



Päähaku, molekyylibiotieteiden kandiohjelma

Valintakoe 18.5.2017

Kirjoita henkilö- ja yhteystietosi tekstaamalla.

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

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

Älä kirjoita henkilö- tai yhteystietojasi millekään muulle sivulle.

| | |
|------------------|--|
| Sukunimi | |
| Kaikki etunimet | |
| Henkilötunnus | |
| Sähköpostiosoite | |
| Puhelinnumero | |

Tarkista sivunumeroiden avulla, että olet saanut kaikki sivut.

Tarkista, että jokaisella sivulla on sama osallistujanumero.

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 | |
|-------------------------|--|

Tämä sivu on yliopiston merkintöjä varten. Älä tee tälle sivulle omia merkintöjäsi.

MOL 1507

Tehtävä 1

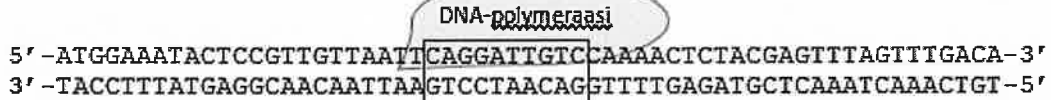
- a) Mitkä ovat solussa DNA:n, mitkä RNA:n tehtäviä? Miksi mielestäsi DNA on valikoitunut kaikkien solullisten organismien perintöainekseksi? (3+2 p)

- b) Mistä ja missä muodossa DNA:ta löytyy kasvisolusta ja bakteerisolusta? Millaisia emäsjaksoja/elementtejä DNA:ssa on? (2+3 p)

- c) Millaisia asioita tai toimintoja soluissa esiintyy yhteydessä DNA:han? (5 p)

- d) DNA:n informaatio on järjestynyt geneiksi. Mitä osia voit löytää geenistä? Pitäkö mielestäsi väite ”yksi geeni - yksi RNA - yksi proteiini” paikkansa? Perustele muutamalla sanalla. (2+3 p)

- e) Kuvassa näet jakson 2-juosteista DNA:ta ja DNA-polymeraasin. Mitä ao. listassa olevista kuudesta nukleotidijaksosta DNA-polymeraasi voisi käyttää alukkeena joko ylemmän juosteen tai vastinjuosteen synteesille laatikossa näytetystä kohdasta lukien? Perustelee lyhyesti. Minkä nukleotidin polymeraasi kussakin tapauksessa liittää ketjuun ensimmäiseksi? (5 p)



1. 5' -CTGTTAGGAC-3'
2. 5' -GACAAUCCUG-3'
3. 5' -GTCCTAACAG-3'
4. 5' -CAGGATTGTC-3'
5. 5' -CTGTTAGGAC-3'
6. 5' -GUCUUACCAG-3'

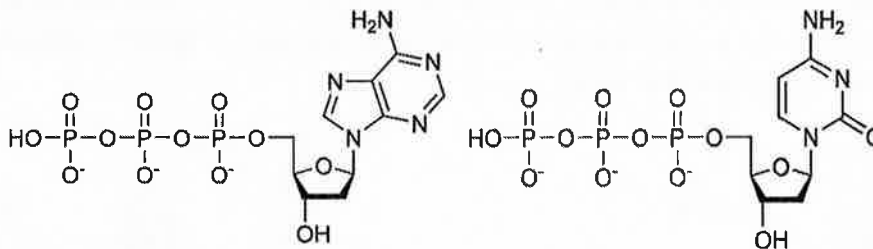
- f) Mitkä tekijät muuttavat DNA:n informaatioisisältöä? Jos kromosomissa tapahtuu pistemutaatio, mitkä ovat vaikutukset DNA:n sisältämään geneettiseen informaatioon ja toisaalta proteiinin rakenteeseen ja toimintaan? (2+3 p)

Tehtävä 2 (tehtävään on lisämateriaalia sivuilla 7 ja 8)

- a) C,N,O ja P ovat elämälle tärkeitä alkuaineita. Miten fosforin kierto poikkeaa kolmesta edellisestä? Mitä ongelmia fosforin kierrosta aiheutuu ihmiselle ja ympäristölle? Miten ongelmia voi yrittää ratkoa? (15 p)

- b) DNA polymeraasit rakentavat DNA:ta lisäten kasvavan DNA juosteen perään emäksiä dNTP molekyyleistä templaatin mukaisesti siten, että ketju kasvaa 5'-3' suunnassa.

- i. Nimeä alla olevat NTP:t (dATP ja dCTP) (1 p)
- ii. Minkä tyyppinen on DNA-polymeraasin katalysoima sidos? (1 p)
- iii. Piirrä sidos, joka muodostuu kun polymeraasi liittää dCTP:n ja dATP:n toisiinsa suunnassa 5'sytidiini – adenosiini 3'. Emäosaa ei tarvitse kopioida, voit kirjoittaa adenosiini tai sytidiini (2 p)

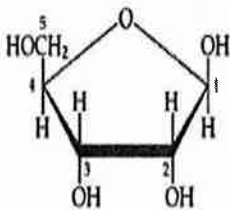


c) Mikä on hapen ja fosforin uloimman pääkuoren elektronikonfiguraatio (spin mukaan lukien)? (2 p)

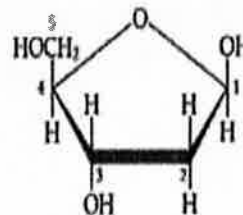
d) DNA:n polymerisaatiossa vapautuu pyrofosfaattia ($P_2O_7^{4-}$). Piirrä pyrofosfaatin kuva sidosviivamallina. Pyrofosfaatti reagoi helposti veden kanssa ja hajoaa. Kirjoita reaktioyhtälö pyrofosfaatin ja veden välillä. Happovakio: vetymonofosfaatti \rightarrow fosfaatti = 4.8×10^{-13} (3 p)

e) DNA:n polymerisaatio on anabolinen energiaa vaativa reaktio. Mistä DNA:n rakentumiseen tarvittava energia on peräisin? (3p)

f) DNA:n emäsjärjestys voidaan klassisesti määrittää Sangerin dideoksimenetelmällä. Menetelmässä tehdään neljä erillistä DNA polymeraasin katalysoimaa reaktiota, A, C, G ja T reaktiot. Reaktio-putkissa on NTP molekyylien lisäksi pieni määrä dideoksinukleotidia, joko ddA, ddC, ddG tai ddT. Polymeraasireaktio terminoituu sattumanvaraisesti siten, että reaktiossa A viimeinen emäs on aina A, reaktiossa C viimeinen emäs on aina C jne. Syntyneet DNA-ketjut erotellaan elektroforeettisesti, jolloin eri pituiset DNA:t voidaan laittaa kokojärjestykseen ja siten päätellä emäsjärjestys. Selitä miten/miksi terminaatio tapahtuu. (3 p)



Riboosi



Deoksiriboosi

Materiaalia tehtävään 2

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | |
| 1 | 1 H 1,008 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4,003 | | | | | | |
| 2 | 3 Li 6,941 | 4 Be 9,012 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 B 10,81 | 6 C 12,01 | 7 N 14,01 | 8 O 16,00 | 9 F 19,00 | 10 Ne 20,18 |
| 3 | 11 Na 22,99 | 12 Mg 24,31 | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 Al 26,98 | 14 Si 28,09 | 15 P 30,97 | 16 S 32,07 | 17 Cl 35,45 | 18 Ar 39,95 |
| 4 | 19 K 39,10 | 20 Ca 40,08 | 21 Sc 44,96 | 22 Ti 47,87 | 23 V 50,94 | 24 Cr 52,00 | 25 Mn 54,94 | 26 Fe 55,85 | 27 Co 58,93 | 28 Ni 58,69 | 29 Cu 63,55 | 30 Zn 65,41 | 31 Ga 69,72 | 32 Ge 72,64 | 33 As 74,92 | 34 Se 78,96 | 35 Br 79,90 | 36 Kr 83,80 | | | | | | |
| 5 | 37 Rb 85,47 | 38 Sr 87,62 | 39 Y 88,91 | 40 Zr 91,22 | 41 Nb 92,91 | 42 Mo 95,94 | 43 Tc (98) | 44 Ru 101,07 | 45 Rh 102,91 | 46 Pd 106,42 | 47 Ag 107,87 | 48 Cd 112,41 | 49 In 114,82 | 50 Sn 118,71 | 51 Sb 121,76 | 52 Te 127,60 | 53 I 126,90 | 54 Xe 131,29 | | | | | | |
| 6 | 55 Cs 132,91 | 56 Ba 137,33 | 57-71 | 72 Hf 178,49 | 73 Ta 180,95 | 74 W 183,84 | 75 Re 186,21 | 76 Os 190,23 | 77 Ir 192,22 | 78 Pt 195,08 | 79 Au 196,97 | 80 Hg 200,59 | 81 Tl 204,38 | 82 Pb 207,2 | 83 Bi 208,98 | 84 Po (209) | 85 At (210) | 86 Rn (222) | | | | | | |
| 7 | 87 Fr (223) | 88 Ra (226) | 89-103 | 104 Rf (261) | 105 Db (262) | 106 Sg (266) | 107 Bh (264) | 108 Hs (277) | 109 Mt (268) | 110 Ds (281) | 111 Rg (272) | 112 Uub | 113 Uut | 114 Uuq | | | | | | | | | | |
| Lantanoidit | 57 La 138,91 | 58 Ce 140,12 | 59 Pr 140,91 | 60 Nd 144,24 | 61 Pm (145) | 62 Sm 150,36 | 63 Eu 151,96 | 64 Gd 157,25 | 65 Tb 158,93 | 66 Dy 162,50 | 67 Ho 164,93 | 68 Er 167,26 | 69 Tm 168,93 | 70 Yb 173,04 | 71 Lu 174,97 | | | | | | | | | |
| Aktinoidit | 89 Ac (227) | 90 Th 232,04 | 91 Pa 231,04 | 92 U 238,03 | 93 Np (237) | 94 Pu (244) | 95 Am (243) | 96 Cm (247) | 97 Bk (247) | 98 Cf (251) | 99 Es (252) | 100 Fm (257) | 101 Md (258) | 102 No (259) | 103 Lr (262) | | | | | | | | | |

Materiaalia tehtävään 2

När fosforin sår blir det svårt

Redan år 2033 slår världens produktion av fosfor i taket. Sedan går det utför, enligt svenska forskare. Brist på fosfor till konstgödsel kommer att göra maten dyrare – och ge Västsahara en nyckelroll i världspolitik.

Kemira etsii ratkaisuja uhkaavaan fosfori- ja typpilannoitepulaan

Fosforin kan ta slut om 60 år

Publicerat måndag 30 maj 2011 kl 06:00

How the great phosphorus shortage could leave us short of food

February 17, 2016 by Charly Faradj, University Of Bristol, And Marissa De Boer, VU University Amsterdam, The Conversation

AGRICULTURE, EARTH SCIENCES

| Världen

Phosphorus: Essential to Life—
Running Out?

Sinande fosforin kan ge nästa matkris

8 PUBLICERAD 2010-11-16

"Fosforin kan leda till världskrig"

Det var tillgången på billig konstgödsel som gjorde att världens befolkning kunde mångdubblas under 1900-talet.

Fosforin loppumassa maapallolta, maataloutta uhkaa romahdus

Fosforin on maataloudelle ratkaisevan tärkeä lannoite. Asiantuntijoiden mukaan fosforin on kuitenkin loppumassa maapallolta noin 50 vuoden sisällä. Fosforilannoitetta ei voi korvata mitenkään, joten maataloustuotantoa odottaa raju supistuminen.

| Kosmos 13.10.2009 klo 16:26 | päivitetty 13.10.2009 klo 21:09

- c) Jotta ravintoaineet pääsisivät suolistosta verenkiertoon ja verenkierrosta edelleen kudoksiin, niiden täytyy pystyä siirtymään solukalvojen läpi. Millaisia tapoja aineilla on siirtyä solukalvojen läpi? Mainitse kunkin siirtymistavan kohdalla esimerkkiaine. (6 p)

- d) Elimistö säätelee toimintojansa mm. hormonien avulla. Hormonit jaetaan kemiallisen rakenteensa perusteella karkeasti kahden tyyppisiin. Mitä nämä ovat? Mainitse kummastakin esimerkki. Miten hormonit kulkeutuvat verenkierrossa kohdesoluunsa? (3 p)

f) Vertaa eri tyyppisten hormonien vasteen laatua ja kestoja soluissa. (4 p)

Tehtävä 4

Mikrobeja löytyy kaikkialta maapallolla ja ne ylläpitävät monia elämän kannalta välttämättömiä toimintoja mutta ne aiheuttavat myös vakavia tauteja.

a) Määrittele yhdellä lauseella seuraavat käsitteet: (8 p)

- zoonoosi
- pandemia
- kapeakirjoinen antibiootti
- antibioottiresistenssi

b) Miksi puutiaista (*Ixodes* sp.) kutsutaan Suomen vaarallisimmaksi eläimeksi? (2 p)

c) Prionit aiheuttavat sairauksia. Mitä prionit ovat ja miten ne toimivat? Mainitse kaksi tautiesimerkkiä. (5 p)

- d) Ovatko virukset eläviä vai eivät? Perustele lyhyesti molempia näkökulmia. Mitä haittaa ja hyötyä viruksista on? (5 p)

- e) Mainitse viisi esimerkkiä kasvien tai eläinten symbioottisista suhteista mikrobien kanssa. Kerro miten eri osapuolet hyödyttävät toisiaan. (10 p)

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

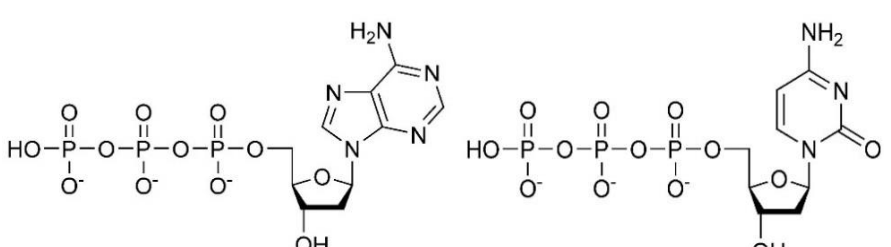
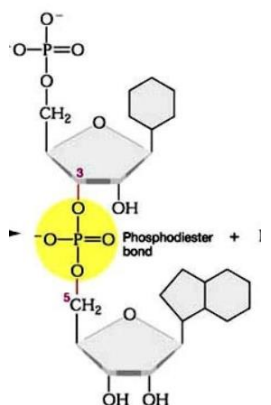
| Tehtävä 1 | Pisteet |
|---|------------------------|
| <p>a) Mitkä ovat solussa DNA:n, mitkä RNA:n tehtäviä? Miksi mielestäsi DNA on valikoitunut kaikkien solullisten organismien perintöainekseksi?</p> | max 5 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> DNA: perinnöllisen tiedon <u>säilyttäminen</u> ja <u>välittäminen eteenpäin</u> seuraavalle sukupolvelle</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> RNA: perinnöllisen tiedon välitys <u>proteiinisynteesissä</u>; Geenien ilmenemisen <u>säätely</u> (1 p kummastakin)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DNA on kemialliselta rakenteeltaan ainutlaatuinen: <u>kaksoisheliksi</u> (emäspariperiaate): 1) DNA voi tehdä itsestään <u>kopioita</u>, 2) DNA voi sisältää <u>informaatiota</u>, 3) DNA:n informaatio <u>voi muuttua</u> (rakenne+kopioituminen: 1 piste; informaatio ja sen muuttuminen: 1 piste)</p> <p>☺ + DNA pysyvämpi (kestävämpi) molekyylillä, 'vaikea katkaisu' (lisäpiste, voi korvata kahta edellistä kohtaa)</p> | 1 1+1 1+1 (1) |
| <p>b) Mistä ja missä muodossa DNA:ta löytyy kasvisolusta ja bakteerisolusta? Millaisia emäsjaksoja/elementtejä DNA:ssa on?</p> | max 5 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>kromosomi(t)</u>, kasvilla <u>tumassa</u>, bakteerilla <u>solulimassa</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>soluorganellien DNA</u> (mitokondrio, viherhiukkanen) kasvilla, bakteerissa <u>plasmidit</u> (piste, jos esimerkki sekä kasvista että bakteerista)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>koodaavaa aluetta</u> (proteiinien ja RNA:n syntyä koodaavat geenit)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>ei-koodaava DNA</u>: toimimattomat geenit (sammuneet geenit, pseudogeenit), toistojaksot (satelliitti-DNA), transposonit eli hyppivät geenit (1 piste, jos antaa ei-koodaavan DNA:n ja yhden esimerkin, 2 pistettä, jos kaikki kolme esimerkkiä on mainittu)</p> | 1 1 1 2 |
| <p>c) Millaisia asioita tai toimintoja soluissa esiintyy yhteydessä DNA:han?</p> | max 5 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> replikaatio, transkriptio (yksi piste, jos molemmat on mainittu)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>kromosomin/kromatiinin rakenne</u>, <u>virheenkorjaus</u> (DNA:n katkaiseminen, päiden liittäminen yhteen), <u>geenisäätely</u>, <u>rekombinaatio</u>, <u>transpositio</u> (yksi piste kustakin, max 4p)</p> <p>☺ proteiinisynteesi bakteerissa (lisäpiste, voi korvata vastauksen muita kohtia)</p> | 1 4 (1) |
| <p>d) DNA:n informaatio on järjestynyt geneiksi. Mitä osia voit löytää geenistä? Pitääkö mielestäsi väite "yksi geeni - yksi RNA - yksi proteiini" paikkansa? Perustele muutamalla sanalla.</p> | max 5 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>säätelyalue</u> [promoottori- ja tehostajajaksot], <u>koodaava alue</u>: eksonit, intronit (piste, jos tietää säätely- ja koodaavan alueen; 2 p, jos kertoo vielä eksonit ja intronit)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Usein/useimmiten väite pitää paikkansa, mutta kaikkien geenien lopputuote ei ole proteiini, <u>lopputuote voi olla myös RNA</u>; myös: samasta esiaste-RNA:sta voi <u>silmukoinnin erojen seurauksena</u> syntyä useita <u>erilaisia proteiineja</u> (piste kustakin osasta)</p> | 2 3 |
| <p>e) Kuvassa näet jakson 2-juosteista DNA:ta ja DNA-polymeraasin. Mitä ao. listassa olevista kuudesta nukleotidijaksosta DNA-polymeraasi voisi käyttää alukkeena joko ylemmän juosteen tai vastinjuosteen synteesille laatikossa näytetystä kohdasta lukien? Lyhyt perustelu. Minkä nukleotidin polymeraasi kussakin tapauksessa liittää ketjuun ensimmäiseksi?</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>DNA-polymeraasi</p> <p>5' -ATGGAATACTCCGTTGTTAATTCAGGATTGTCCAAACTCTACGAGTTTAGTTTGACA-3'</p> <p>3' -TACCTTTATGAGGCAACAATTAAAGTCCTAACAGGTTTTGAGATGCTCAAATCAAACTGT-5'</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. 5' -CTGTTAGGAC-3' 2. 5' -GACAAUCCUG-3' 3. 5' -GTCCTAACAG-3' 4. 5' -CAGGATTGTC-3' 5. 5' -CTGTTAGGAC-3' 6. 5' -GUCUUACCAG-3' </div> | max 5 |

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

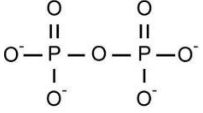

| | |
|---|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> oligonukleotidi nro 2: RNA toimii alukkeena, pariutuu koodaavaan (johtavaan) juosteeseen, käynnistää mallijuosteen (komplementaarisen juosteen) synteesin | 1+1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> oligonukleotidi nro 4: pariutuu mallijuosteeseen (komplementaariseen juosteeseen), käynnistää johtavan (koodaavan) juosteen synteesin | 1+1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> nro2: 1. ketjuun liitetty emäs (nukleotidi) on A; nro 4: 1. liitetty emäs (nukleotidi) on C <i>(kummassakin kohdasta piste oikeasta oligonukleotidista ja piste jos perustelut oikein)</i> | 1 |
| f) Mitkä tekijät muuttavat DNA:n informaatioisisältöä? Jos kromosomissa tapahtuu pistemutaatio, mitkä ovat vaikutukset DNA:n sisältämään geneettiseen informaatioon ja toisaalta proteiinin rakenteeseen ja toimintaan | max 5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> mutaatio ja rekombinaatio (tekijäinvaihdunta) <i>(piste kummastakin)</i> | 2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> mutaatio geenien ulkopuolella ei vaikuta; geenissä mutaatio koodaavalla alueella voi muuttaa informaatiota (koodin degeneraation vuoksi ei kuitenkaan aina); jos mutaatio aiheuttaa aminohapon muuttumisen toiseksi, vaikutukset proteiiniin vaihtelevat (välillä ei mitään – toimimaton) <i>(piste kustakin kolmesta mahdollisuudesta)</i> | 1 1 1 |

☺ lisäpiste ko. kohtaan, ei kuitenkaan yli kohdan maksimipistemäärän

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

| Tehtävä 2 | Pisteet |
|---|---------------|
| <p>a) C,N,O ja P ovat elämälle tärkeitä alkuaineita. Miten fosforin kierto poikkeaa kolmesta edellisestä? Mitä ongelmia fosforin kierrosta aiheutuu ihmiselle ja ympäristölle? Miten ongelmia voi yrittää ratkoa?</p> | <p>max 15</p> |
| <p>Vastaus: Fosfori ei kierrä ilmakehän kautta. Fosforia esiintyy maaperässä mineraaleissa, kuten apatiitti (1p). P-mineraaleja louhitaan lannoitekäyttöön, mutta apatiitti on melko heikosti liukenevaa, eikä siksi ole tehokkaasti kasvien käytettävissä (1p). Lannoitteisiin fosfori saadaan liukoisempaan muotoon kemiallisella käsittelyllä (1p) (happo *). Maaperästä fosfori päätyy vesistöihin lähinnä lannoitevaluman, tuotantoeläinten lannan tai taajamien viemärijätteen muodossa (3p). Vesiekosysteemissä liika fosfori aiheuttaa rehevöitymistä (1p). Fosfori poistuu vesiekosysteemistä sedimentoitumalla vesistöjen pohjaan (1p) (rautafosfaatti *). Se voi palautua takaisin vesistöjen ravinnekiertoon hapettomissa oloissa pelkistymällä (1p) (Itämeren ongelma*). Fosforia palaa maaperään vesistöistä mm. kalojen mukana, kaloja syövät linnut, guano (2p). Mannerliikkeiden ansiosta vesistöjen pohjaan sedimentoitunut fosfori palautuu hiljalleen mineraalimuotoon maankuoreen (1p). Maanviljely tarvitsee fosforilannoitteita, fosforikaivokset ehtyvät joskus (1p). Kaivostoiminta aiheuttaa ympäristöhaittoja (*). Ratkoa voi vähentämällä päästöjä vesistöihin, eli pitämällä fosfori maassa(1p) (ja esim. roskakaloja poistamalla*).</p> <p>Pisteitä saa 14, jos osaa kaikki pisteillä merkityt. 1p voi antaa lisää, jos esitys on sujuva looginen tai * merkittyjä asioita on mainittu = harrastuneisuus.</p> | |
| <p>b) DNA polymeeraasit rakentavat DNA:ta lisäten kasvavan DNA juosteen perään emäksiä dNTP molekyyleistä templaatin mukaisesti siten, että ketju kasvaa 5'-3' suunnassa.</p> <ol style="list-style-type: none"> Nimeä alla olevat NTP:t (dATP ja dCTP) Minkä tyyppinen on DNA-polymeeraasin katalysoima sidos? Piirrä sidos, joka muodostuu kun polymeeraasi liittää dCTP:n ja dATP:n toisiinsa suunnassa 5'sytidiini – adenosini 3'. Emäsosaa ei tarvitse kopioida, voit kirjoittaa adenosini tai sytidiini | <p>max 4</p> |
| <p>Kuvat: vasemmalla ATP, oik. CTP eli tunnistaa emäkset (1p). Fosfodiesterisidos (1p). Tuntee hiiltien 'pilkkutussäännöt' eli jättää vapaat fosfaatit oletettuun C:n 5' hiileen (1p), muodostaa sidoksen CTP:n 3' -OH ja ATP 5' fosforin välille ja jättää adenosinin 3'-OH ryhmän vapaaksi (1p) ja sidos on muutenkin oikein.</p>   | |

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

| | |
|---|--------------|
| | |
| <p>c) Mikä on hapen ja fosforin uloimman pääkuoren elektronikonfiguraatio (spin mukaan lukien)</p> | <p>max 2</p> |
| <p>Vastaus: Happi: $2s^2 (\uparrow\downarrow) 2p^4 (\uparrow\downarrow) (\uparrow)(\uparrow)$ Fosfori: $3s^2 (\uparrow\downarrow) 3p^3 (\uparrow)(\uparrow)(\uparrow)$ Nuolet voi osoittaa myös toiseen suuntaan kunhan näyttävät kaikki samaan suuntaan</p> | |
| <p>d) DNA:n polymerisaatiossa vapautuu pyrofosfaattia ($P_2O_7^{4-}$). Piirrä pyrofosfaatin kuva sidosviivamallina. Pyrofosfaatti reagoi helposti veden kanssa ja hajoaa. Kirjoita reaktioyhtälö pyrofosfaatin ja veden välillä. Happovakio: vetymonofosfaatti \rightarrow fosfaatti = 4.8×10^{-13}</p> | <p>max 3</p> |
| <p></p> <p>$P_2O_7^{4-} + H_2O \rightarrow 2HPO_4^{2-}$</p> <p>Viimeinen H ei juurikaan irtoa, koska happovakio on niin pieni, eli jos vastaus jatkuu viimeisen vedyn irtoamiseen ilman, että kommentoi sen vähäistä määrää, vain 1 p</p> | |
| <p>e) DNA:n polymerisaatio on anabolinen energiaa vaativa reaktio. Mistä DNA:n rakentumiseen tarvittava energia on peräisin?</p> | <p>max 3</p> |
| <p>Pyrofosfaatin irtoaminen dNTP:stä antaa tarvittavan energian. Pelkkä arvaus ATP:sta riittää 1 pisteeseen, jos osaa sanoa dATP. Pelkkä ATP 0 p.</p> | |
| <p>f) DNA:n emäsjärjestys voidaan klassisesti määrittää Sangerin dideoksimenetelmällä. Menetelmässä tehdään neljä erillistä DNA polymeraasin katalysoimaa reaktiota, A, C, G ja T reaktiot. Reaktioputkissa on NTP molekyylien lisäksi pieni määrä dideoksinukleotidia, joko ddA, ddC, ddG tai ddT. Polymeraasireaktio terminoituu sattumanvaraisesti siten, että reaktiossa A viimeinen emäs on aina A, reaktiossa C viimeinen emäs on aina C jne. Syntyneet DNA-ketjut erotellaan elektroforeettisesti, jolloin eri pituiset DNA:t voidaan laittaa kokojärjestykseen ja siten päätellä emäsjärjestys. Selitä miten/miksi terminaatio tapahtuu.</p> | <p>max 3</p> |
| <p></p> <p>Riboosi Deoksiriboosi</p> | |
| <p>Dideoksinukleotidissa riboosirenkaan (2 ja) 3 hiilistä puuttuu happi (1p) Eli vastaaja keksii, mitä dideoksi voisi tarkoittaa. Polymeraasi ei pysty liittämään uutta nukleotidia ketjun 3' päähän (1p) koska tarvitsee vapaan -OH ryhmän (1p).</p> | |

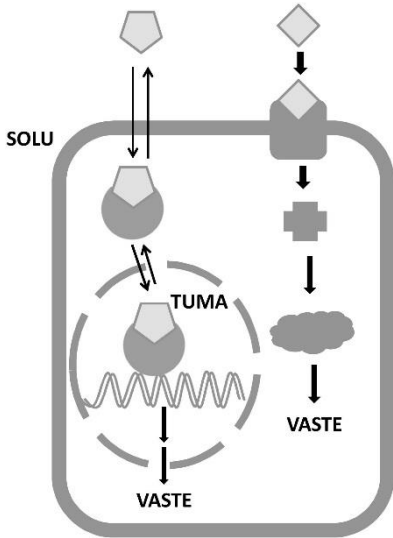
MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

| Tehtävä 3 | Pisteet |
|---|---------|
| <p>a) Proteiinit ja lipidit ovat solujen toiminnan kannalta keskeisiä molekyylejä. Millaisia lipidejä ja proteiineja soluista löytyy ja mihin niitä tarvitaan?</p> | max 4 |
| <p><i>Solujen lipidit (max 2 pistettä saa mainitsemalla kaksi lipidistä ja niiden tehtävän solussa)</i></p> | 2 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>fosfolipidit</u>, joita tarvitaan <u>solukalvojen rakennusaineena</u> [muodostavat solukalvojen lipidikaksoiskerroksen]; <u>kolesteroli</u> (=steroidi), jota tarvitaan <u>solukalvojen rakennosana</u> [jäykistävät solukalvoa]; <u>triglyseridit</u>, joita käytetään solujen <u>energiavarastona</u>; <u>karotenoidit</u>, jotka toimivat soluissa <u>antioksidantteina</u></p> | |
| <p><i>Proteiinit (max 2p saa mainitsemalla neljä kappaletta erilaisia toimintoja edustavia solun proteiineja)</i></p> | 2 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>rakenneproteiinit</u>, esimerkiksi solukalvon rakenneproteiinit, solun tukirangan proteiinit [mikrosäikeet], DNA:n pakkausproteiinit kromatiinissa; <u>entsyymit</u>; <u>kuljetusproteiinit</u>; <u>viestinviejäproteiinit</u> (kasvutekijät, kudoshormonit); <u>reseptoriproteiinit</u>; <u>säätelyproteiinit</u>, esim. <u>geeniluennan aikana</u>; <u>liikuttajaproteiinit</u>, esim. <u>aktiini ja myosiini</u>; <u>vasta-aineet</u></p> | |
| <p>b) Elimistö saa tarvitsemiensa lipidien ja proteiinien rakennusaineita ravinnosta. Missä muodossa ne ovat ravinnossa ja miten ne saadaan elimistön käyttöön?</p> | max 6 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>Suurin osa ravinnon lipideistä on triglyseridejä</u> [muodostuvat glyserolirunkoon kiinnittyneistä kolmesta rasva-happomolekyylistä.]; esimerkiksi <u>rypsiöljy, oliiviöljy ja voi</u> (triglyseridi = 1p)</p> | 1 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>Ruoansulatuskanavan lipaasit hydrolysoivat/vapauttavat triglyserideistä rasvahappoja</u> (1p), jotka <u>imeytyvät suolistosta imusuoniston kautta verenkiertoon ja kudosten käyttöön</u> (1p)</p> | 2 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>Maito, liha, kala ja kananmuna ovat esimerkkejä ravinnon proteiinien lähteistä</u> (yksi ravinnon proteiinin lähde = 1p). <u>Ruoansulatuskanavan proteaasit/pepsiini ja trypsiini pilkkovat proteiinit/peptidiketjut aminohapoiksi</u> (1p), jotka <u>imeytyvät suolistosta verenkiertoon ja edelleen kudosten ja solujen käyttöön</u> (1p)</p> | 3 |
| <p>c) Jotta ravintoaineet pääsevät suolistosta verenkiertoon ja verenkierrosta edelleen kudoksiin, niiden täytyy pystyä siirtymään solukalvojen läpi. Millaisia tapoja aineilla on siirtyä solukalvojen läpi? Mainitse kunkin siirtymistavan kohdalla esimerkkiaine.</p> | max 6 |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>Passiivisessa kulkeutumisessa aine siirtyy solukalvon läpi suuremmasta pitoisuudesta pienempään pitoisuuteen ilman, että tapahtumaan tarvitaan energiaa</u> (1p). <u>Rasvaliukoiset aineet kuten rasvahapot ja rasvaliukoiset vitamiinit</u>, esimerkiksi <u>D-vitamiini</u>, <u>diffundoituvat suoraan solukalvon lipidikaksoiskerroksen läpi</u> (rasvaliukoiset + yksi esimerkki=1p). <u>Avustetussa diffuusiossa aine siirtyy solukalvon läpi passiivisesti kanavaproteiinin/ proteiinimolekyylin läpi</u>, esimerkiksi <u>glukoosi tai aminohapot</u> (1p)</p> | 3 |
| <p>☺ + <u>Osmoosissa vesi siirtyy solukalvon läpi laimeammasta liuoksesta väkevämpään</u> (1p); voi korvata toisen kahdesta edellisestä</p> | (1) |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> <u>Aktiivisessa kuljetuksessa aine siirtyy solukalvon läpi pienemmästä pitoisuudesta suurempaan pitoisuuteen ja siksi kuljetus tarvitsee energiaa eli ATP:ta</u> (1p). <u>Kuljetus tapahtuu kuljettaja/kantajaproteiinin avulla</u>, esimerkiksi <u>glukoosi ja aminohapot</u> (kuljettajaproteiini + yksi esimerkki = 1p), tai <u>ionipumppujen avulla</u>, esimerkiksi <u>natrium, kalium ja magnesium</u> (ionipumppu+yksi esimerkki=1p)</p> | 3 |
| <p>☺ + <u>Joissain tapauksissa suuret molekyylit siirtyvät solukalvon läpi solusyönnin/endosytoosin avulla</u> (1p), voi korvata ionipumpun edellisessä kohdassa</p> | (1) |
| <p>d) Elimistö säätelee toimintojansa mm. hormonien avulla. Hormonit jaetaan kemiallisen rakenteensa perusteella karkeasti kahden tyyppiin. Mitä nämä ovat? Mainitse kummastakin esimerkki. Miten hormonit kulkeutuvat verenkierrossa kohdesoluunsa?</p> | max 3 |
| <p><i>Hormonit jaetaan rasva- ja vesiliukoisiin tai peptidi- ja steroidihormoneihin (1 p). Rasvaliukoisista ovat esimerkiksi sukupuolihormonit testosteroni ja estrogeeni ja vesiliukoisia insuliini ja glukagoni (yksi esimerkki sekä rasva- että vesiliukoisista = 1p). Rasvaliukoiset tarvitsevat verenkierrossa kuljettajaproteiinin ja vesiliukoiset kiertävät vapaana/liuenneina veren mukana (1p).</i></p> | 1 |
| | 1 |
| | 1 |

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

e) Kerro vaihe vaiheelta, miten eri tyyppisten hormonien vaikutus välittyy kohdesoluun ja vaikuttaa solun toimintaan. Hyödynnä oheista kuvaa vastauksessasi.

max 7



Rasvaliukoinen hormoni irtoaa kantajaproteiinistaan, diffundoituu verenkierrosta kohdesolunsa solukalvon läpi (1p) ja sitoutuu solunsisäiseen reseptoriinsa (joko tumassa tai solulimassa) (1p). Hormoni-reseptorikompleksi sitoutuu DNA:han ja siten joko aktivoi tai estää kohdegeeniensä toimintaa (1p).
Vesiliukoinen ei pysty läpäisemään solukalvoa, vaan sitoutuu kohdesolunsa solukalvolla olevaan reseptoriinsa samalla aktivoiden sen [konformaation muutos/rakenteellinen muutos] (1p). Aktivoitunut reseptori puolestaan aktivoi solulimassa olevan toisiolähetin (1p), joka puolestaan aktivoi solussa jo olemassa olevia proteiineja ja/tai entsyymejä(1p), jotka saavat aikaan vasteen solun toiminnassa, esim aineenvaihdunnassa (1p).

f) Vertaa eri tyyppisten hormonien vasteen laatua ja kestoja soluissa.

max 4

Vesiliukoiset hormonit vaikuttavat soluissa jo olemassa olevien proteiinien toimintaan, ja siksi niiden vaste on nopea (1p) ja lyhytkestoinen (1p).
 Rasvaliukoiset hormonit vaikuttavat geenien ilmentymiseen/toimintaan ja siten uusien proteiinien muodostumiseen soluissa, jolloin niiden tuottama vaste hitaampi (1p) ja pitkäkestoisempi (1p) kuin vesiliukoisten.

1+1

1+1

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

| Tehtävä 4 Mikrobeja löytyy kaikkialta maapallolla ja ne ylläpitävät monia elämän kannalta välttämättömiä toimintoja mutta ne aiheuttavat myös vakavia tauteja. | Pisteet |
|--|------------------|
| a) Määrittele yhdellä lauseella seuraavat käsitteet: - zoonoosi - pandemia - kapeakirjoinen antibiootti - antibioottiresistenssi | max 8 |
| <input checked="" type="checkbox"/> zoonoosi: Eläimen välityksellä (1 p) ihmiseen tarttuva mikrobitauti (hyväksytään myös mikrobitaudin sijaan bakteeri- ja virustauti, 1p) <input checked="" type="checkbox"/> pandemia: Tautiepidemia (1 p), joka leviää maanosasta toiseen (tai laajalta alueelta toiselle / maailmanlaajuisesti, 1 p) <input checked="" type="checkbox"/> kapeakirjoinen antibiootti: Antibiootti, joka tehoaa vain yhteen tai muutamaaan (1 p) bakteerilajiin (1 p) <i>(oleellista että ei tehoa viruksiin)</i> <input checked="" type="checkbox"/> antibioottiresistenssi: Bakteerien (1 p) kyky sietää jotain antibioottia (1 p) <i>(oleellista että ei mainita viruksia)</i> | 2 2 2 2 |
| b) Miksi puutiaista (<i>Ixodes</i> sp.) kutsutaan Suomen vaarallisimmaksi eläimeksi? | max 2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Puutiaiset kantavat ja levittävät borrelioosia eli Lymen tautia, joka on bakteeritauti <i>(mainittava sekä jompikumpi nimi että sana bakteeri, 1 p)</i> ja vakavaa puutiaisaivokuumetta eli Kumlingen tautia, joka on virustauti <i>(mainittava sekä jompikumpi nimi että sana virus, 1 p)</i> | |
| c) Prionit aiheuttavat sairauksia. Mitä prionit ovat ja miten ne toimivat? Mainitse kaksi tautiesimerkkiä. | max 5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Prionit ovat proteiineja jotka aiheuttavat tauteja, esim. hullun lehmän tauti (BSE), Creutzfeldt-Jakobin tauti ihmisillä ja scrapie vuohilla ja lampailla. <input checked="" type="checkbox"/> Prionin taudinaiheuttamiskyky johtuu sen kolmiulotteisesta rakenteesta/proteiinin väärästä laskostumisesta. Tiedetyt proteiinit voivat esiintyä kahdessa eri muodossa vaikka niiden aminohappojärjestys on sama. <input checked="" type="checkbox"/> Prionitauksissa elimistön normaali proteiini muuttuu vääränmuotoiseksi prioniksi. <input checked="" type="checkbox"/> Prionin kosketuksesta myös normaali proteiini muuttuu prioniksi. <input checked="" type="checkbox"/> Prionit kertyvät aivosoluihin ja tuhoavat keskushermoston. Tauti johtaa tärinäkohtauksiin ja kuolemaan /muuttaa käytöstä ja vaikeuttaa liikkumista. Tautidiagnoosi voidaan varmistaa aivonäytteestä. <i>Pisteytys:</i> - proteiini (1 p); mainittava kaksi tautia tai ainakin isäntäeläintä, joilla tavattu (1 p); prionin taudinaiheuttamiskyky johtuu sen kolmiulotteisesta rakenteesta/proteiinin väärästä laskostumisesta (1 p); prionin kosketuksesta myös normaali proteiini muuttuu prioniksi (1 p); kertyvät aivosoluihin /tuhoavat keskushermoston (1 p) | |
| d) Ovatko virukset eläviä vai eivät? Perustelee lyhyesti molempia näkökulmia. Mitä haittaa ja hyötyä viruksista on? | max 5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Viruksia voitaisiin pitää elävinä, koska niillä on perimä (DNA tai RNA) ja niissä tapahtuu evoluutiota. <input checked="" type="checkbox"/> Toisaalta niillä ei ole itsenäistä aineenvaihduntaa eivätkä ne pysty lisääntymään itsenäisesti vaan käyttävät isäntälajin soluja lisääntymiseen. Tästä syystä niitä ei nykyisen käsityksen mukaan luokitella eliökuntaa kuuluvaksi. <input checked="" type="checkbox"/> Virukset aiheuttavat monia tauteja, ihmisillä esim. flunssaa, aivokalvon tulehdusta, hepatiittia, keuhkokuumetta, ripulia, keltakuume, HIV. <input checked="" type="checkbox"/> Eläimillä esim. rabies (raivotauti), parvovirus aiheuttaa koirille oksentelua ja ripulia, lintuinfluenssa, sikainfluenssa. Virukset aiheuttavat erittäin tuhoisia kasvitaukeja. <input checked="" type="checkbox"/> Nykyään virukset ovat tärkeä työkalu biotekniikassa. <i>Pisteytys:</i> - Voittaisiin pitää elävinä: niillä on perimä (DNA tai RNA) ja niissä tapahtuu evoluutiota (1 p) - Eivät eläviä: niillä ei ole itsenäistä aineenvaihduntaa eivätkä ne pysty lisääntymään | |

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)

| | |
|---|--------|
| <p><i>itsenäisesti vaan käyttävät isäntälajin soluja lisääntymiseen (1 p)</i></p> <p>- Aiheuttavat monia pahoja tauteja ihmisille, muille eläimille ja kasveille. Mainittava ainakin 3 tautia ihmisillä (1 p) ja 2 eläintautia tautia tai mainittava, että siirtävät eläimistä tautiviruksia ihmiseen sekä mainittava kasvitaudit (1 p)</p> <p>- Tärkeitä biotekniikan työkaluja (esim. bakteriofagit geenien siirrossa) (1p)</p> | |
| <p>e) Mainitse 5 esimerkkiä kasvien tai eläinten symbioottisista suhteista mikrobien kanssa. Kerro miten eri osapuolet hyödyttävät toisiaan.</p> | max 10 |
| <p>5 seuraavista:</p> <ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Hernekasvit ja juurinystryäbakteerit. Kasvi tarjoaa hiilihydraatteja ja suojaa, bakteeri sitoo typpeä ilmakehästä.<input checked="" type="checkbox"/> Puun/kasvien ja sienien välinen sienijuuri (mykorritsa). Sienijuuren avulla kasvit saavat maaperästä ravinteita, erityisesti fosforia, ja sieni puolestaan saa kasvilta hiilihydraatteja/sokereita, joita se ei pysty itse tuottamaan. Sienijuuri myös suojaa isäntäkasviaan taudinaiheuttajilta ja kuivuudelta.<input checked="" type="checkbox"/> Jäkälä, jossa yhdistyvät viherlevä ja sieni (myös syanobakteerit voivat olla mukana). Leväosakas sitoo ilmasta typpeä ja sieniosakas kerää vettä ja ravinteita.<input checked="" type="checkbox"/> Ihminen (tai muu eläin) ja ruuansulatuskanavan bakteerit. Eläin tarjoaa ravintoa, bakteerit tuottavat vitamiineja, estävät haitallisten bakteerien kiinnittymisen suoliston seinämään ja edistävät ravintoaineiden imeytymistä.<input checked="" type="checkbox"/> Termiitit ja alkueläimet/arkit/bakteerit. Eläin tarjoaa ravintoa ja mikrobit hajottavat selluloosaa.<input checked="" type="checkbox"/> Korallieläimet ja yksisoluiset levät. Korallieläimet luovuttavat leville hiilidioksidia yhteyttämiseen, tarjoavat suojapaikan ja suojaavat niitä UV-säteilyltä. Korallieläinten kudoksissa elävät levät yhteyttävät ja tuottavat hapetta sekä valmistamiaan orgaanisia yhdisteitä.<input checked="" type="checkbox"/> Lyhtykala ja sen lyhdyssä elävä bakteeri. Kala tarjoaa suojaa, bakteeri tuottaa valoa pimeässä. <p><i>Pisteytys: 10 pistettä saadakseen pitää mainita 5 ylläolevista seitsemästä esimerkistä. Jokaisesta esimerkistä voi saada max 2 pistettä seuraavasti, kasvi/eläinsymbiontti ja mikrobi mainittu (1 p), mitä kasvi/eläinsymbiontti tarjoaa ja mitä mikrobisymbiontti tarjoaa mainittu (ainakin 1 asia molemmilta) (1 p)</i></p> | |

MALLIVASTAUKSET (max 30 p/kysymys, max 120 p koko kokeesta)
MATERIAALIA KYSYMYKSEEN 2

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | | |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | |
| | 1,008 | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,003 | | | |
| 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 6,941 | 9,012 | | | | | | | | | | | | | | 10,81 | 12,01 | 14,01 | 16,00 | 19,00 | 20,18 |
| 3 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | |
| | 22,99 | 24,31 | | | | | | | | | | | 26,98 | 28,09 | 30,97 | 32,07 | 35,45 | 39,95 | | | |
| 4 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | | | |
| | 39,10 | 40,08 | 44,96 | 47,87 | 50,94 | 52,00 | 54,94 | 55,85 | 58,93 | 58,69 | 63,55 | 65,41 | 69,72 | 72,64 | 74,92 | 78,96 | 79,90 | 83,80 | | | |
| 5 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | | | |
| | 85,47 | 87,62 | 88,91 | 91,22 | 92,91 | 95,94 | (98) | 101,07 | 102,91 | 106,42 | 107,87 | 112,41 | 114,82 | 118,71 | 121,76 | 127,60 | 126,90 | 131,29 | | | |
| 6 | 55 | 56 | 57-71 | | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | | |
| | 132,91 | 137,33 | | | 178,49 | 180,95 | 183,84 | 186,21 | 190,23 | 192,22 | 195,08 | 196,97 | 200,59 | 204,38 | 207,2 | 208,98 | (209) | (210) | (222) | | |
| 7 | 87 | 88 | 89-103 | | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | | | | | | |
| | (223) | (226) | | | (261) | (262) | (266) | (264) | (277) | (268) | (281) | (272) | | | | | | | | | |
| Lantanoidit | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | | | | | | |
| | 138,91 | 140,12 | 140,91 | 144,24 | (145) | 150,36 | 151,96 | 157,25 | 158,93 | 162,50 | 164,93 | 167,26 | 168,93 | 173,04 | 174,97 | | | | | | |
| Aktinoidit | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | | | | | | |
| | (227) | 232,04 | 231,04 | 238,03 | (237) | (244) | (243) | (247) | (247) | (251) | (252) | (257) | (258) | (259) | (262) | | | | | | |

När fosfor sinar blir det svält

Redan år 2033 slår världens produktion av fosfor i taket. Sedan går det utför, enligt svenska forskare. Brist på fosfor till konstgödsel kommer att göra maten dyrare – och ge Västsahara en nyckelroll i världspolitiken.

Kemira etsii ratkaisuja uhkaavaan fosfori- ja typpilannoitepulaan

Fosforin kan ta slut om 60 år

Publicerat måndag 30 maj 2011 kl 06:00

How the great phosphorus shortage could leave us short of food

February 17, 2016 by Charly Faradji, University Of Bristol, And Marissa De Boer, Vu University Amsterdam, The Conversation

AGRICULTURE, EARTH SCIENCES

Phosphorus: Essential to Life—Running Out?

Världen

Sinande fosfor kan ge nästa matkris

8 PUBLICERAD 2010-11-16

"Fosforbrist kan leda till världskrig"

Det var tillgången på billig konstgödsning som gjorde att världens befolkning kunde mångdubblas under 1900-talet.

Fosfori loppumassa maapalloilta, maataloutta uhkaa romahdus

Fosfori on maataloudelle ratkaisevan tärkeä lannoite. Asiantuntijoiden mukaan fosfori on kuitenkin loppumassa maapalloilta noin 50 vuoden sisällä. Fosforilannoitetta ei voi korvata mitenkään, joten maataloustuotantoa odottaa raju supistuminen.

Kotimaa 13.10.2009 klo 16:26 | päivitetty 13.10.2009 klo 21:09