dia DIPLOMI-INSINÖÖRI- JA ARKKITEHTIKOULUTUKSEN YHTEISVALINTA
DIPLOMINGENJÖRS- OCH ARKITEKTUTBILDNINGENS GEMENSAMMA ANTAGNING

DI-valintakoe 28.5.2024

KYSYMYKSET

OHJEET

Valintakokeessa on kolme (3) pakollista matematiikan tehtävää. Lisäksi kokeessa on valinnainen fysiikan, kemian ja tekniikan alan luovaa ongelmanratkaisukykyä mittaava osio. Valinnaisten tehtävien osiosta sinun tulee vastata kolmeen (3) tehtävään.

Jokaisesta tehtävästä voit saada kuusi (6) pistettä. Valintakoevalinnan maksimipistemäärä on 36.

Kirjoita kaikki vastaukset vastausvihkoon. Saat viedä kysymykset mukanasi kokeen jälkeen.

KYSYMYSVIHKO
Älä vastaa tähän.

© 2024 Aalto-yliopisto, Itä-Suomen yliopisto, Jyväskylän yliopisto, LUT-yliopisto, Oulun yliopisto, Tampereen yliopisto, Turun yliopisto, Vaasan yliopisto, Åbo Akademi

307180_DI-yhteisvalinta_2024_KYS_FI.indd 2 3.5.2024 13.02.48

Perustele vastauksesi kaikissa matematiikan tehtävissä.

Matematiikka | Tehtävä 1.
Ilmoita vastaukset tarkkoina arvoina, jos ei toisin mainita.

a) Ratkaise yhtälö $\dfrac{x+1}{x-1} = \dfrac{x-1}{x+1}$. (1 p.)

b) Ratkaise yhtälö $(x-2)(e^x-3) = 0$. (1 p.)

c) Määritä funktion $f(x) = e^{1-x}$ derivaattafunktio. (1 p.)

d) Määritä $\displaystyle\int x^{-2}\,dx$. (1 p.)

e) Yhtälön $\cos x = \frac{1}{2}$ yksi ratkaisu on $x = \frac{\pi}{3}$. Selvitä yhtälön $\cos x + \cos(x+2\pi) = 1$ kaikki ratkaisut. (1 p.)

f) Nettiarpajaisissa jokaisen arvan voittotodennäköisyys on aina 1 % riippumatta siitä, paljonko arpoja on myyty aiemmin. Mikä on todennäköisyys vähintään yhdelle voitolle, jos ostetaan 10 arpaa? Anna vastaus prosenttilukuna kahden desimaalin tarkkuudella. (1 p.)

Matematiikka | Tehtävä 2.

Stinan mopoauto kulkee polttoaineella, jossa on 1 tilavuusprosentti voiteluöljyä. Huoltoasemalla myydään kuitenkin vain polttoainetta, johon ei ole sekoitettu voiteluöljyä lainkaan sekä polttoainetta, johon on sekoitettu 5 tilavuusprosenttia voiteluöljyä.

a) Stina aikoo tankata tyhjän 10 litran tankin täyteen. Kuinka paljon Stinan pitää tankata kumpaakin polttoainetta, jotta seos sopisi hänen mopoautolleen? (2 p.)

b) Stina tankkasi kuitenkin erehdyksessä 6 litraa polttoainetta, jossa ei ole lainkaan voiteluöljyä. Hän ei enää tahdokaan tankata täyteen, vaan vain sen verran, että seos olisi sopiva. Kuinka paljon hänen pitää tankata toista polttoainetta? (4 p.)

Matematiikka | Tehtävä 3.

a) Millä vakion $a > 0$ arvolla yhtälöllä $2x^2 + a = \sqrt{x}$ on tarkalleen yksi reaalinen ratkaisu? (3 p.)

b) Skeittirampin sivua rajoittaa ylhäältä käyrä $y = \frac{1}{9}x^2$, alhaalta x-akseli, ja sivuilta suorat $x = -6$ ja $x = 6$. Rampin sivua maalataan vasemmalta alkaen, ja maali loppuu, kun 7 pinta-alayksikköä on maalattu. Maalatun alueen oikea reuna on silloin pystysuora. Kuinka kaukana se on rampin vasemmasta reunasta? (3 p.)

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

Fysiikka │Tehtävä 1.

Vastaa osatehtäviin 1–4. Monivalintatehtävissä valitse yksi vaihtoehto (A–D). Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

Tuulisina ja aurinkoisina päivinä uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetaan enemmän sähköenergiaa kuin sitä tarvitaan. Ylijäävää energiaa voidaan varastoida esimerkiksi hiekka-akkuun lämpönä. Hiekka-akussa lämpöeristetyssä siilossa oleva hiekka lämmitetään sähköenergian avulla jopa 600 °C lämpötilaan. Energiaa jää siis käytettäväksi tuulettomina ja pilvisinä päivinä. Hiekka-akun hyötysuhdetta voidaan pitää hyvänä, sillä 90 % siihen varastoidusta energiasta saadaan hyödynnettyä. Hiekan ominaislämpökapasiteetti on 0,84 kJ/(kg·K) ja tiheys 1,5 kg/dm^3.

1. Vuoden aikana toiminnassa olevan hiekka-akun hiekka (1 p.)

   A. ainoastaan luovuttaa energiaa.
   B. ainoastaan vastaanottaa energiaa.
   C. ei luovuta eikä vastaanota energiaa.
   D. vuoroin luovuttaa ja vastaanottaa energiaa.

2. Talvipakkasella omakotitalon lämmitykseen tarvitaan keskimäärin 4,0 kW teho. Kuinka monta omakotitaloa voidaan vuorokauden ajan lämmittää hiekka-akulla, johon on varastoitu 8,0 MWh energiaa? (1 p.)

   A. 83
   B. 75
   C. 2000
   D. 1800

3. Hiekan sisällä on teräksestä valmistettuja putkia. Lämpötilassa 50 °C putkien ulkohalkaisija on 100 mm ja sisähalkaisija 94 mm. Putkissa kulkee ilmaa, jonka avulla lämpöä siirretään akkuun ja akusta pois. Kun akun lämpötila nousee 50 °C:sta sen maksimilämpötilaan, (1 p.)

   A. putkien ulko- ja sisähalkaisijat eivät muutu.
   B. putkien ulko- ja sisähalkaisijat pienenevät.
   C. putkien ulko- ja sisähalkaisijat kasvavat.
   D. putkien ulkohalkaisija kasvaa ja sisähalkaisija pienenee.

4. Hiekan sijaan energiaa voidaan varastoida myös veteen. Selvitä, kuinka suuri vesivarasto tarvitaan, jotta se pystyisi luovuttamaan yhtä paljon energiaa kuin hiekka-akku. Käytä laskuissa seuraavia tietoja. Hiekka-akun maksimilämpötila on 595 °C ja sen tilavuus on 71 m^3. Vesivaraston maksimilämpötila on 91 °C. Kumpaa tahansa akkua käytettäessä voi lämpötila laskea 49 °C:een, ja akkujen hyötysuhteet ovat samat. Voit olettaa, että veden tiheys on 1,00 kg/dm^3 ja ominaislämpökapasiteetti 4,19 kJ/(kg·K). (3 p.)

Fysiikka | Tehtävä 2.

Vastaa aineiston perusteella osatehtäviin 1–4. Monivalintatehtävissä valitse yksi vaihtoehto (A–D). Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

Ilmassa etenevä laservalo on sinimuotoista aaltoa, jonka sähkökenttä on

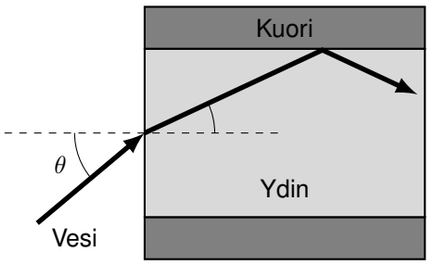
$$E_y(x,t) = 12{,}5 \cdot 10^3\,\mathrm{V/m} \cdot \sin[(1{,}2 \cdot 10^7 \mathrm{rad/m})x - (3{,}6 \cdot 10^{15} \mathrm{rad/s})t].$$

1. Mikä on kyseisen laservalon aallonpituus? (1 p.)
   A. $7{,}5 \cdot 10^7\,\mathrm{m}$
   B. $5{,}2 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}$
   C. $1{,}9 \cdot 10^6\,\mathrm{m}$
   D. $8{,}3 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{m}$

2. Mitä laservalon aallonpituudelle käy, kun se siirtyy ilmasta kvartsilasiin? (1 p.)
   A. Aallonpituus ei muutu.
   B. Aallonpituus pitenee.
   C. Aallonpituus lyhenee.
   D. Aallonpituus lyhenee tai pitenee riippuen valon tulokulmasta.

3. Mikä on laserin teho, jos sen ilmassa etenevän säteen poikkileikkauksen pinta-ala on $1{,}2 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{m}^2$? (1 p.)
   A. $0{,}25\,\mathrm{W}$
   B. $12{,}5 \cdot 10^3\,\mathrm{W}$
   C. $2{,}0 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{W}$
   D. $8{,}3 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{W}$

4. Laserin tuottama valonsäde osuu alla olevan kuvan mukaisesti vedestä valokuidun päähän kulmassa θ. Kuidun ydin on ympäröity kuorella. Näkyvän valon alueella ytimen taitekerroin on 1,50 ja kuoren taitekerroin on 1,46. Jotta valo ei vaimennu merkittävästi edetessään kuidussa, se ei saa taittua pois ytimestä. Laske, kuinka suuri tulokulma θ saa enintään olla, jotta valo etenee kuidun ytimessä taittumatta kuoreen. (3 p.)



KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

Fysiikka | Tehtävä 2. Aineisto: Laservalon kuvaaminen aaltona

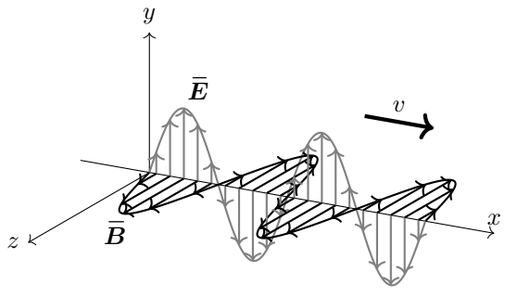
Laservalo on sähkömagneettista aaltoliikettä, jossa aallon taajuus ja vaihe pysyvät koko ajan samana. Sähkömagneettinen aalto on mahdollista kuvata sähkö- ja magneettikenttien avulla, ja molemmat ovat aina mukana aallossa.

Laservaloa voidaan mallintaa sinimuotoisena aaltona. Positiiviseen x-suuntaan etenevälle aallolle sähkö- ja magneettikentät voivat olla esimerkiksi muotoa

$$\begin{aligned} E_y(x,t) &= E_{\max}\sin(kx-\omega t) \\ B_z(x,t) &= B_{\max}\sin(kx-\omega t) \end{aligned} \tag{1}$$

Kuvaus on samantyyppinen kuin mekaanisille siniaalloille. Yllä olevissa lausekkeissa (1) aallon aaltoluku $k = 2\pi/\lambda$, kun sen aallonpituus on λ. Kulmataajuus $\omega = 2\pi f$ saadaan aallon taajuuden f avulla.

Lausekkeen (1) sähkö- ja magneettikentät ovat vektorimuodossa $\overline{\boldsymbol{E}} = E_y\hat{\boldsymbol{\jmath}}$ ja $\overline{\boldsymbol{B}} = B_z\hat{\boldsymbol{k}}$. Piirrettäessä aalto jonain tiettynä ajanhetkenä voisivat sähkö- ja magneettikentät näyttää kuvan 1 kaltaisilta etenemissuunnassa x.



Kuva 1. *$+x$-suuntaan etenevä sinimuotoinen sähkömagneettinen aalto tietyllä ajanhetkellä.*

Sähkö- ja magneettikentät ovat aallossa aina kohtisuoraan sekä toisiaan vastaan että aallon etenemissuuntaa vastaan. Lausekkeissa (1) kuvattu aalto on tasopolarisoitua, sillä sähkökenttävektori osoittaa koko ajan y-suuntaan ja magneettikenttävektori z-suuntaan. $E_{\max}$ ja $B_{\max}$ ovat kenttien amplitudit eli niiden saamat maksimiarvot. Aallon etenemisnopeus v kytkee amplitudit toisiinsa: $E_{\max} = vB_{\max}$.

Aallon intensiteetti I kuvaa sen kuljettamaa energiamäärää aika- ja pinta-alayksikköä kohti. Sen yksikkö on siten $\mathrm{W/m^2}$. Tyhjiössä etenevän siniaallon intensiteetti voidaan laskea suoraan sen sähkö- tai magneettikentän amplitudin avulla, esimerkiksi

$$I = \frac{1}{2}\epsilon_0 c {E_{\max}}^2 \tag{2}$$

missä vakio $\epsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{J/(V^2 \cdot m)}$ on nimeltään tyhjiön permittiivisyys. Edellinen lauseke toimii hyvin tarkasti myös ilmassa etenevälle valolle.

Aallon etenemisnopeus voidaan laskea samoin kuin mekaanisille aalloille eli $v = \lambda f$. Tyhjiössä etenemisnopeus on tunnetusti $c = 2{,}998 \cdot 10^8\,\mathrm{m/s}$. Valon edetessä materiaalin sisällä sen etenemisnopeus kuitenkin hidastuu, vaikka sen taajuus ei muutu. Etenemisnopeus v riippuu materiaalin taitekertoimesta n yksinkertaisella tavalla eli $v = c/n$.

Kun lasersäde etenee materiaalista toiseen, niin se taittuu rajapinnassa taittumislain $n_1\sin(\theta_1) = n_2\sin(\theta_2)$ mukaisesti. Taittumislain avulla voidaan laskea taitekulma, jos tunnetaan tulevan säteen ja pinnan normaalin välinen kulma sekä rajapinnan eri puolien materiaalien taitekertoimet. Näkyvän valon taitekertoimet ovat ilmalle 1,00, vedelle 1,33, lasille noin 1,5 ja timantille 2,4.

Tulokulman kasvaessa tarpeeksi suureksi säde ei voi enää taittua toiseen materiaaliin, vaan se heijastuu pinnasta kokonaan. Tämä rajatapaus vastaa taittumislain tilannetta, jossa taitekulma olisi $90°$.

Valokuitua käyttämällä saadaan laserin tuottama valo etenemään pitkiä matkoja ilman, että sen intensiteetti matkalla juurikaan pienenee. Koska valokuitu ei voi olla suora, valo etenee kuidussa heijastumalla toistuvasti kuidun ja kuoren rajapinnasta. Jotta valon intensiteetti ei pienentyisi, heijastusten tulee olla kokonaisheijastuksia eli säde ei saa taittua kuoreen.

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

Kemia | Tehtävä 1.

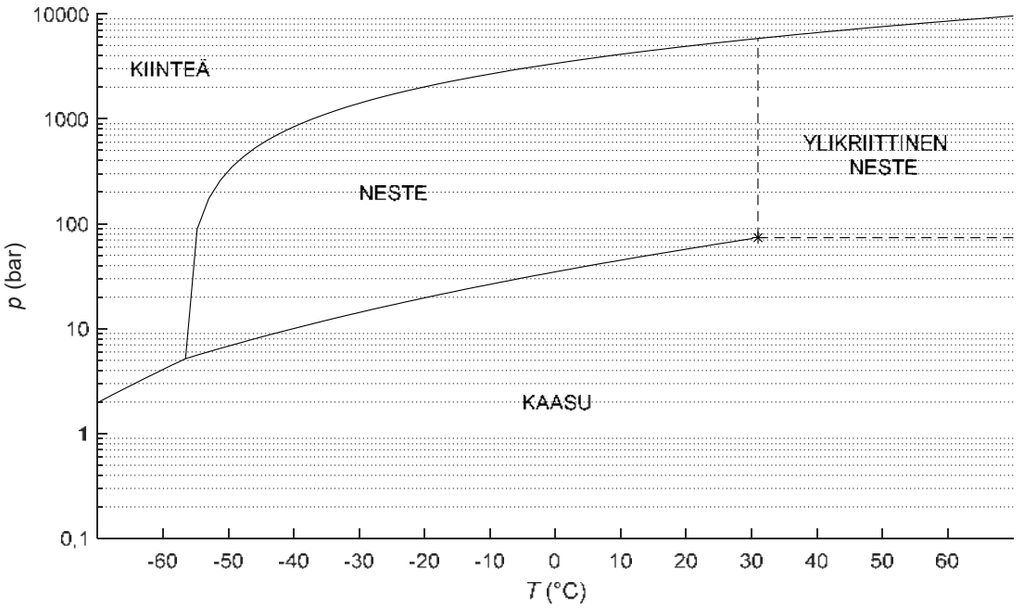
Vastaa osatehtäviin 1–4. Monivalintatehtävissä valitse yksi vaihtoehto (A–D). Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

Tehtävien ratkaisussa voit käyttää apuna liitteenä olevaa jaksollista järjestelmää.

Vakioita: $R = 8{,}31446\ \frac{\mathrm{Pa \cdot m^3}}{\mathrm{mol \cdot K}} = 0{,}0831446\ \frac{\mathrm{bar \cdot dm^3}}{\mathrm{mol \cdot K}}$; 0 °C = 273,15 K

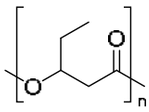
1. Faasidiagrammi on kuvaaja, josta ilmenee aineen olomuoto tietyssä lämpötilassa ja paineessa. Kuvaajasta nähdään, että olomuodon muutos voi tapahtua lämpötilaa ja/tai painetta muuttamalla. Tarkastele alla olevaa hiilidioksidin faasidiagrammia ja päättele, miten lämpötilassa 20 °C ja paineessa 1 bar oleva hiilidioksidi voidaan nesteyttää eli muuttaa nesteeksi.

(1 p.)



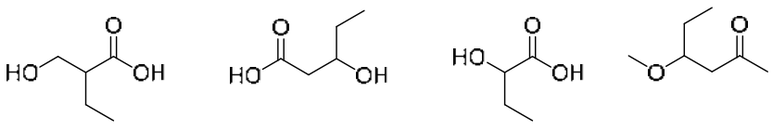
A. Laskemalla lämpötilaa 80 °C ja nostamalla painetta 5 bar.
B. Laskemalla lämpötilaa 50 °C ja nostamalla painetta 10 bar.
C. Pitämällä lämpötila samana (20 °C) ja nostamalla painetta 70 bar.
D. Mikään yllä olevista vaihtoehdoista ei ole oikein.

2. Polyhydroksialkanoaatit, kuten poly-3-hydroksivaleraatti (PHV), ovat kemialliselta rakenteeltaan polyestereitä. Niiden valmistuksessa voidaan yhtenä raaka-aineena hyödyntää hiilidioksidia. Mikä rakennekaavoista (A-D) kuvaa monomeeria, jota voidaan käyttää PHV:n valmistuksessa?



PHV

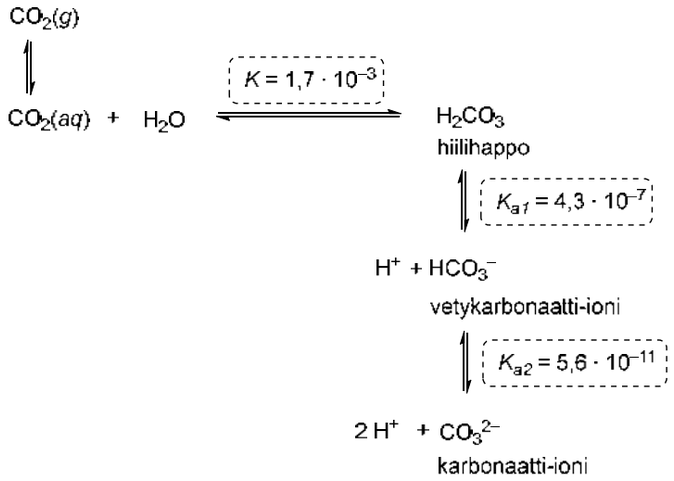
(1 p.)



A **B** **C** **D**

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

3. Hiilidioksidia liukenee jonkin verran veteen, jossa se muodostaa eri tuotteita alla olevan kaavion mukaisesti (K on kunkin reaktiovaiheen tasapainovakio).



Mikä seuraavista väittämistä on oikein? (1 p.)

A. Suurin osa liuenneesta hiilidioksidista on vesiliuoksessa vetykarbonaatti-ioneina.
B. Suurin osa liuenneesta hiilidioksidista on vesiliuoksessa karbonaatti-ioneina.
C. Vesiliuoksessa on enemmän vetykarbonaatti-ioneja kuin karbonaatti-ioneja.
D. Hiilidioksidi on vesiliuoksessa täysin hiilihappomuodossa.

4. Kasvit tuottavat ilman hiilidioksidista glukoosia (M = 180,16 g/mol) ja happea yhteyttämisreaktiossa yhtälön $6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g)$ mukaisesti.

a) Kuinka monta kuutiometriä puhdasta hiilidioksidia tarvitaan 1,00 kg suuruisen glukoosimäärän tuottamiseksi? Oletetaan, että hiilidioksidin lämpötila on 25,0 °C ja paine 101 325 Pa. Hiilidioksidin voidaan olettaa käyttäytyvän ideaalikaasun tavoin. Perustele vastauksesi.
b) Ilman hiilidioksidipitoisuus on 0,04 tilavuusprosenttia. Kuinka monta kuutiometriä ilmaa tarvitaan 1,00 kg suuruisen glukoosimäärän tuottamiseksi? Oletetaan, että ilman lämpötila on 25,0 °C ja paine 101 325 Pa. Perustele vastauksesi.
c) Yhteyttämisreaktio kuluttaa energiaa 1882 kJ yhtä muodostuvaa happimoolia (O_2) kohti. Kuinka paljon energiaa tarvitaan 1,00 kg suuruisen glukoosimäärän tuottamiseksi? Perustele vastauksesi.

(3 p.)

Kemia | Tehtävä 2.

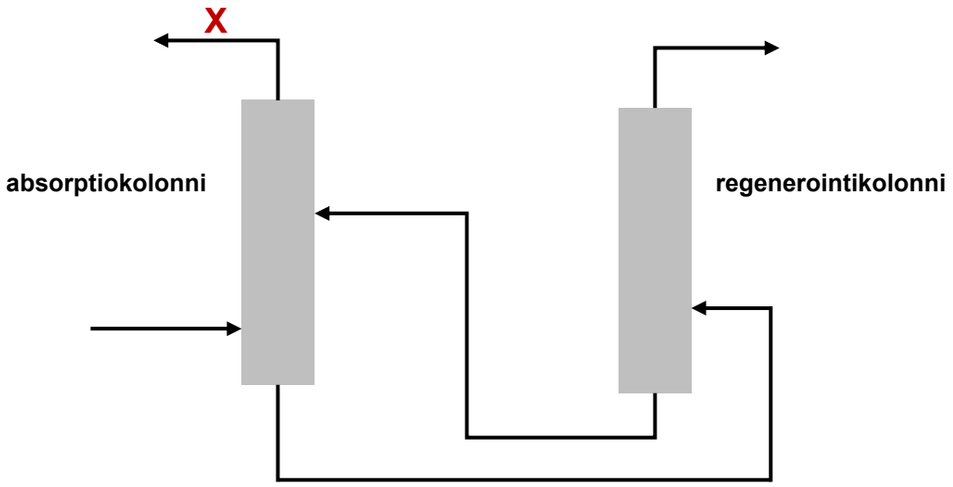
Vastaa aineiston perusteella osatehtäviin 1–5. Monivalintatehtävissä valitse yksi vaihtoehto (A–D). Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

Tehtävien ratkaisussa voit käyttää apuna liitteenä olevaa jaksollista järjestelmää.

1. Amiinipesurissa tapahtuva hiilidioksidin absorptio on (1 p.)
   A. kemiallinen ja reversiibeli absorptio.
   B. kemiallinen ja irreversiibeli absorptio.
   C. fysikaalinen ja reversiibeli absorptio.
   D. fysikaalinen ja irreversiibeli absorptio.

2. Tarkastele absorptiokolonnissa tapahtuvaa monoetanoliamiinin ja hiilidioksidin välistä reaktiota. Yksi MEA-molekyyli reagoi selkeästi hiilidioksidin kanssa, mutta mikä on toisen MEA-molekyylin tehtävä reaktiossa? (1 p.)
   A. Se toimii happona ja luovuttaa protonin.
   B. Se toimii emäksenä ja luovuttaa protonin.
   C. Se toimii happona ja vastaanottaa protonin.
   D. Se toimii emäksenä ja vastaanottaa protonin.

3. Alla on esitetty yksinkertaistettu prosessikaavio amiinipesurista.



   Mikä kuvaus sopii parhaiten kohtaan X? (1 p.)
   A. Talteenotettu hiilidioksidi
   B. Savukaasu teollisuuslaitokselta
   C. Käsitelty savukaasu
   D. Monoetanoliamiiniliuos

4. Piirrä monoetanoliamiinin ja hiilidioksidin välisessä reaktiossa muodostuvan välituotteen rakennekaava. Vihje: Välituote on karbamaattituotteen kaltainen, mutta se on kahtaisioni. (1 p.)

5. Kirjoita tasapainotetut reaktioyhtälöt seuraavien mineraalien karbonoinnille. Olomuotoja ei tarvitse merkitä.
   a) forsteriitti
   b) krysotiili (2 p.)

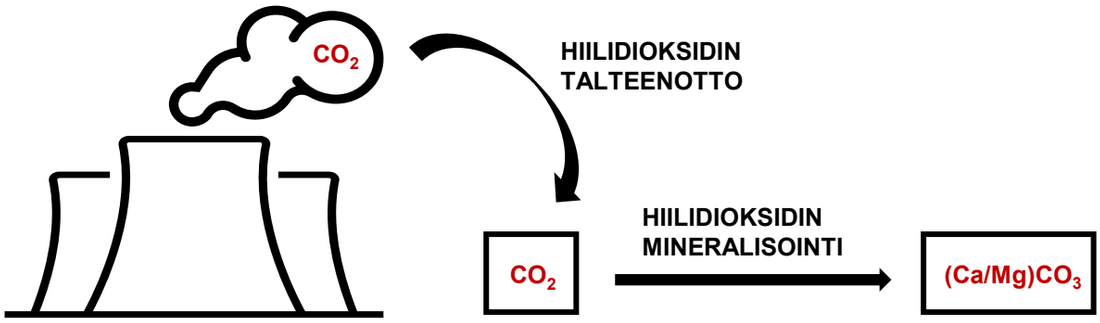
KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

Kemia │Tehtävä 2. Aineisto: Hiilidioksidin talteenotto ja mineralisointi

Vesihöyry ja hiilidioksidi ovat esimerkkejä maapallon ilmakehän kasvihuonekaasuista. Näiden kaasujen aiheuttama luonnollinen kasvihuoneilmiö mahdollistaa elämälle suotuisan keskilämpötilan. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on kuitenkin noussut merkittävästi ihmisen toiminnan seurauksena. Koska hiilidioksidia vapautuu tällä hetkellä ilmakehään koko ajan enemmän kuin sitä fotosynteesin kautta sitoutuu biomassaan, tarvitaan myös kemian ja kemiantekniikan työkaluja ilman hiilidioksidipitoisuuden kasvun hillitsemiseksi.

Hiilidioksidin talteenotto suoraan ilmasta ei ole nykytekniikalla vielä taloudellisesti kannattavaa, mutta teollisuuden savukaasuista voidaan saada hiilidioksidia talteen suuriakin määriä. Pelkkä talteenotto ei kuitenkaan riitä, sillä hiilidioksidi pitää vielä varastoida ja/tai hyödyntää raaka-aineena esimerkiksi polttoaineiden tai kemikaalien valmistuksessa. Kuvassa 1 on kuvattu yksinkertaistetusti, miten hiilidioksidia voidaan *absorboida** savukaasuista amiinipesurin avulla ja miten talteen otettua hiilidioksidia voidaan varastoida karbonaatteina.

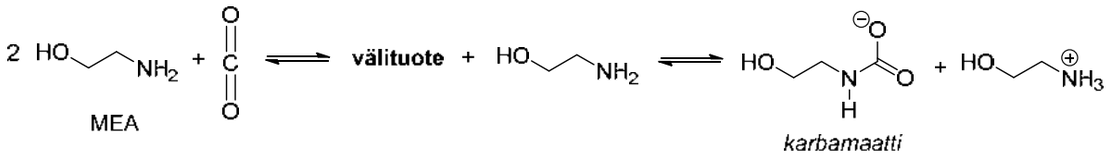
**Absorptio* on fysikaalinen tai kemiallinen ilmiö, jossa atomit, molekyylit tai ionit imeytyvät nesteeseen, kaasuun tai kiinteään aineeseen. Absorptio on joko reversiibeliä (palautuvaa) tai irreversiibeliä (palautumatonta).



Kuva 1. *Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (mineralisointi).*

Hiilidioksidin talteenotto amiinipesurilla

Amiinipesu on prosessi, jonka avulla on mahdollista saada talteen savukaasuissa olevasta hiilidioksidista jopa 90 %. Prosessissa hyödynnetään erilaisia amiineja, esimerkiksi monoetanoliamiinia (MEA), joka on aminoalkoholi. Amiinipesurissa hiilidioksidipitoinen savukaasu johdetaan absorptiokolonniin, jossa hiilidioksidi reagoi MEA:n kanssa noin 50 °C lämpötilassa. Reaktiossa muodostuu karbamaattituotetta erään välituotteen kautta kaavion 1 mukaisesti. Absorptiokolonnista karbamaattiliuos johdetaan regenerointikolonniin, jossa lämpötila on noin 120 °C. Tässä lämpötilassa N-C sidos hajoaa ja vapautunut hiilidioksidi voidaan ottaa talteen. Amiiniliuos puolestaan voidaan kierrättää takaisin absorptiokolonniin.



Kaavio 1. *Monoetanoliamiinin ja hiilidioksidin välinen reaktio.*

Hiilidioksidin varastointi mineralisoimalla

Mineraalien karbonointi tarkoittaa yleisesti kalsium- tai magnesiumpitoisen mineraalin reaktiota hiilidioksidin kanssa, jolloin muodostuu metallikarbonaatteja eli CO_3^{2-} -suoloja. Karbonoinnissa käytettyjä mineraaleja ovat esimerkiksi wollastoniitti ($CaSiO_3$), forsteriitti (Mg_2SiO_4) ja krysotiili ($Mg_3Si_2O_5(OH)_4$). Karbonointireaktioissa muodostuu metallikarbonaattien lisäksi piidioksidia (SiO_2) sekä joissakin tapauksissa vettä. Reaktioissa muodostuvat tuotteet ovat kemiallisesti stabiileja ja ne voidaan hyödyntää edelleen eri prosesseissa.

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

Jaksollinen järjestelmä

järjestysluku
kemiallinen merkki
atomimassa

1
H
1,008

atomnummer / atomic number
kemiskt tecken / chemical symbol
atommassa /atomic mass

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	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** 65,38	31 **Ga** 69,72	32 **Ge** 72,63	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**	85 **At**	86 **Rn**
7	87 **Fr**	86 **Ra**	89-103	104 **Rf**	105 **Db**	106 **Sg**	107 **Bh**	108 **Hs**	109 **Mt**	110 **Ds**	111 **Rg**	112 **Cn**	113 **Nh**	114 **Fl**	115 **Mc**	116 **Lv**	117 **Ts**	118 **Og**

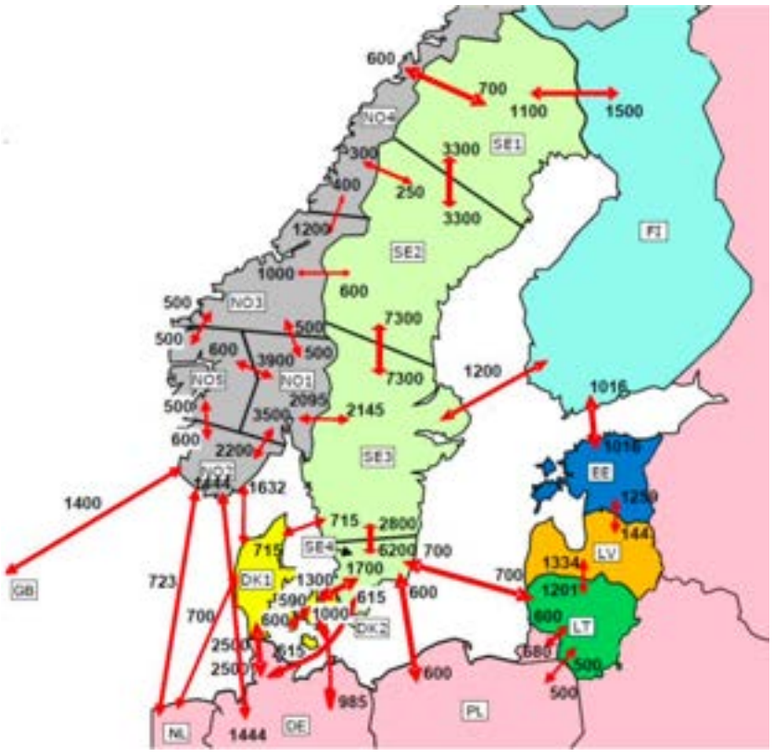
Lantanoidit/ Lantanoider/ Lanthanides	57 **La** 138,91	58 **Ce** 140,12	59 **Pr** 140,91	60 **Nd** 144,24	61 **Pm**	62 **Sm** 150,36	63 **Eu** 151,96	64 **Gd** 157,25	65 **Tb** 158,93	66 **Dy** 162,50	67 **Ho** 164,93	68 **Er** 167,26	69 **Tm** 168,93	70 **Yb** 173,05	71 **Lu** 174,97
Aktinoidit/ Aktinoider/ Actinides	89 **Ac**	90 **Th** 232,04	91 **Pa** 231,04	92 **U** 238,03	93 **Np**	94 **Pu**	95 **Am**	96 **Cm**	97 **Bk**	98 **Cf**	99 **Es**	100 **Fm**	101 **Md**	102 **No**	103 **Lr**

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

Ongelmanratkaisu │Tehtävä 1.

Vastaa osatehtäviin 1–4. Monivalintatehtävissä valitse yksi vaihtoehto. Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

Tarkastellaan alueiden välisiä sähkönsiirtoyhteyksiä, joita on merkitty kuvan 1 karttaan nuolilla. Nuolten kärjissä olevat luvut ilmaisevat sähkönsiirron maksimikapasiteetteja megawatteina (MW) alueesta toiseen. Esimerkiksi sähkönsiirron maksimikapasiteetti alueesta NO4 alueeseen SE1 on 700 MW ja vastaavasti maksimikapasiteetti alueesta SE1 alueeseen NO4 on 600 MW. Joidenkin nuolten keskelle on merkitty yksi luku, joka tarkoittaa, että maksimikapasiteetit kumpaankin alueeseen ovat yhtä suuret.



***Kuva 1**. Alueiden väliset sähkönsiirron maksimikapasiteetit megawatteina.*

1. Jos yksi sähkökiuas tarvitsee keskimäärin 10 kilowatin (kW) tehon, niin montako sähkökiuasta voidaan samanaikaisesti Suomeen tuotavalla tuontisähköllä enintään lämmittää? (1 p.)

   A. 517 600 kpl
   B. 371 600 kpl
   C. 331 600 kpl
   D. Ei mikään yllä olevista vaihtoehdoista

2. On arvioitu, että talven kulutushuipun tehontarve kylmänä talvena Suomessa on noin 14 400 MW. Olkoon kotimainen sähköntuotantokapasiteetti enintään 11 300 MW. Oletetaan, että sähkönsiirtokapasiteetti Pohjois-Ruotsista Suomeen on kylmyyden takia rajoitettu 1200 MW:iin ja vastaavasti Etelä-Ruotsista Suomeen 1000 MW:iin. Kuinka monta prosenttia sähkönsiirtoyhteyksien kokonaiskapasiteetista olisi kulutushuipun aikana Suomessa käytössä, kun koko kotimainen sähköntuotantokapasiteetti on käytössä, eikä Suomesta siirretä sähköä lainkaan naapurimaihin? (1 p.)

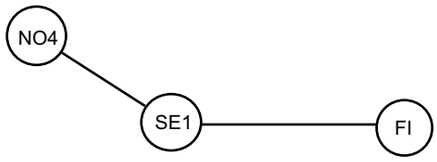
   A. Noin 88 %
   B. Noin 91 %
   C. Noin 96 %
   D. Noin 101 %

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

3. Oletetaan, että Suomeen rakennetaan 1500 MW lisäkapasiteetti 4 MW tuulivoimaloilla. Oletetaan, että maalle rakennetun tuulivoimalan investointikustannukset ovat 1 500 000 €/MW ja että merelle rakennettavan voimalan investointikustannukset ovat 25 % maalle rakennettavaa voimalaa korkeammat. Paljonko kokonaisinvestointikustannukset ovat, jos 40 % uusista tuulivoimaloista on rakennettava merelle ja loput maalle? (1 p.)

   A. Noin 620 miljoonaa euroa
   B. Noin 2,8 miljardia euroa
   C. Noin 2,6 miljardia euroa
   D. Ei mikään yllä olevista vaihtoehdoista

4. Verkkomaisia rakenteita voidaan esittää graafeilla, jotka koostuvat solmuista ja niitä yhdistävistä linkeistä. Kuvassa 2 on esimerkki graafista, jonka kolme solmua NO4, SE1 ja FI edustavat kuvan 1 alueita ja linkit kyseisten alueiden välisiä siirtoyhteyksiä.



***Kuva 2**. Esimerkki yksinkertaisesta graafista.*

   a) Piirrä kuvan 1 Suomen, Ruotsin ja Norjan kaikkia alueita ja niiden välisiä siirtoyhteyksiä vastaava graafi. (1 p.)

   Oletetaan b)- ja c)-kohdissa yksinkertaisuuden vuoksi, että yhtä aluetta hallinnoi yksi sähköyhtiö.

   b) Voiko Suomen, Ruotsin ja Norjan kaikkia alueita hallinnoida kolme sähköyhtiötä niin, ettei kilpailullisten syiden takia mikään yhtiö hallinnoi kahta vierekkäistä aluetta, joiden välillä on siirtoyhteys? Perustele vastauksesi graafilla. (1 p.)

   c) Oletetaan, että Suomen, Ruotsin ja Norjan alueet ovat kahden sähköyhtiön hallinnassa. Mikä on pienin poistettava määrä siirtoyhteyksiä, jotta kumpikaan yhtiö ei hallinnoisi kahta vierekkäistä aluetta, joiden välillä on siirtoyhteys? Perustele vastauksesi (1 p.)

Lähde: Sähkön toimitusvarmuus vuonna 2023, Energiavirasto.

Ongelmanratkaisu | Tehtävä 2.

Vastaa aineiston perusteella osatehtäviin 1–5. Monivalintatehtävissä valitse yksi vaihtoehto. Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

1. Kuinka monta tekstivertailua suunnilleen tarvitaan avaimen etsimiseen loppuosataulukon avulla, kun teksti on 1000 merkkiä pitkä? (1 p.)

   A. 10
   B. 100
   C. 1000
   D. 10000

2. Tietokoneen muisti koostuu tavuista. Oletetaan, että kukin tekstin merkki esitetään yhdellä tavulla ja kukin kokonaisluku esitetään kahdeksalla tavulla. Kuinka monta tavua suunnilleen tarvitaan n merkin mittaisen tekstin ja sen loppuosataulukon tallentamiseen tietokoneen muistiin? (1 p.)

   A. $8n$
   B. $9n$
   C. $8n + n^2/2$
   D. $9n^2$

3. Oletetaan, että teksti ja sen loppuosataulukko on tallennettu hitaaseen muistiin, josta pystytään lukemaan yksi tieto 0,01 s välein. Luettava tieto on joko kokonaisluku tai niin pitkä tekstin osa, että se riittää vertailuun. Kuinka pitkästä tekstistä pystytään hakemaan avainta yhdessä sekunnissa? (1 p.)

   A. Noin yhdestä sivusta tekstiä (noin tuhat merkkiä).
   B. Noin yhden paksun kirjan tekstistä (noin miljoona merkkiä).
   C. Noin Suomen kansalliskirjaston tekstiaineistosta (noin biljoona (10^{12}) merkkiä).
   D. Selvästi edellisiä vaihtoehtoja suuremmasta aineistosta.

4. Muodosta tekstin ”`baabacacc`” loppuosataulukko. (1,5 p.)

5. Tekstin ”`caabbabbacaca`” loppuosataulukko on `[ 13 2 3 6 11 9 5 8 4 7 12 1 10 ]`. Luettele, mitkä kaikki tekstivertailut on tehtävä, kun etsitään puolitushaulla avainta ”`abbc`” loppuosataulukosta. (1,5 p.)

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.

Ongelmanratkaisu | Tehtävä 2. Aineisto: Loppuosataulukko.

Loppuosataulukoita käytetään tietojärjestelmissä muun muassa tekstin hakemistorakenteina, tiedon tiivistämiseen sekä erilaisten toistuvien osuuksien etsimiseen. Tarkastellaan pitkää tekstiä T, joka koostuu n merkistä. Kohdasta 1 alkava *loppuosa* on koko teksti. Vastaavasti kohdasta i alkava loppuosa on tekstin merkit alkaen i:nnestä merkistä tekstin loppuun. Loppuosataulukolla esitetään koko tekstin kaikki loppuosat, joten loppuosataulukko koostuu n alkiosta. Loppuosataulukko sisältää vain kunkin loppuosan alkamiskohdan alkuperäisessä tekstissä, ei koko loppuosaa tekstinä. Loppuosataulukko järjestetään siten, että se näyttää kaikki tekstin loppuosien alkamiskohdat niiden aakkosjärjestyksessä.

Taulukossa 1 on tekstin "`abcccaabba`" loppuosataulukko. Saraketta "loppuosa" ei oikeasti ole olemassa, vaan se on esitetty taulukossa 1 havainnollisuuden vuoksi. n-merkkisen tekstin T loppuosataulukko on siis n-alkioinen kokonaislukutaulukko, jossa on luvut $1..n$ loppuosien aakkosjärjestyksen osoittamassa järjestyksessä. Sen luomiseen ja käyttämiseen tarvitaan myös teksti T.

Taulukko 1. *Tekstin "`abcccaabba`" loppuosataulukko.*

	loppuosataulukko	loppuosa
1	**10**	`a`
2	**6**	`aabba`
3	**7**	`abba`
4	**1**	`abcccaabba`
5	**9**	`ba`
6	**8**	`bba`
7	**2**	`bcccaabba`
8	**5**	`caabba`
9	**4**	`ccaabba`
10	**3**	`cccaabba`

Kun tekstistä T on muodostettu loppuosataulukko, voidaan siitä etsiä *puolitushaulla* toista lyhyempää tekstiä, jota kutsutaan *avaimeksi*. Puolitushaussa avaimen etsintään tarvitaan tekstivertailuja. Tekstivertailu $A < B$ on tosi jos ja vain jos teksti A on aakkosjärjestyksessä ennen tekstiä B. Esimerkiksi teksti "`bbc`" on aakkosjärjestyksessä ennen tekstejä "`bcb`" ja "`bbca`".

Puolitushaussa tarkastelu aloitetaan koko taulukosta (hakualueena kohdat $1..n$). Merkitään kulloinkin tarkasteltavan hakualueen alkukohtaa kirjaimella a, loppukohtaa kirjaimella l ja puoliväliä kirjaimella p. Puolitushaun kussakin vaiheessa verrataan avainta puolivälissä ($p \leftarrow (a+l)/2$) olevan luvun osoittamasta kohdasta alkavaan loppuosaan. Jos jakolasku ei mene tasan, pyöristetään tulos alaspäin lähimpään kokonaislukuun. Jos puolivälissä olevan luvun osoittamasta kohdasta alkava loppuosa on aakkosjärjestyksessä ennen avainta, niin jatketaan tarkastelua loppuosataulukon loppuosasta, muuten sen alkuosasta. Tarkastelua jatketaan alkuosasta siirtämällä loppukohta puoliväliin ($l \leftarrow p$) ja vastaavasti loppuosasta siirtämällä alkukohta puoliväliä seuraavaan kohtaan ($a \leftarrow p+1$).

Tekstivertailuja ja hakualueen supistamista jatketaan, kunnes alku- ja loppukohta kohtaavat. Lopuksi tehdään vielä yksi tekstivertailu, joka selvittää, esiintyykö avain loppuosataulukon kohdan a osoittamassa kohdassa tekstiä. Jos avain esiintyy useassa kohdassa tekstiä, puolitushaku löytää niistä yhden.

Algoritmi 1 esittää puolitushaun täsmällisesti. Merkintä Teksti[i..] tarkoittaa kohdasta i alkavaa tekstin loppuosaa. Merkintä Loppuosataulukko[i] tarkoittaa loppuosataulukon kohdassa i olevaa lukua.

Algoritmi 1. PUOLITUSHAKU(Teksti, Loppuosataulukko, Avain)

```
a ← 1      l ← n                                  ▷ aseta a ja l Loppuosataulukon alkuun ja loppuun
Niin kauan kun a < l , tee                        ▷ toista kunnes on jäljellä vain yksi tarkasteltava kohta
    p ← ⌊(a + l)/2⌋                               ▷ aseta p a:n ja l:n puoliväliin, pyöristä jakolasku alaspäin tarvittaessa
    Jos Teksti[Loppuosataulukko[p]..] < Avain , niin   ▷ vertaa tekstinosaa ja avainta
        a ← p + 1                                 ▷ jatka tarkastelemaan loppuosaa
    muutoin
        l ← p                                     ▷ jatka tarkastelemaan alkuosaa
Jos Teksti[Loppuosataulukko[a]..] täsmää Avaimeen , niin
    Avain löytyy Tekstin kohdasta Loppuosataulukko[a]..
muutoin
    Avainta ei löydy Tekstistä
```

KYSYMYSVIHKO | Älä vastaa tähän.