistä edistää huono hygienia (1 p). Resistentit bakteerit voivat siirtyä ihmisestä toiseen suoraan tai eläimen tai ympäristön välityksellä, esim. sairaalassa (1 p). Kesken jäänyt antibioottikuuri voi johtaa henkiin jääneiden resistenttien bakteereiden lisääntymiseen kehossa (1 p). Samoin voi käydä, jos antibioottikuuri ei ole tarkoitukseen sopiva tai lääke on laadultaan huonoa (ongelmana etenkin kehitysmaissa) (1 p). Laajalle levinnyt matkailu mahdollistaa uusia resistenssigeenejä sisältävien patogeenien/ bakteerien nopean leviämisen ympäri maailmaa (1 p). Lisäksi tuotantoeläimille annetaan useissa maissa antibiootteja kasvun edistämiseksi, mikä edesauttaa resistenttien bakteerien syntymistä ja leviämistä ympäristöön (1 p).

e. (6 p)

Antibioottikuurit eivät enää tehoa ja monia yleisiä infektioita (esim. virtsatieinfektio, tippuri) ei voida enää parantaa lääkkeillä (2 p). Monet suuret kirurgiset leikkaukset ja kemoterapia käyvät vaarallisiksi, koska antibiooteilla ei voida torjua mahdollisia immunopuutteisten potilaiden (sairaala)infektioita (2 p). Uusien antibioottien kehittäminen on kallista ja hidasta ja niitä ei tule markkinoille yhtä nopeasti, kun vanhoille antibiooteille syntyy resistenssiä (2 p). Joudutaan käyttämään yhä vahvempia lääkekuureja ja laaja-kirjoisempia antibiootteja, jotka aiheuttavat monia sivuoireita kuten ihmisen luonnollisen bakteerikannan häiriintymisestä johtuvaa antibioottiripulia (2 p). Lääkehoidosta tulee hyvin kallista, kun joudutaan käyttämään kalliita, viimeiseksi varaksi säästettyjä antibiootteja, joihin köyhemmissä maissa ei ole edes varaa (2 p). Työikäisten ihmisten kuolemat yllättäviin infektioihin tulevat kalliiksi kansantaloudelle (2 p).

## Tehtävä 4 (30 pistettä)

- a) naaraan genotyyppi:  $r/r$   
koiraan genotyyppi:  $R/Y$   
fenotyyppi: pienet siivet  
fenotyyppi: normaalit siivet
- b) naaraan genotyyppi:  $R/r$   
koiraan genotyyppi:  $r/Y$   
fenotyyppi: normaalit siivet  
fenotyyppi: pienet siivet
- tai** (yksi vaihtoehto riittää):  
1. vanhempi genotyyppi:  $R/r$   
2. vanhempi genotyyppi:  $r/r$   
fenotyyppi: normaalit siivet  
fenotyyppi: pienet siivet
- c) naaraan genotyyppi:  $r/r; E/e$   
koiraan genotyyppi:  $R/Y; e/e$   
fenotyyppi: pienet siivet, normaali ruumiinväri  
fenotyyppi: normaalit siivet, musta ruumiinväri
- tai** (yksi vaihtoehto riittää):  
naaraan genotyyppi:  $r/r; e/e$   
koiraan genotyyppi:  $R/Y; E/e$   
fenotyyppi: pienet siivet, musta ruumiinväri  
fenotyyppi: normaalit siivet, normaali ruumiinväri
- d) 1. vanhempi genotyyppi:  $b/b; E/e$   
2. vanhempi genotyyppi:  $B/b; E/e$   
fenotyyppi: ruskeat silmät, normaali ruumiinväri  
fenotyyppi: punaiset silmät, normaali ruumiinväri
- e) 1. vanhempi genotyyppi:  $b/b; e/e$   
2. vanhempi genotyyppi:  $B/b; E/e$   
fenotyyppi: ruskeat silmät, musta ruumiinväri,  
fenotyyppi: punaiset silmät, normaali ruumiinväri,

### Pisteytys (yhteensä max. 6 p/kysymys):

#### Genotyypit:

**a ja b:** Molempien vanhempien genotyypit oikein = 5 p. Jos toinen väärin = 0 p.

**c - e:** Molempien vanhempien genotyypit oikein = 5 p,  
Jos vain toinen vanhemmista kokonaan oikein = 1 p.  
Jos toiseen ominaisuuteen (esim. ruumiinväri) johtava osuus genotyypissä oikein  
molemmilla vanhemmilla = 2 p.

#### Fenotyypit:

**a - e:** 1 p. jos molempien vanhempien fenotyyppi on oikein vastauksessa annetun genotyypin suhteen.