



DI-valintakoe 31.5.2022

KYSYMYKSET

OHJEET

Valintakokeessa on neljä osiota: matematiikka, fysiikka, kemia ja ongelmanratkaisu. Matematiikan osio on kaikille pakollinen. Vastaa kaikkiin matematiikan tehtäviin. Valinnaisten tehtävien osiosta sinun tulee vastata kolmeen (3) tehtävään. Jos vastaat useampaan kuin kolmeen valinnaiseen tehtävään, otetaan pistelaskussa huomioon kolme matalimmat pisteet tuottavaa tehtävää.

Kirjoita kaikki vastaukset erillisiin vastauspapereihin. Vain näille kirjoitetut vastaukset arvioidaan. Saat viedä kysymykset mukanasikokeen jälkeen.

KYSYMYSVIHKO
Älä vastaa tähän.

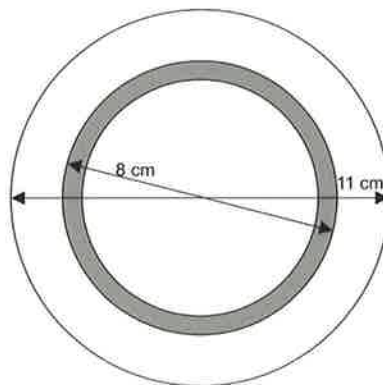
Matematiikka | Tehtävä 1.

Perustele vastauksesi kaikissa tehtävissä.

- a) Tuotteen hintaa lasketaan 10 % ja sen jälkeen korotetaan 10 %. Kuinka monta prosenttia hinta tämän jälkeen on alkuperäisestä? (1 p.)
- b) Ratkaise yhtälö $3x^2 - 2x + 2 = 2(x^2 + 1)$. (1 p.)
- c) Perustele, että yhtälö $(a + b)^2 + (a - b)^2 = 2a^2 + 2b^2$ on tosi kaikille reaaliluvuille a ja b . (1 p.)
- d) Ratkaise yhtälö $|x - 2| = 2x + 1$. (1 p.)
- e) Ratkaise yhtälö $(2^x)^2 - 3 \cdot 4^{x-1} = 2$. (1 p.)
- f) Perustele, onko välillä $\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \pi$ mahdollista, että $\cos \alpha \sin \alpha > 0$? (1 p.)

Matematiikka | Tehtävä 2.

Maalarinteippi on paksuudeltaan 0,1 mm, ja sitä myydään rullassa halkaisijaltaan 8 cm olevan pahvirungon ympärille kierrettynä. Täyden rullan ulkohalkaisija on 11 cm.



- a) Kuinka pitkä on pahvirungon ympärille kierretty 1. kierros? Entä kuinka pitkä on 2. kierros? Kunkin kierroksen pituus mitataan teipin ulkopinnasta. (2 p.)
- b) Kuinka monta metriä teippiä on täydessä rullassa likimäärin? Voit olettaa, että jokainen kierros teippiä muodostaa täydellisen ympyrän. Perustele vastauksesi. (4 p.)

Matematiikka | Tehtävä 3.

- a) Osoita laskemalla, että funktio $f(x) = Ae^{2x} + Bxe^{2x} + e^x$ toteuttaa yhtälön $f''(x) - 4f'(x) + 4f(x) = e^x$. Sekä A että B ovat vakioita, ja $f''(x)$ tarkoittaa funktion $f'(x)$ derivaattaa. (3 p.)
- b) Selvitä, mikä funktio $f(x)$ toteuttaa yhtälön $f(x) = 6x^2 + \int_0^2 f(x) dx$. (3 p.)

$$1 + 2 + \dots + n = \frac{1}{2}n(n+1).$$

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.

Kiekko A liukuu sileän jään pinnalla kohti paikallaan olevaa kiekkoa B oheisen kuvan osoittamalla tavalla. Kiekkojen massat ovat $m_A = m_B = 160$ g. Kiekot törmäävät jäällä siten, että törmäystapahtuma on erittäin lyhyt. Juuri ennen osumaa kiekon A nopeus oli 1,4 m/s oikealle. Heti osuman jälkeen kiekon B nopeus on 1,3 m/s oikealle. Kummallekin kiekolle jään ja kiekon välinen liukukitkakerroin on 0,050.



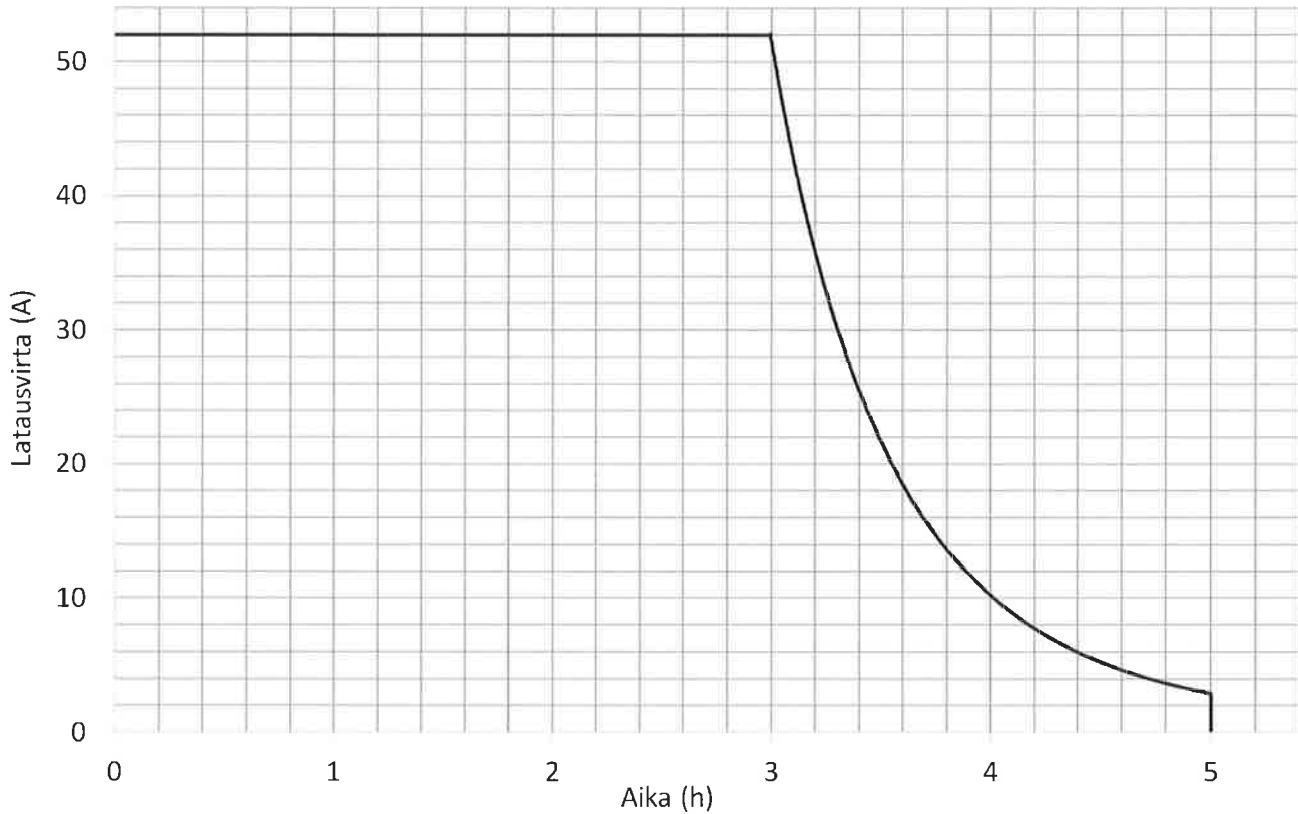
1. Mikä seuraavista pätee tälle törmäykselle? (1 p.)
 - A. Törmäys on kimmoisa.
 - B. Törmäys on kimmoton.
 - C. Törmäys on täysin kimmoton.
 - D. Törmäys ei ole kimmoisa eikä kimmoton.
2. Tässä törmäyksessä kiekkojen yhteenlaskettu (1 p.)
 - A. liikemäärä säilyy, mutta liike-energia ei säily.
 - B. liike-energia säilyy, mutta liikemäärä ei säily.
 - C. liikemäärä ja liike-energia kumpikin säilyvät.
 - D. liikemäärä ja liike-energia eivät kumpikaan säily.
3. Mikä on kiekon A nopeuden suunta heti törmäyksen jälkeen? (1 p.)
 - A. Kiekko A jää paikoilleen.
 - B. Kiekon A nopeuden suunta on oikealle.
 - C. Kiekon A nopeuden suunta on vasemmalle.
 - D. Kiekon A nopeuden suunta on kohtisuorassa alkuperäistä nopeutta vastaan.
4. Määritä, kuinka pitkälle kiekko B liukuu törmäyksen jälkeen. Perustele vastauksesi. (3 p.)

Fysiikka | Tehtävä 2.

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

1. Aineiston mukaista, kapasiteetiltaan 64 kWh akkua, ladataan 230 V jännitteellä ja 8,0 A virralla. Kuinka kauan akun lataus kestää 20 % kapasiteettitasolta 80 % kapasiteettitasolle? (1 p.)
 - A. 35 tuntia.
 - B. 28 tuntia.
 - C. 21 tuntia.
 - D. 8 tuntia.
2. Millä kuvan 2(a) kaltaisilla sarjaan- ja rinnankytkentöjen yhdistelmillä aineiston esimerkin mukaiset akkukennot tulee kytkeä, jotta niistä saadaan 64 kWh kapasiteetin ja 420 V jännitteen omaava akku? (1 p.)
 - A. 100 kennoa sarjaan ja 42 kennoa rinnan.
 - B. 42 kennoa sarjaan ja 100 kennoa rinnan.
 - C. 100 kennoa sarjaan ja 420 kennoa rinnan.
 - D. 100 kennoa sarjaan ja 4200 kennoa rinnan.
3. Massaltaan 1400 kg:n sähköauto pysäytetään kokonaan jarrutusenergian talteenoton avulla vauhdista 120 km/h. Jos sähköauton jarrutusenergian talteenoton hyötysuhde on aineistossa annetun vaihteluvälin puolivälissä ja liikeenergiaksi muuntaminen tapahtuisi tyypillisellä hyötysuhteella, voidaan auto talteenotetun energian avulla kiihdyttää uudelleen nopeuteen (1 p.)
 - A. 91,8 km/h.
 - B. 111 km/h.
 - C. 108 km/h.
 - D. 105 km/h.

4. Kuinka paljon energiaa akkuun varastoituu, kun aineistossa esitettyä akkua ladataan alla olevan kuvan 1 mukaisella virralla ja akun jännite on 420 V? Oleta, että kaikki syötetty energia varastoituu akkuun. Perustelee vastauksesi. (3 p.)



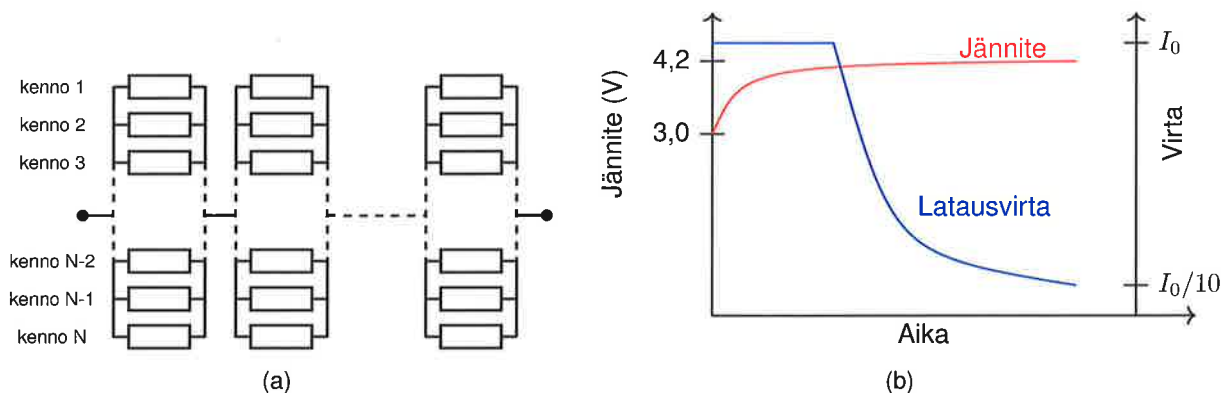
Kuva 1: Erään sähköauton akun latausvirta ajan funktiona.

Fysiikka | Tehtävä 2. Aineisto: Sähköauton akkujen lataus ja käyttö

Moderneissa sähköautoissa käytettävät akut pohjautuvat pääosin litiumioniakkuteknologiaan. Tässä aineistossa kuvataan yksinkertaistettu malli sähköauton akun lataamisesta.

Esimerkki sähköauton akusta

Sähköauton akku voidaan rakentaa usein erilaisin teknisin ratkaisuin. Eräs tällainen ratkaisu on käyttää erillisiä ns. 18650-tyyppin litiumioniakkukennoja. Samantyyppisiä akkukennoja voidaan käyttää myös muissa laitteissa, esimerkiksi kannettavissa tietokoneissa ja taskulampuissa. Esimerkkiakussamme yksittäisen akkukennon kapasiteetti on 3,6 Ah. Akkukennoja kytketään tarvittava määrä sarjaan- ja rinnankytkentänä, jotta haluttu jännite ja kapasiteetti koko akulle voidaan saavuttaa. Esimerkki tällaisesta kytkennästä esitetään kuvassa 2(a).



Kuva 2: (a) Akun rakenne 18650-kennojen yhdistelmänä. (b) Akun yksittäisen kennon jännite ja akun läpi kulkeva virta akun lataamisen aikana.

Akun maksimijännite on verrattain suuri, jotta akusta otettava ja johtimissa kulkeva virta pysyisi tarpeeksi matalana. Maksimijännite voi olla akussa esimerkiksi 420 V, kun taas yksittäisen kennon maksimijännite on 4,2 V. Yksinkertaisessa mallissa litiumioniakkua ladataan vakiovirta- ja vakiojännitemenetelmällä 2(b) mukaisesti. Vakiovirtamenetelmää käytetään tyhjän akkukennon jännitteestä 3,0 V jännitteeseen 4,1 V. Tämän jälkeen lopulliseen jännitteeseen 4,2 V asti käytetään vakiojännitemenetelmää. Lataus lopetetaan usein latausvirran pudottua kymmenesosaan lähtötasosta.

Energian talteenotto ja käyttö

Sähköautot pystyvät käyttämään sähkömoottorejaan myös akkujen lataamiseen jarrutettaessa. Tätä kutsutaan usein jarrutusenergian talteenotoksi tai regeneratiiviseksi lataukseksi. Normaalisissa jarrutuksissa auton liike-energia muuttuu jarruissa lämmöksi. Regeneratiivisessa latauksessa 80–90 % auton liike-energiasta saadaan varastoiduksi akkuun.

Sähköauton hyötysuhde akusta liike-energiaksi muutettaessa on tyypillisesti 90%. Auton käytännön toimintamatkaan vaikuttavat auton käyttämä energia (sähköjärjestelmän hyötysuhde, vastusvoimat) sekä auton akkukapasiteetti. Jos sähköauton akkukapasiteetti olisi 64 kWh, voisi auton toimintamatka yhdellä latauksella olla esimerkiksi 450 kilometriä. Sähköautojen toimintamatkaa ja energiankulutusta voidaan vertailla niin sanotun WLTP-testausmenetelmän (*Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure*) avulla. WLTP-testausmenetelmä kertoo autolle normitoimintamatkan täydellä akulla, tai mikä on auton normin mukainen, kaikki häviöt huomioon ottava, energiankulutus.

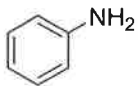
Kemia | Tehtävä 1.

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.

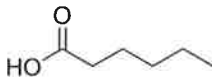
Tehtävien ratkaisussa voit käyttää apuna liitteenä olevaa jaksollista järjestelmää.

Vakio: $R = 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

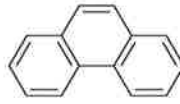
1. Tarkastele seuraavia orgaanisia yhdisteitä: aniliini, kapronihappo ja fenantreeni.



aniliini



kapronihappo

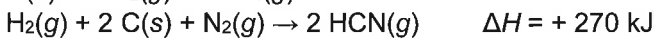
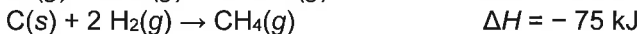
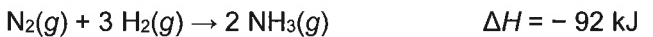


fenantreeni

Mikä seuraavista väittämistä on oikein?

(1 p.)

- A. Fenantreeni liukenee täysin neutraaliin vesiliuokseen.
B. Kapronihappo muodostaa emäksisessä vesiliuoksessa suolan.
C. Kapronihappo muodostaa happamassa vesiliuoksessa suolan.
D. Aniliini muodostaa emäksisessä vesiliuoksessa suolan.
2. Tunnetaan seuraavien reaktioiden entalpian muutokset:

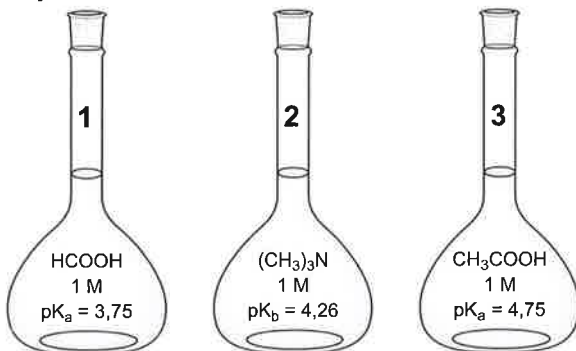


Mikä on entalpian muutos reaktiolle $\text{CH}_4(g) + \text{NH}_3(g) \rightarrow \text{HCN}(g) + 3 \text{H}_2(g)$?

(1 p.)

- A. +103 kJ
B. +256 kJ
C. +302 kJ
D. +437 kJ

3. Järjestä alla olevat vesiliuokset kasvavan oksoniumionikonsentraation mukaiseen järjestykseen:



(1 p.)

- A. 1, 3, 2
B. 2, 1, 3
C. 2, 3, 1
D. 3, 1, 2
4. Suljettuun reaktoriin, jonka tilavuus on $0,010 \text{ m}^3$, laitetaan $3,00 \text{ g}$ rautaa ($M = 55,85 \text{ g/mol}$) ja reaktori täytetään kloorikaasulla ($M = 70,90 \text{ g/mol}$). Kun rauta ja kloorikaasu reagoivat keskenään, muodostuu kiinteää rauta(III)kloridia ($M = 162,20 \text{ g/mol}$). Reaktiion alussa reaktorin paine on 101325 Pa ja lämpötila 295 K . Mikä on kloorikaasun ainemäärä ja paine reaktion loputtua eli silloin kun kaikki rauta on reagoinut? Lämpötila reaktion lopussa on 325 K . Kloorikaasun voidaan olettaa käyttäytyvän ideaalikaasun tavoin. Raudan ja rauta(III)kloridin tilavuutta ei tarvitse huomioida. Perustele vastauksesi.

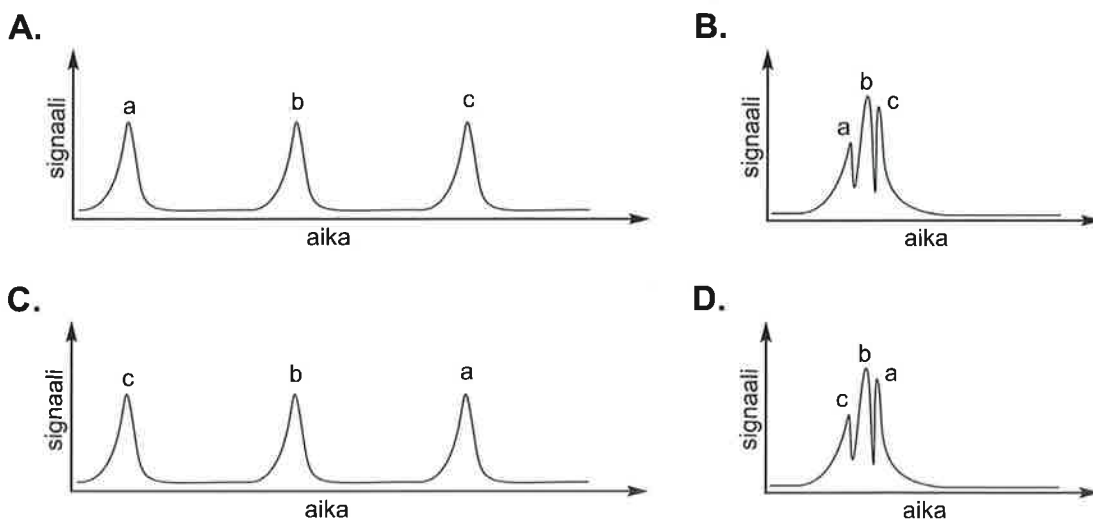
(3 p.)

Kemia | 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.

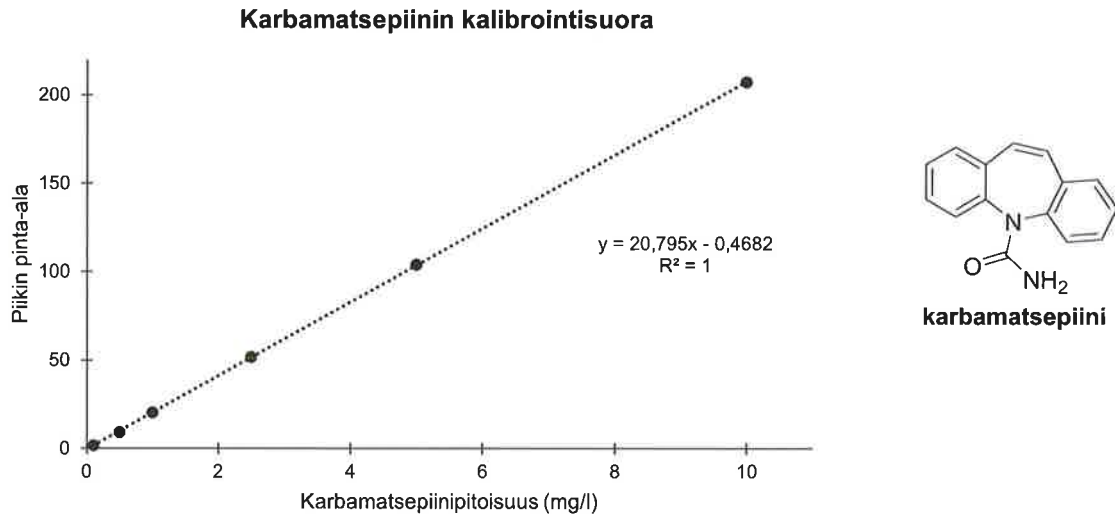
Tehtävien ratkaisussa voit käyttää apuna liitteenä olevaa jaksollista järjestelmää.

- Yhdisteet a, b ja c erottuvat toisistaan ohutkerroskromatografialevyllä, jonka kiinteä faasi koostuu silikasta, kuvan 2a mukaisesti. Oletetaan, että yhdisteet ovat moolimassaltaan kutakuinkin yhtä suuria. Mikä seuraavista väittämistä on oikein? (1 p.)
 - Yhdiste a on poolisempi kuin yhdiste c.
 - Yhdiste c on poolisempi kuin yhdiste a.
 - Yhdisteiden poolisuutta ei voida arvioida ohutkerroskromatografian perusteella.
 - Poolisia yhdisteitä ei voida tutkia ohutkerroskromatografialla.
- Seos, joka koostuu osatehtävän 1 yhdisteistä, puhdistettiin pylväskromatografian avulla ja kaikki yhdisteet saatiin erotettua omiin fraktioihinsa. Kiinteä faasi ja ajoliuos olivat samat kuin ohutkerroskromatografiassa (kuva 2a). Mikä kromatogrammeista (A–D) kuvaa parhaiten kyseistä pylväskromatografiaa? (1 p.)



- Eräästä reaktioseoksesta otettiin näyte, joka analysoitiin ohutkerroskromatografialla. Analyysin mukaan päätuotteen $R_f = 0$ ja sivutuotteen $R_f = 0,4$. Mitä tapahtuisi, jos päätuote puhdistettaisiin pylväskromatografialla, jossa kiinteä faasi ja ajoliuos ovat samat kuin ohutkerroskromatografiassa? (1 p.)
 - Päätuotteen puhdistaminen tulisi sujumaan erittäin nopeasti, sillä päätuote tulisi liikkumaan yhtä nopeasti kuin ajoliuos tässä kromatografisessa systeemissä.
 - Päätuotteen puhdistaminen tulisi sujumaan melko nopeasti, sillä päätuote tulisi eluoitumaan ennen sivutuotetta.
 - Päätuotteen puhdistaminen ei olisi mahdollista, sillä päätuote tulisi eluoitumaan samaan aikaan sivutuotteen kanssa.
 - Päätuotteen puhdistaminen ei olisi mahdollista, sillä päätuote ei liiku tässä kromatografisessa systeemissä ollenkaan.

4. Jätevesien lääkeainepitoisuuksia voidaan määrittää kvantitatiivisen kromatografian avulla. Yksi jätevesistä löytyvä lääkeaine on karbamatsepiini, joka on yleisesti käytetty epilepsialääke. Eräässä tutkimuslaboratoriossa tutkittiin jätevesien karbamatsepiinipitoisuutta nestekromatografialaitteella. Alla on esitetty karbamatsepiinin kalibrointisuora ja rakennekaava. (3 p.)

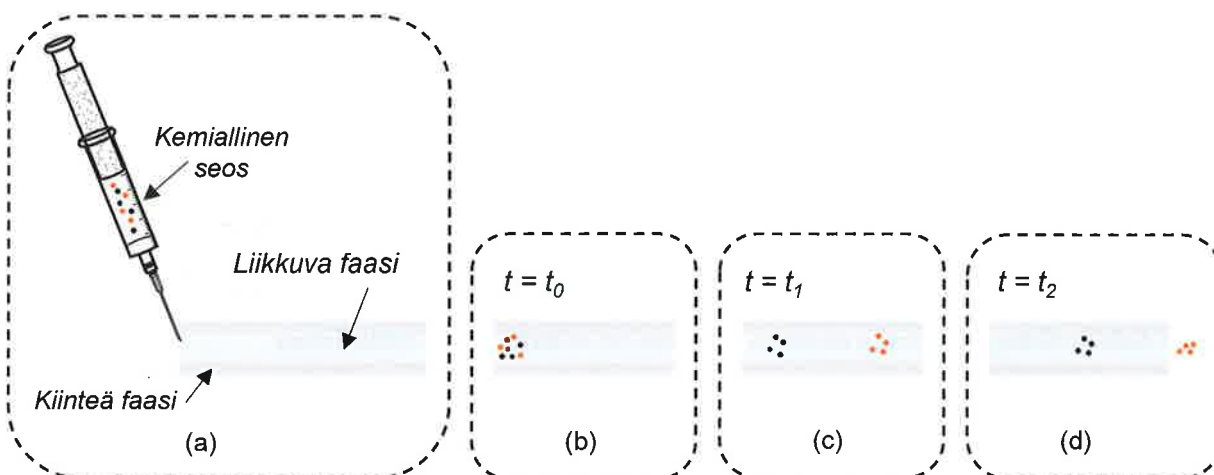


- a) Erään suomalaisen kaupungin jätevettä analysoitiin yllä kuvatulla nestekromatografialaitteella. Kromatografia-analyysia varten 1000 ml jätevettä käsiteltiin SPE-menetelmällä, kiinteään faasiin absorboituneet orgaaniset yhdisteet irrotettiin orgaanisella liuottimella ja näyte konsentroidiin niin, että tilavuus oli lopulta 0,5 ml. Karbamatsepiinin piiikin pinta-ala kromatografia-analyysissä oli 64,2. Mikä oli alkuperäisen jätevesinäytteen karbamatsepiinipitoisuus? Perustelee vastauksesi.
- b) Erään lääketehaan puhdistamattoman jäteveden karbamatsepiinipitoisuudeksi määritettiin 0,021 mg/l. Kuinka monta litraa tätä vettä sisältää yhden millimoolin karbamatsepiinia? Perustelee vastauksesi.

Kemia | Tehtävä 2. Aineisto: Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen kemiallinen analyysi

Analyttinen kemia, joka tutkii ja kehittää laitteita ja menetelmiä kemiallisten näytteiden koostumuksen määrittämiseksi, on erittäin merkittävässä roolissa esimerkiksi lääketieteessä, ympäristötieteessä ja kemianteollisuudessa. Kemiallinen analyysi voidaan jakaa kahteen päätyyppiin: *kvalitatiivinen analyysi* (näytteen ainesosat eli komponentit identifioidaan) ja *kvantitatiivinen analyysi* (ainesosien määrät määritetään). Tutkittavat näytteet ovat useimmiten seoksia ja näin ollen ensimmäinen vaihe kemiallisessa analyysissä on näytteen komponenttien erottaminen toisistaan. Yksi tähän tarkoitukseen yleisesti käytetty menetelmä on *kromatografia*.

Kromatografisen systeemi koostuu yleisesti ottaen kahdesta faasista: liikkuva faasi ja kiinteä faasi. Yksinkertaistaen voidaan ajatella, että liikkuva faasi (neste tai kaasu) virtaa kiinteän faasin pinnalla kantaen mukanaan tutkittavan näytteen kromatografisen systeemin läpi. Kiinteällä faasilla on tiettyjä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat liikkuvassa faasissa oleviin yhdisteisiin eri tavalla jarruttaen toisten yhdisteiden liikettä enemmän kuin toisten. Tämä johtaa yhdisteiden erottumiseen. Tätä prosessia havainnollistaa kuva 1. Aikaa, joka eri yhdisteillä kuluu kiinteän faasin päästä päähän kulkeutumiseen, kutsutaan retentioajaksi. Kromatografian tulos esitetään usein graafisesti kromatogrammin avulla, jossa eri yhdisteet näkyvät piikkeinä.



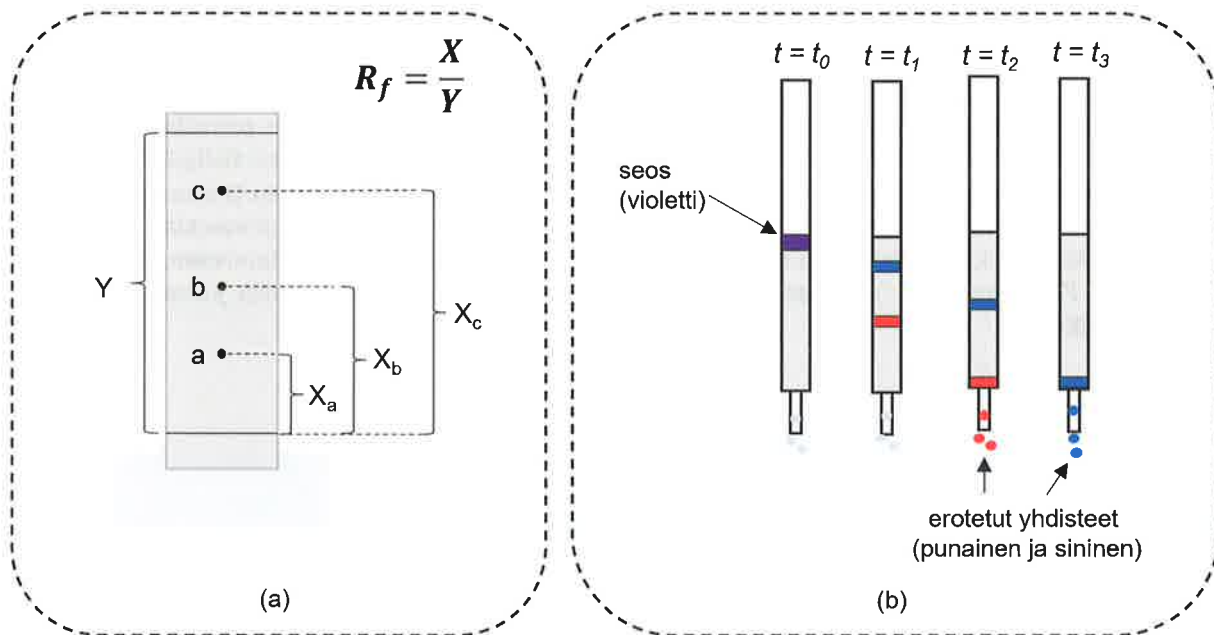
Kuva 1: (a) Yksinkertaistettu kemiallinen seos ja kromatografisen systeemi, jossa liikkuvan faasin virtaussuunta on vasemmalta oikealle. (b) Lähtötilanteessa (t_0) kemiallinen seos on kromatografisen systeemin alkupäässä. (c) Tietyn ajan kuluttua (t_1) seoksen komponentit ovat erottuneet toisistaan. (d) Ensimmäinen komponentti on eluoitunut eli tullut kromatografisesta systeemistä ulos; t_2 on tämän komponentin retentioaika.

Kromatografia kvalitatiivisena analyysimenetelmänä ja puhdistusmenetelmänä

Yksinkertaisin sovellus kromatografiasta on ohutkerroskromatografia (ohutlevykromatografia), jota voidaan käyttää erilaisten seosten nopeaan ja edulliseen analysointiin. Kiinteä faasi on tyypillisesti kerros silikaa, joka on levitetty alumiini- tai lasilevyn pinnalle. Yksinkertaistettuna voidaan ajatella, että kiinteän faasin pinnalla on valtava määrä hydroksyyli-ryhmiä (OH-ryhmiä). Nämä OH-ryhmät ovat vuorovaikutuksessa seoksen komponenttien kanssa ja aiheuttavat näin ollen komponenttien erottumisen.

Ohutkerroskromatografiassa pisara tutkittavaa näytettä asetetaan levyn alareunaan perusviivalle. Tämän jälkeen levy asetetaan astiaan. Astian pohjalla on ohut kerros ajoliuosta (eluenttia), joka on useimmiten kahden orgaanisen liuottimen seos. Ajoliuos (liikkuva faasi) nousee levyä pitkin ylöspäin kapillaarivoimien avulla ottaen mukaansa myös tutkittavan näytteen. Levy otetaan pois astiasta, kun ajoliuos on saavuttanut levyn yläosan. Retentioajan sijaan yhdisteille lasketaan R_f -arvot, jotka ovat lukuarvoja 0:n ja 1:n välillä (katso kuvaa 2a).

Ohutkerroskromatografia on useimmiten pelkkä kvalitatiivinen analyysimenetelmä, kun taas pylväskromatografia on puhdistusmenetelmä, jota voidaan käyttää esimerkiksi reaktioseoksen puhdistamiseen. Pylväskromatografi koostuu putkesta (kolonni), jonka sisällä on kiinteä faasi. Puhdistettava seos asetetaan putken yläpäähän. Kun ajoliuos (liikkuva faasi) valuu putkessa alaspäin kiinteään faasiin läpi, eroavat seoksen yhdisteet toisistaan vastaavien vuorovaikutusten ansiosta kuin ohutkerroskromatografiassa. Onnistuneen pylväskromatografiapuhdistuksen jälkeen seoksen yhdisteet on erotettu omiin fraktioihinsa (Kuva 2b).



Kuva 2: (a) TLC-levy, jossa näytteen komponentit (a, b ja c) ovat erottuneet toisistaan. Eri komponenttien R_f -arvot lasketaan jakamalla komponenttien kulkema matka (X) ajoliuoksen kulkemalla matkalla (Y). (b) Pylväskromatografia, jossa seoksen yhdisteet on erotettu omiin fraktioihinsa.

Kromatografia osana kvantitatiivista analyysia

Erilaisia nestekromatografialaitteita hyödynnetään esimerkiksi vesinäytteiden analysoinnissa. Näytteessä olevat orgaaniset yhdisteet erottuvat toisistaan edellä kuvatun periaatteen mukaisesti ja eri yhdisteet havaitaan piikkeinä kromatogrammissa. Piikkien pinta-alat ovat yleisesti suoraan verrannollisia yhdisteiden pitoisuuteen näytteessä. Jotta eri yhdisteiden pitoisuudet tutkittavassa näytteessä voidaan määrittää, tulee tulosta verrata niin sanottuihin kalibrointiliuoksiin eli tunnetun pitoisuuden omaaviin liuoksiin. Käytännössä eri yhdisteiden pitoisuudet tutkittavassa näytteessä lasketaan kalibrointisuorien yhtälöiden avulla.

Jotta tutkittavien yhdisteiden konsentraatio olisi sopivalla tasolla nestekromatografialaitetta varten, tulee näyte tavallisesti laimentaa tai konsentroida ennen analyysia. Laimentaminen tapahtuu liuotinta lisäämällä, kun taas näytteen konsentroiminen liuottimen määrää vähentämällä. Vesinäytteet esikäsitellään usein kiinteäfaasiuuttamalla (SPE, *solid-phase extraction*), joka on kromatografiaa muistuttava menetelmä. Menetelmässä näyteliuos (vesiliuos) valutetaan kiinteään faasiin (adsorbenttiin) läpi, jolloin tutkittavat orgaaniset yhdisteet kiinnittyvät adsorbenttiin. Seuraavaksi tutkittavat yhdisteet irrotetaan adsorbentista sopivan orgaanisen liuottimen avulla, jonka jälkeen näyte lopulta konsentroidaan tarvittaessa liuotinta haihduttamalla.

Jaksollinen järjestelmä

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1,008					1 H 1,008	1 järjestysluku kemiallinen merkki atomimassa												
2	3 Li 6,941	4 Be 9,012					2 atomnummer / atomic number kemiskt tecken / chemical symbol atommassa /atomic mass												
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31																	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 Ta 180,95	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	88 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

Ongelmanratkaisu | Tehtävä 1.

Vastaa aineiston perusteella osatehtäviin 1–6. Monivalintatehtävissä valitse yksi vaihtoehto (A–D). Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

1. Aineiston perusteella keskeytykset: (1 p.)
 - A. ovat ohjelmistopalvelutyössä aina haitallisia.
 - B. koetaan ohjelmistopalvelutyössä haitallisiksi vain, jos ne johtuvat sosiaalisen median käytöstä.
 - C. lisäävät tarkkaavaisuutta.
 - D. heikentävät muistin toimintaa.

2. Mikä seuraavista voidaan päätellä aineiston perusteella? (1 p.)
 - A. Jos kokouksia ei ole juuri ollenkaan, suurimmalla osalla työ keskeytyy harvoin.
 - B. Jos kollegoja on vähintään 11, suurimmalla osalla työ keskeytyy usein.
 - C. Rauhallisissa työoloissa työ ei koskaan keskeydy usein.
 - D. Ei mikään vaihtoehdoista A, B tai C.

3. Mikä seuraavista työoloista on aineistossa luokiteltu harvoin työtä keskeyttäväksi? (1 p.)
 - A. Työviikon aikana käsiteltäviä tietojärjestelmiä on enintään 13 ja kollegojen määrä enintään 10.
 - B. Työviikon aikana on enintään 3 kokousta.
 - C. Työviikon tehtävien määrä on enemmän kuin 9 mutta vähemmän kuin 14.
 - D. Ei mikään vaihtoehdoista A, B tai C.

4. Aineistossa tunnistettiin neljä erilaista ohjelmistopalvelutyön intensiivistä työoloa. Missä niistä työ keskeytyy usein suurimmalla todennäköisyydellä? Määritä tarvittavien päätöspuuttujien ehdot tälle työololle. Perustele vastauksesi. (1 p.)

5. Millä todennäköisyydellä ohjelmistopalvelutyö keskeytyy harvoin, mikäli tehtävien määrä on korkeintaan 13? Perustele vastauksesi. (1 p.)

6. Milloin yhden muuttujan arvon kasvaminen muuttaa työolon luokituksen intensiivisestä rauhalliseksi, kun muiden muuttujien arvot pysyvät ennallaan? Määrittele tarvittavien muuttujien ehdot alku- ja lopputilanteessa. (1 p.)

Ongelmanratkaisu | Tehtävän 1 aineisto

Keskeytykset tietointensiivisessä työssä

Stressi ja keskeytykset kuormittavat työmuistiamme. Aivotutkija Huotilaisen mukaan (Yle, 2019) muisti toimii stressaantuneena huonommin, jolloin kokonaisuuksien hallinta on vaikeampaa. Toisaalta työmuistin ylikuormittuminen lisää stressiä, joten stressi ja muistin toiminta vaikuttavat toisiinsa. Huotilainen kertoo myös, että mieleemme mahtuu kerrallaan aktiivisesti vain noin 3–5 asiaa. Määrä on yllättävän pieni, kun huomioidaan, kuinka paljon yritämme pitää asioita muistissa.

Muistia stressaavat tekijät ovat meille arjesta tuttuja. Informaatiotulva, sosiaalisen median ilmoitukset ja jatkuvasti tavoitettavissa oleminen lisäävät stressihormonin eli kortisolin eritystä. Huotilaisen mukaan muistille nuo asiat ovat kuormittavia, koska ne keskeyttävät meidät. ”Aina kun toiminta keskeytyy, se jää kuormittamaan muistiamme. Silloin mieleemme tulee yhden asian tilalle kaksi asiaa, ja käytettävissä oleva muistikapasiteetti vähenee todella paljon”, Huotilainen toteaa.

Työterveyslaitoksella on tutkittu asiantuntijatyön sujumiseen vaikuttavia tekijöitä ohjelmistopalvelutyössä (Kalliomäki-Levanto, ym. 2016). He toteavat, että työskennellessämme tilanteessa, jossa on monta projektia tai tehtävää samanaikaisesti meneillään, projektien muuttuvat tilanteet kilpailevat tarkkaavuudestamme. Jos keskeytys ja tehtävästä toiseen vaihtaminen liittyvät yhteen samaan projektiin, keskeytys ei välttämättä häiritse työtä. Keskeytys voi jopa sujuvoittaa työn etenemistä, jos keskeytykseen liittyy projektin kannalta tärkeää tietoa. Keskeytys häiritsee työn sujumista, kun on vaihdettava kokonaan ja pidemmäksi aikaa projektista toiseen ja takaisin. Erityisen häiritsevää vaihtaminen on, jos tehtävät eri projekteissa ovat monimutkaisia. (emt. s. 13)

Työterveyslaitoksen tutkijat keräsivät kyselyin ja haastatteluin aineistoa ohjelmistopalvelutyötä tekevien työoloista ja hyvinvoinnista. Ohjelmistopalvelutyötä tekevien vastauksista etsittiin työolojen ja keskeytysten yleisyyden välisiä yhteyksiä hyödyntämällä tiedon louhinnan periaattein toimivaa päätöspuuanalyysia. (emt. s. 29)

Päätöspuu on aineistolähtöinen mallinnustyökalu, jolla voidaan esittää tarkasteltavien asioiden (esimerkiksi työolot ja keskeytykset) välisiä yhteyksiä. Mallin avulla tiedon louhinnan tulos esitetään puurakenteena, jossa *jakavat solmut* edustavat mallin muuttujia. Solmut jakavat havaintoja (esimerkiksi ohjelmistopalvelutyötä tekevien vastauksia) muuttujien arvojen (esimerkiksi tehtävien määrän) perusteella vähitellen yhä pienempiin toisensa poissulkeviin osaryhmiin, kunnes päädytään *lehtisolmuihin*. (emt. s. 29)

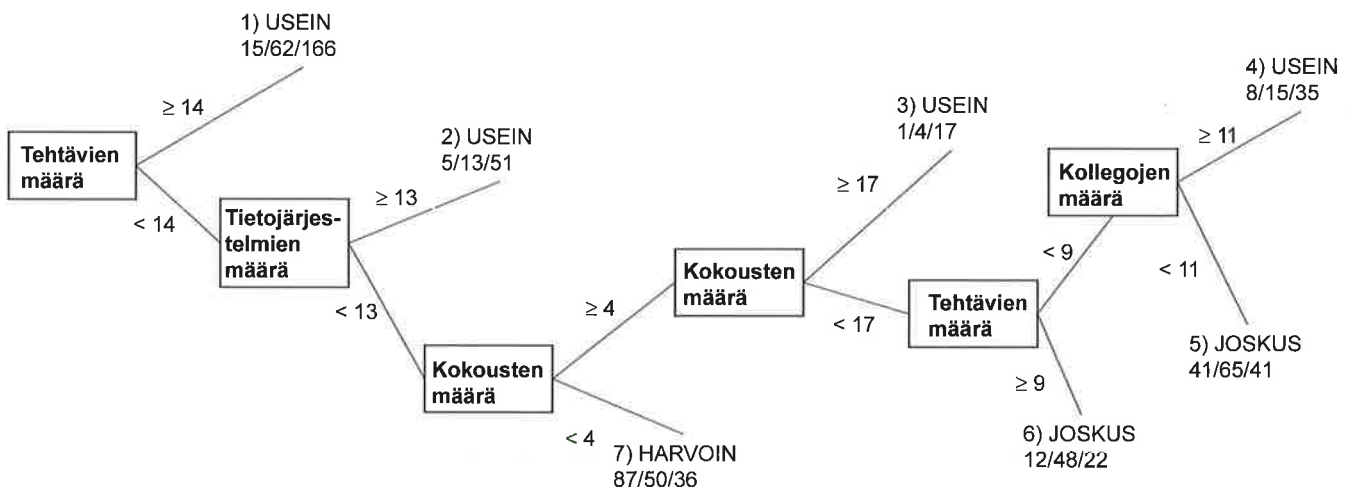
Kuvassa 1 on tutkijoiden laatima ohjelmistopalvelutyön keskeytysten päätöspuu. Siinä havainnot jakaantuvat jakavan solmun muuttujan ehdon mukaisesti aina kahteen haaraan. Lehtisolmut kuvaavat erilaisia työoloja.

Päätöspuuanalyysillä voidaan löytää työtä hankaloittavia työoloja, joissa työ keskeytyy usein. Vastaavasti voidaan löytää työtä helpottavia työoloja, joissa työ keskeytyy joskus tai harvoin. Kuvan 1 kussakin lehtisolmussa esitetään kolme lukuarvoa. Vasemmanpuoleinen lukuarvo kertoo, kuinka monessa vastauksessa työn kerrottiin keskeytyvän harvoin. Lehtisolmun keskimäinen lukuarvo kertoo, kuinka monessa vastauksessa työn kerrottiin keskeytyvän joskus. Oikeanpuoleinen lukuarvo puolestaan kertoo, kuinka monessa vastauksessa työn kerrottiin keskeytyvän usein.

Vastausten osaryhmiä eli erilaisia työoloja tunnistettiin 7. Neljässä osaryhmässä (1–4) ”työ keskeytyy usein” -mainintoja oli enemmistö vastauksista. Näihin neljään ryhmään johtaneet työolot luokiteltiin ”intensiivisiksi työoloiksi”. Kolmessa muussa ryhmässä (5–7) ”työ keskeytyy joskus”- tai ”työ keskeytyy harvoin”-maininnat olivat enemmistö vastauksista. Näihin kolmeen ryhmään johtaneet työolot luokiteltiin ”rauhallisiksi työoloiksi”.

Päätöspuuanalysillä löydetyt osaryhmät eivät ole selvärajaisia, sillä intensiivisissä työoloissa joidenkin työ keskeytyi vain harvoin. Vastaavasti rauhallisissa työoloissa joidenkin työ keskeytyi usein.

Tehtävien määrä -niminen muuttuja esiintyy kuvassa 1 kaksi kertaa. Ensimmäisessä solmussa vastaukset jakautuvat kahteen haaraan siten, että tehtäviä on joko vähintään 14 tai korkeintaan 13. Kun tehtäviä oli vähintään 14 kyseisellä viikolla, oli myös keskeytyksiä usein. Toisessa haarassa erottuu sen sijaan useampia alahaaroja. Tehtävien määrä on uudelleen muuttujana viidennessä jakavassa solmussa, joka johtaa lehtisolmuun, jossa tehtäviä on vähintään 9 mutta korkeintaan 13. Saman jakavan solmun toisessa haarassa kyse on osaryhmästä, jossa tehtäviä on enintään 8.



Kuva 1. Ohjelmistopalvelutyön keskeytysten päätöspuu (vastauksia yhteensä 794). Erilaisia työoloja tunnistettiin 7. Työoloissa 1–4 työ keskeytyi enemmistöllä vastaajista usein. Vastaavasti työoloissa 5–7 työ keskeytyi enemmistöllä vastaajista harvoin tai joskus, mutta näissäkin työoloissa oli usein keskeytyksiä kokevia. (Mukailtu lähteestä Kalliomäki-Levanto, ym. 2016.)

Lähdeaineisto:

Huutilainen, M. (2019) Aivotutkija Minna Huutilaisen vinkit: näin siivoat muistisi ja opit tehokkaammin. Yle-artikkeli julkaistu 20.8.2019. Luettu 24.1.2022. <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/08/20/tuntuuko-etta-paassasi-on-liikaa-muistettavia-asioita-nain-siivoat-muistisi-ja>

Kalliomäki-Levanto, T., Ukkonen, A. ja Kalakoski, V. (2016) Ratkaisuehdotuksia keskeytyvään työhön. Keskeyttävien työolomuutosten ennakointimalli tietointensiivisen työskentelyn parantamiseksi. Työterveyslaitos. Tampere: Juvenes Print.

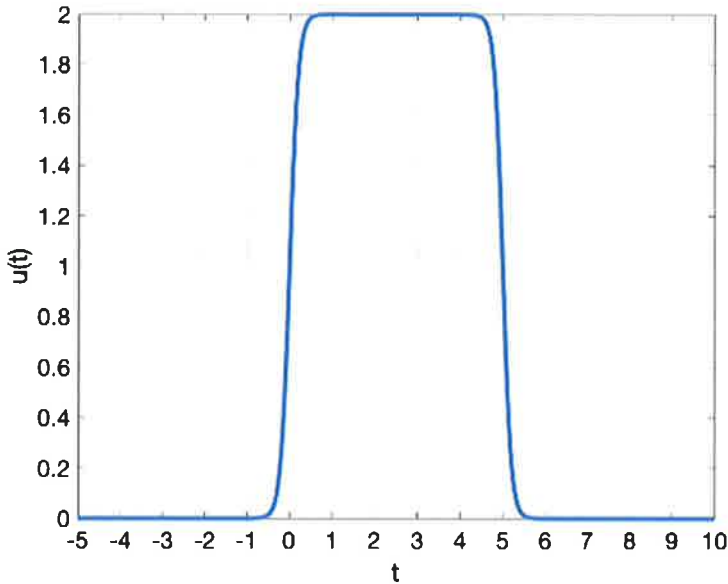
Ongelmanratkaisu | Tehtävä 2.

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.

1. Mikä on kuvan 1a neuronin tulosteen arvo, jos $input1 = 1$, $input2 = 2$, $w_0 = 2$, $w_1 = 2$ ja $w_2 = -2$? (1 p.)
A. 0.
B. 0,5.
C. 1.
D. Ei mikään vaihtoehdoista A, B tai C.
2. Tarkastellaan kuvaa 3. Mikä on ylemmän neuronin ja $input0:n$ kytkevän parametrin (w_i) arvo (pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun)? (1 p.)
A. 1.
B. 0.
C. -1.
D. -10.
3. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että neuroverkon harjoittamiseen tarvitaan datapisteitä kymmenen kertaa neuroverkon parametrien määrä. Tarkastellaan neuroverkkoa, jonka ensimmäisessä neuronikerroksessa on kolme neuronia ja toisessa yksi. Ensimmäisellä neuronikerroksella on $input0:n$ lisäksi viisi syötettä. Toisen neuronikerroksen syötteitä ovat ensimmäisen kerroksen neuronien tulosteet sekä $input0$. Kuinka monta datapistettä tarvitaan? (1 p.)
A. 220.
B. 240.
C. 180.
D. 160.

4. Kuvassa 2 on monotonisesti kasvavien sigmoidifunktioiden kuvaajia. Millä parametrin w_1 arvoilla sigmoidin kuvaajasta saadaan monotonisesti vähenevä? (1 p.)

5. Alla olevan kuvan funktio $u(t)$ voidaan tavoittaa kasvavan ja vähenevän sigmoidin painotetun summan sekä pystysuuntaisen siirron avulla.



Määritä aineiston kuvan 1c neuroverkolle parametrit siten, että verkon tuloste muistuttaa funktiota $u(t)$, kun t vastaa neuroverkon syötettä input1. Input2 on puolestaan jokin positiivinen vakio. Tarkemmin määriteltynä neuroverkon tulosteen tulee täyttää seuraavat ehdot: $u(-2) = 0 \pm 0,1$, $u(2) = 2 \pm 0,1$, $u(3) = 2 \pm 0,1$, $u(7) = 0 \pm 0,1$.

Käytä ratkaisussasi kutakin seuraavista parametrien arvoista täsmälleen kerran: $-10, -2, 0, 0, 0, 2, 2, 10, 50$. Anna ratkaisusi alla esitettyssä muodossa. (2 p.)

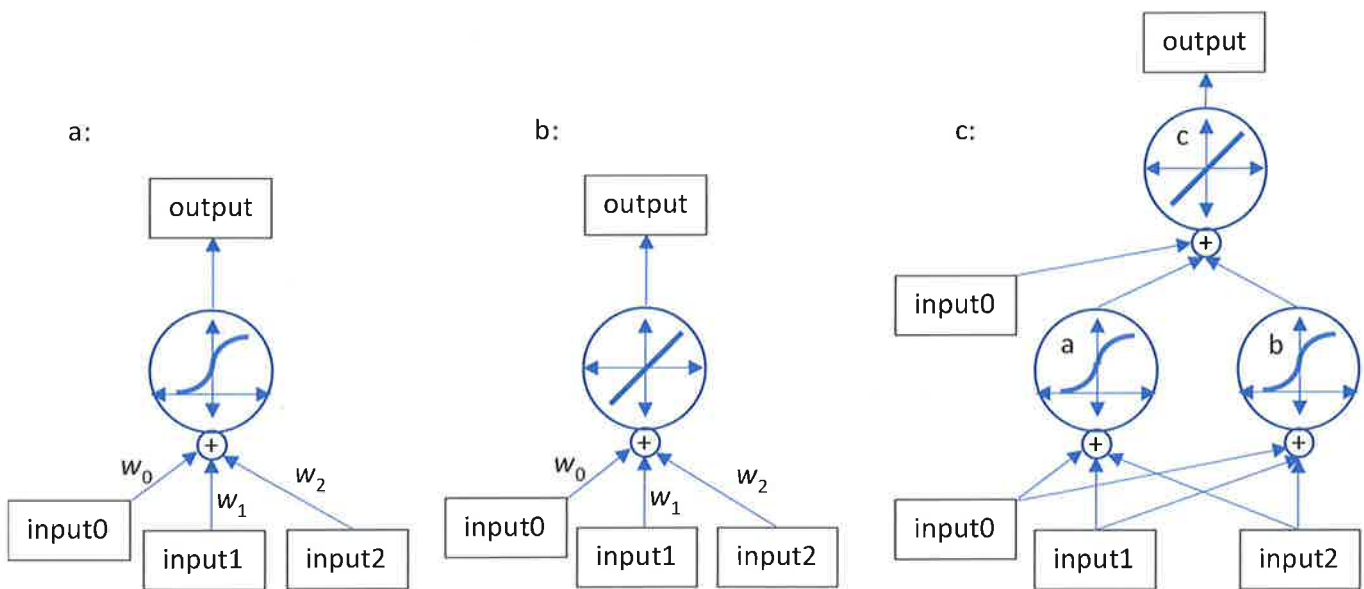
- input0 – neuroni a:
- input1 – neuroni a:
- input2 – neuroni a:
- input0 – neuroni b:
- input1 – neuroni b:
- input2 – neuroni b:
- input0 – neuroni c:
- neuroni a – neuroni c:
- neuroni b – neuroni c:

Ongelmanratkaisu | Tehtävän 2 aineisto

Neuroverkot

Neuroverkot ovat tärkeitä, kun rakennetaan oppivia tekoälyratkaisuja. Neuroverkot rakentuvat neuroneista, joista kuhunkin voi liittyä yksi tai useampi syöte (input). Vaikka yksittäinen neuroni laskee vain yksinkertaisen laskuoperaation, pystyy lukuisten neuronien verkko tuottamaan hyvin monimutkaisia tulosteita (output). Jos neuronit muodostavat monikerroksisen verkon, niin alemman kerroksen tulosteet ovat ylemmän kerroksen syötteitä. Kuvassa 1 on kaksi erilaista neuronia sekä esimerkki kaksikerroksisesta neuroverkosta.

Neuroverkon oppimiskyky perustuu parametrien (w_i) arvojen harjoittamiseen datan ja matemaattisen algoritmin avulla. Harjoittamisen tavoitteena on, että neuroverkko mallintaa harjoittamiseen käytetyn datan mahdollisimman hyvin, eli määrätyillä syöteillä saadaan tavoiteltu tuloste mahdollisimman pienellä virheellä.



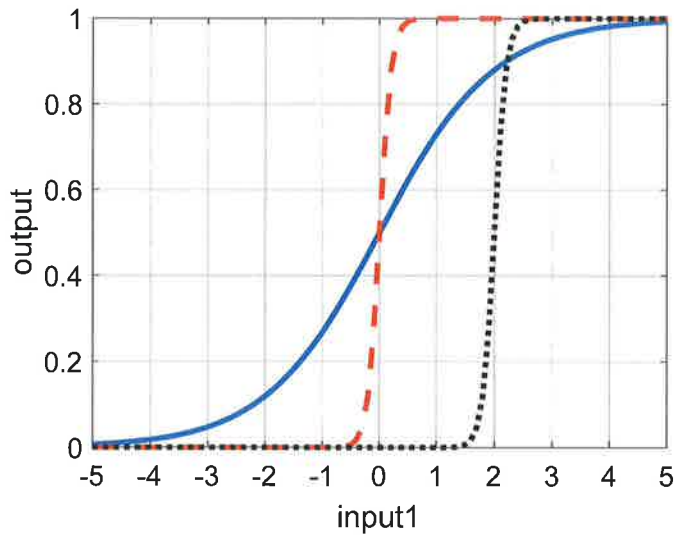
Kuva 1. a: Sigmoidineuroni. b: Lineaarinen neuroni. c: Neuroverkko, jossa alemman eli ensimmäisen neuronikerroksen (neuronien a ja b) tulosteet ovat ylemmän eli toisen neuronikerroksen (neuronin c) syötteitä. Jokainen neuroni ja jokainen syöte kytketään parametrilla w_i , jolloin tässä neuroverkossa parametreja on yhdeksän.

Neuronin tulosteen laskeminen

Sovitaan, että kaikkien neuronien input0 saa aina arvon 1. Yksittäinen kolmen syötteen neuroni laskee syötteidensä painotetun summan x seuraavasti: $x = \text{input0} \cdot w_0 + \text{input1} \cdot w_1 + \text{input2} \cdot w_2$.

Neuroni muodostaa tulosteen (output) aktivaatiofunktion avulla, jonka arvo riippuu painotetusta summasta x . Erityyppisissä neuroneissa käytetään eri aktivaatiofunktioita. Kuvan 1a neuronissa käytetään S-muotoista sigmoidifunktiota: $\text{output} = \frac{1}{1+e^{-x}}$. Kuvan 1b neuronissa käytetään puolestaan lineaarista aktivaatiofunktioita: $\text{output} = x$.

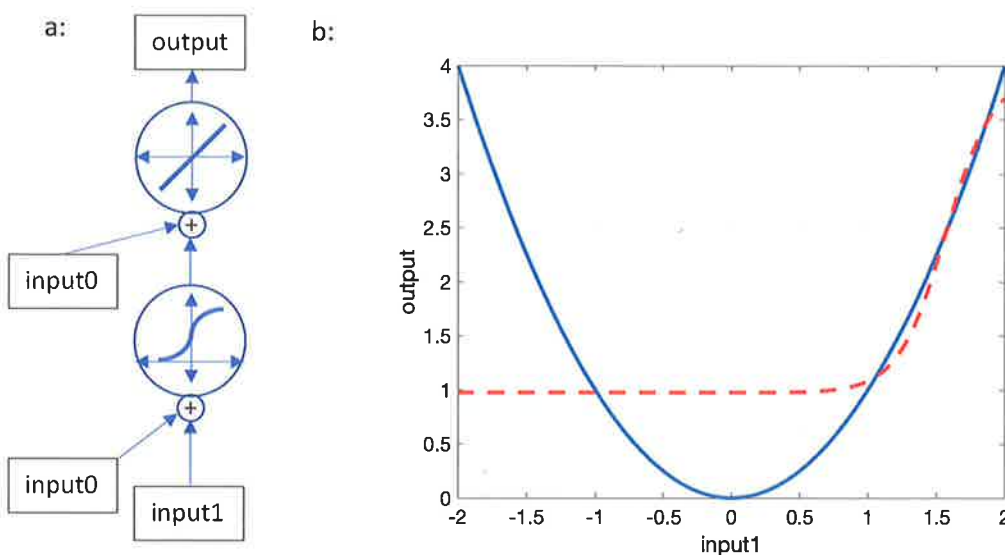
Parametrien ($w_0, w_1, \text{jne.}$) arvojen valinnalla voidaan vaikuttaa neuronin tulosteeseen. Kuvassa 2 on sigmoidineuronin (katso kuva 1a) tulosteita parametrien w_0 ja w_1 eri arvoilla, kun mahdollisten muiden parametrien arvot ovat 0.



Kuva 2. Sigmoidineuronin tulosteet input1:n funktiona, kun $w_0 = 0$ ja $w_1 = 1$ (sininen yhtenäinen viiva), $w_0 = 0$ ja $w_1 = 10$ (punainen pitkä katkoviiva) ja $w_0 = -20$ ja $w_1 = 10$ (musta lyhyt katkoviiva).

Funktion oppiminen

Neuroverkko voidaan opettaa siten, että sen tuloste muistuttaa haluttua funktiota. Kuvassa 3a on opetettava neuroverkko. Kuvassa 3b on tämän neuroverkon tuloste, kun se on opetettu muistuttamaan paraabelia $f(x) = x^2$. Kuvan 3b perusteella tosin havaitaan, että näin yksinkertainen neuroverkko oppii paraabelin vain osittain. Käyttämällä lukuisia neuroneita voidaan haluttu funktio kuitenkin tavoittaa hyvinkin tarkasti. Tällöin ylempät neuronikerrokset yhdistävät alempien neuronikerrosten tulosteita sopivilla parametrien arvoilla.



Kuva 3. a: Kahden neuronin verkko. b: Haluttu funktio (sininen yhtenäinen viiva) ja neuroverkon tuloste input1:n funktiona (punainen katkoviiva).

wc



