



# DI-valintakoe / DI-urvalsprov 28.5.2019

## KYSYMYKSET

## FRÅGOR

### OHJEET

Valintakokeessa on neljä osiota: matematiikka, fysiikka, kemia ja ongelmanratkaisu. Matematiikan osio on kaikille pakollinen. Vastaa kaikkiin matematiikan tehtäviin. Vapaa- valintaisten tehtävien osioista saat valita yhteensä 3 tehtävää. Kirjoita kaikki vastaukset erillisiin vastauspapereihin. Kysymysvihkoon kirjoitettuja vastauksia ei arvioida.

Saat viedä kysymykset mukanasasi kokeen jälkeen.

**KYSYMYSVIHKO**  
Älä vastaa tähän.

### ANVISNINGAR

Urvalsprovet består av fyra delar: matematik, fysik, kemi och problemlösning. Matematikdelen är obligatorisk för alla. Du ska besvara alla matematikuppgifter. Bland de valfria uppgifterna får du välja sammanlagt 3 uppgifter. Skriv samtliga svar på de separata svarsappren. Svar som skrivits på frågehäftet bedöms inte.

Du kan ta med dig frågorna efter provet.

**FRÅGEHÄFTE**  
Skriv inte svaren här.

### Matematiikka | Tehtävä 1.

Anna kaikissa kohdissa vastaukset tarkkoina arvoina. Perustele vastauksesi.

- a) Mitkä reaaliluvut  $x$  toteuttavat yhtälön  $(x - 5)^2 = 25$ ? (1 p.)
- b) Mitkä reaaliluvut  $x$  toteuttavat epäyhtälön  $x^2 > 17$ ? (1 p.)
- c) Mitkä reaaliluvut  $x$  toteuttavat yhtälön  $\frac{5}{4} - \frac{x}{3} = 1$ ? (1 p.)
- d) Mitkä reaaliluvut  $x$  toteuttavat yhtälön  $\frac{x}{2} \cdot \frac{4}{5} = 1$ ? (1 p.)
- e) Mitkä reaaliluvut  $x$  toteuttavat epäyhtälön  $-\ln x < -6$ ? (1 p.)
- f) Mitkä reaaliluvut  $x$  toteuttavat yhtälön  $1 - |\cos x| = 0$ ? (1 p.)

### Matematiikka | Tehtävä 2.

Perustele vastauksesi molemmissa kohdissa.

- a) Juna A ajaa tunnelin läpi nopeudella 120 km/h. Junan siirtyminen tunnelin sisään kestää 3 sekuntia. Kun juna on kokonaan tunnelin sisässä, kestää vielä 27 sekuntia siihen, että juna on kokonaan ulkona tunnelista. Kuinka pitkä juna A on? Kuinka pitkä tunneli on? Anna vastaukset metreinä. (3 p.)
- b) Pisteiden d ja e välinen matka rautatietä pitkin on 100 km. Matkalla on yksi 4 km pitkä tunneli, jonka suu on rautatietä pitkin 50 km pisteestä d. Tunnelin läpi kulkee vain yksi raide. Jos kaksi junaa osuu tunneliin edes osittain yhtä aikaa, ne törmäävät toisiinsa.
- 110 metriä pitkä juna B on matkalla pisteestä d pisteeseen e nopeudella 120 km/h ja 90 metriä pitkä juna C on matkalla pisteestä e pisteeseen d nopeudella 160 km/h. Junan B keula oli pisteessä d samaan aikaan kuin junan C keula oli pisteessä e. Törmäävätkö junat tunnelissa? (3 p.)

### Matematiikka | Tehtävä 3.

Anna kaikissa kohdissa vastaukset tarkkoina arvoina. Perustele vastauksesi.

- a) Laske määrätty integraali  $\int_1^9 3\sqrt{x} dx$ . (2 p.)
- b) Laske määrätty integraali  $\int_{-1}^1 (2 \sin x + 2) dx$ . (2 p.)
- c) Laske määrätty integraali  $\int_{-2}^5 |x^2 - 3x - 4| dx$ . (2 p.)

### Matematik | Uppgift 1.

Ge exakt svar i alla uppgifter. Motivera dina svar.

- a) Vilka reella tal  $x$  uppfyller likheten  $(x - 5)^2 = 25$ ? (1 p.)
- b) Vilka reella tal  $x$  uppfyller olikheten  $x^2 > 17$ ? (1 p.)
- c) Vilka reella tal  $x$  uppfyller likheten  $\frac{5}{4} - \frac{x}{3} = 1$ ? (1 p.)
- d) Vilka reella tal  $x$  uppfyller likheten  $\frac{x}{2} \cdot \frac{4}{5} = 1$ ? (1 p.)
- e) Vilka reella tal  $x$  uppfyller olikheten  $-\ln x < -6$ ? (1 p.)
- f) Vilka reella tal  $x$  uppfyller likheten  $1 - |\cos x| = 0$ ? (1 p.)

### Matematik | Uppgift 2.

Motivera dina svar i båda uppgifterna.

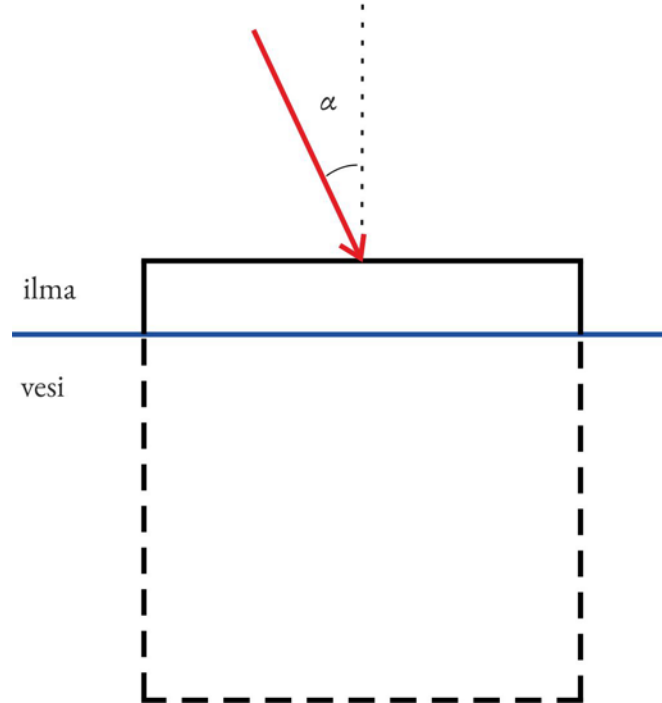
- a) Tåg A färdas genom en tunnel med hastigheten 120 km/h. Det tar 3 sekunder för tåget att åka in i tunneln. Efter att tåget är helt inne i tunneln tar det 27 sekunder innan det är helt ute ur tunneln igen. Hur långt är tåg A? Hur lång är tunneln? Ge svaret i meter. (3 p.)
- b) Avståndet mellan punkterna d och e längs järnvägsspåret är 100 km. Längs spåret finns en 4 km lång tunnel vars ingång börjar 50 km från punkt d längs spåret. Genom tunneln finns bara ett spår. Om tågen passerar tunneln samtidigt, även endast delvis, så kolliderar de.  
Tåg B är 110 meter långt och färdas från punkt d till punkt e med hastigheten 120 km/h, och tåg C är 90 meter långt och färdas från punkt e till punkt d med hastigheten 160 km/h. Fronten på tåg B var vid punkt d samtidigt som fronten på tåg C var vid punkt e. Kolliderar tågen i tunneln? (3 p.)

### Matematik | Uppgift 3.

Ge exakt svar i alla uppgifter. Motivera dina svar.

- a) Beräkna den bestämda integralen  $\int_1^9 3\sqrt{x} dx$ . (2 p.)
- b) Beräkna den bestämda integralen  $\int_{-1}^1 (2 \sin x + 2) dx$ . (2 p.)
- c) Beräkna den bestämda integralen  $\int_{-2}^5 |x^2 - 3x - 4| dx$ . (2 p.)

Fysiikka | Tehtävä 1.



Kuution muotoinen jäälohkare, jonka tilavuus on  $1,0 \text{ m}^3$  ja lämpötila  $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , kelluu Itämeressä vaakasuorassa asennossa. Veden ja ilman lämpötila on  $+5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

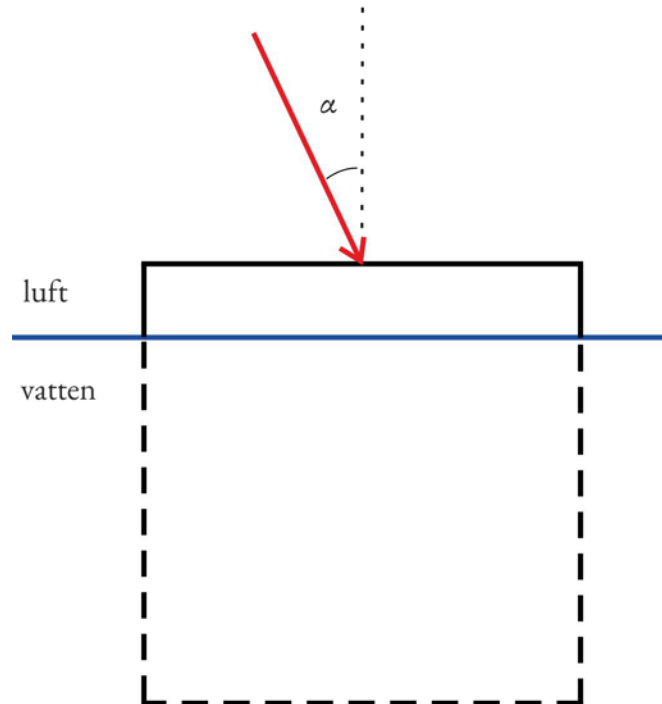
- Keskelle jäälohkareen veden pinnan yläpuolella olevaa tahkoa osuu valonsäde tulokulmassa  $\alpha = 25^\circ$  kulkiessa lohkareen läpi. Kuinka suuri on taitekulma säteen kulkiessa jäälohkareesta veteen? (2 p.)
- Laske, kuinka korkea jäälohkareen veden pinnan yläpuolella oleva osa on. (2 p.)
- Jäälohkare on kokonaan sulanut 21 päivän kuluttua. Kuinka suuri on meriveden ja ilman yhteenlaskettu keskimääräinen sulatusteho? (2 p.)

Ilmoita kaikki vastauksesi kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Vakioita:

$$n_{\text{ilma}} = 1,000, \quad n_{\text{jää}} = 1,309, \quad n_{\text{vesi}} = 1,333, \quad \rho_{\text{jää}} = 0,915 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad \rho_{\text{vesi}} = 1,005 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad s_{\text{jää}} = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Fysik | Uppgift 1.



Ett isblock som har formen av en kub med volymen  $1,0 \text{ m}^3$  och temperaturen  $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$  flyter i Östersjön i vågrätt läge. Vattnets och luftens temperatur är  $+5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- Mitt på den sida av isblocket som är ovanför vattenytan riktas en ljusstråle i infallsvinkeln  $\alpha = 25^\circ$ . Ljusstrålen passerar genom blocket. Hur stor är brytningsvinkeln då strålen framskrider från isblocket till vattnet? (2 p.)
- Beräkna höjden på den del av isblocket som befinner sig ovanför vattenytan. (2 p.)
- Isblocket har smält fullständigt efter 21 dagar. Hur stor är havsvattnets och luftens sammantagna smältningseffekt i medeltal? (2 p.)

Ge alla dina svar med två gällande siffrors nogrannhet.

Konstanter:

$$n_{\text{luft}} = 1,000, \quad n_{\text{is}} = 1,309, \quad n_{\text{vatten}} = 1,333, \quad \rho_{\text{is}} = 0,915 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad \rho_{\text{vatten}} = 1,005 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad s_{\text{is}} = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

**Fysiikka | Tehtävä 2.**

Valitse aineiston perusteella yksi vaihtoehto (A–D) kuhunkin osatehtävään (1–6). Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

Vakioita: veden höyrystymislämpö  $2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ , veden ominaislämpökapasiteetti  $4,190 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ , valonnopeus  $2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , absoluuttinen nollapiste  $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- Mitä tapahtuu ydinvoimalan hyötysuhteelle, jos lauhduttimen lämpötilaa nostetaan? (1 p.)
  - Kasvaa.
  - Pienenee.
  - Ei muutu.
  - Lauhduksen lämpötilaa ei voi nostaa.
- Mitä tapahtuu ydinvoimalan hyötysuhteelle, jos reaktorin lämpötilaa lasketaan? (1 p.)
  - Kasvaa.
  - Pienenee.
  - Ei muutu.
  - Reaktorin lämpötilaa ei voi laskea.
- Mikä seuraavista väitteistä on totta termodynamiikan I pääsäännön perusteella Carnot'n lämpökoneelle äärellisissä lämpötiloissa? (1 p.)
  - Työn suuruus on aina suurempi kuin hukkalämmön suuruus.
  - Hukkalämmön suuruus on aina suurempi kuin työn suuruus.
  - Systeemiin tuodun lämmön suuruus on aina suurempi kuin hukkalämmön suuruus.
  - Hukkalämmön suuruus on aina suurempi kuin systeemiin tuodun lämmön suuruus.
- Mikä on ydinvoimalan suurin mahdollinen hyötysuhde, jos höyrystimen lämpötila on  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  ja lauhduttimen  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ? (1 p.)
  - 0,49
  - 0,93
  - 0,96
  - 0,56
- Jos ydinvoimalan hyötysuhde on 0,30 ja hukkalämmön suuruus tunnissa on  $9,0 \cdot 10^{12} \text{ J}$ , niin mikä on tällöin voimalan mekaaninen teho? (1 p.)
  - 3600 MW
  - 750 MW
  - 1800 MW
  - 1100 MW
- Kuinka paljon polttoaineen massa pienenee vuorokaudessa, jos ydinvoimalan lämpöteho on 1800 MW? (1 p.)
  - 1,7 g
  - 1,7 kg
  - 0 kg
  - 860 tonnia

**Fysik | Uppgift 2.**

Välj utgående från materialet ett alternativ (A–D) till varje deluppgift (1–6). Rätt svar: 1 p. Fel svar, inget svar, eller om fler än ett alternativ har valts: 0 p.

Konstanter: vattnets ångbildningsvärme  $2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ , vattnets specifika värmekapacitet  $4,190 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ , ljusets hastighet  $2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , absoluta nollpunkten  $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

1. Vad händer med kärnkraftverkets verkningsgrad om kondensorns temperatur höjs? (1 p.)
  - A. Den ökar.
  - B. Den minskar.
  - C. Den förändras ej.
  - D. Kondensorns temperatur kan inte höjas.
2. Vad händer med kärnkraftverkets verkningsgrad om reaktorns temperatur sänks? (1 p.)
  - A. Den ökar.
  - B. Den minskar.
  - C. Den förändras ej.
  - D. Reaktorns temperatur kan inte sänkas.
3. Vilket av följande påståenden stämmer enligt termodynamikens I huvudsats för en Carnotvärmemaskin vid ändliga temperaturer? (1 p.)
  - A. Mängden arbete är alltid större än mängden spillvärme.
  - B. Mängden spillvärme är alltid större än mängden arbete.
  - C. Mängden värme som tillförts systemet är alltid större än mängden spillvärme.
  - D. Mängden spillvärme är alltid större än mängden värme som tillförts systemet.
4. Vad är kärnkraftverkets största möjliga verkningsgrad om förångarens temperatur är  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  och kondensorns  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ? (1 p.)
  - A. 0,49
  - B. 0,93
  - C. 0,96
  - D. 0,56
5. Om kärnkraftverkets verkningsgrad är 0,30 och mängden spillvärme per timme  $9,0 \cdot 10^{12} \text{ J}$ , så vad är då kraftverkets mekaniska effekt? (1 p.)
  - A. 3600 MW
  - B. 750 MW
  - C. 1800 MW
  - D. 1100 MW
6. Hur mycket minskar bränslets massa under ett dygn om kärnkraftverkets värmeeffekt är 1800 MW? (1 p.)
  - A. 1,7 g
  - B. 1,7 kg
  - C. 0 kg
  - D. 860 ton

## Fysiikka | Tehtävän 2 aineisto

Lähde: H.D. Young & R.A. Freedman: University Physics with Modern Physics, 13th edition, Pearson, s. 1487.

Kuva 1: Painevesireaktori.

Painevesireaktorin omaavan ydinvoimalan toimintaperiaate on esitetty yllä olevassa kuvassa (kuva 1). Itse reaktorissa tapahtuu fissioreaktioita, joissa uraaniytimiä halkeaa pienemmiksi ytimiksi. Tällöin polttoaineen massa pienenee ja massan muuttumisesta vastaava määrä energiaa muuttuu lämmöksi.

Reaktorin sisällä on ns. primäärikerrossa vettä, joka absorboi lämmön. Tämä vesi kierrätetään höyrystimeen, jossa se lämmittää ja höyrystää ns. sekundäärikerrossa olevaa vettä. Syntynyt korkeapaineinen vesihöyry johdetaan turbiinin läpi, jolloin höyry laajenee ja laajeneva vesihöyry saa roottorin pyörimään. Syntynyt pyörimisenergia muutetaan generaattorissa sähköenergiaksi. Turbiinista poistuva vesihöyry tiivistyy vedeksi lauhduttimessa ja vesi pumpataan takaisin höyrystimeen.

Ydinvoimalan tehokkuutta voidaan kuvata hyötysuhteella. Se määrittää, kuinka paljon lämpöä tarvitaan tietyn mekaanisen energian tuottamiseen eli kuinka paljon työtä tällä energialla voidaan tehdä. Tuotu lämpö  $Q_H$  voidaan osittain hyödyntää työkseen  $W$ , ja loppuosa tuodusta lämmöstä poistetaan systeemistä hukkalämpönä  $Q_C$  lauhduttimessa. Termodynamiikan I pääsäännön mukaan  $Q_H = W + |Q_C|$ .

$$\text{Hyötysuhde voidaan siten kirjoittaa lämpöjen avulla: } e = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - |Q_C|}{Q_H}.$$

Termodynamiikan II pääsäännön mukaan ydinvoimalankin hyötysuhteen pitää olla pienempi kuin ideaalisen Carnot'n lämpökoneen, jonka hyötysuhde voidaan kirjoittaa höyrystimen lämpötilan  $T_H$  ja lauhduttimen lämpötilan  $T_C$  avulla

$$e = \frac{T_H - T_C}{T_H},$$

missä lämpötilat on esitetty Kelvin-asteikolla. Ydinvoimalankin hyötysuhdetta on mahdollista muuttaa lämpötiloja säätämällä samaan tapaan kuin Carnot'n koneen hyötysuhdetta.



## Fysik | Materialet till uppgift 2

Källan: H.D. Young & R.A. Freedman: University Physics with Modern Physics, 13th edition, Pearson, s. 1487.

Figur 1: En tryckvattenreaktor.

Funktionsprincipen för ett kärnkraftverk med en tryckvattenreaktor visas i bilden ovan (Fig. 1). I själva reaktorn sker fissionsreaktioner där urankärnor spjälks till mindre kärnor. Bränslets massa minskar då och en energimängd som motsvarar massförändringen omvandlas till värme.

Inne i reaktorn finns det sk. primära kretsloppet av vatten som absorberar värmen. Detta vatten cirkulerar genom förångaren där det värmer upp och förångar vattnet i det sk. sekundära kretsloppet. Den erhållna högtrycksvattenångan leds genom en turbin, varvid ångan expanderar och den expanderande ångan får rotorn att rotera. Den erhållna rotationsenergin omvandlas i generatorn till elenergi. Ångan som lämnar turbinen kondenseras till vatten i kondensorn och pumpas tillbaka till förångaren.

Kärnkraftverkets effektivitet kan beskrivas med verkningsgraden. Den fastställer hur mycket värme som behövs för att producera en viss mängd mekanisk energi, dvs. hur stort arbete som kan utföras med denna energi. Den tillförda värmen  $Q_H$  kan delvis utnyttjas som arbete  $W$  och resten av den tillförda värmen avlägsnas ur systemet i form av spillvärme  $Q_C$  i kondensorn. Enligt termodynamikens I huvudsats gäller  $Q_H = W + |Q_C|$ .

Verkningsgraden kan således skrivas med hjälp av värmevariablerna som:  $e = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - |Q_C|}{Q_H}$ .

Enligt termodynamikens II huvudsats bör även kärnkraftverkets verkningsgrad vara mindre än för en ideal Carnotvärmemaskin, vars verkningsgrad kan skrivas med hjälp av förångarens temperatur  $T_H$  och kondensorns temperatur  $T_C$  som

$$e = \frac{T_H - T_C}{T_H},$$

där temperaturerna angivits enligt kelvinskalan. Även ett kärnkraftverks verkningsgrad kan ändras genom att justera temperaturerna på samma sätt som Carnotmaskinens verkningsgrad.

**Kemia | Tehtävä 1.**

Valitse yksi vaihtoehto (A–D) kuhunkin osatehtävään (1–6). Tehtävien ratkaisussa voit käyttää apuna liitteenä olevaa jaksollista järjestelmää. Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

Vakio:  $K_w = 1,008 \cdot 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2$

- Alkuaineen A järjestysluku on 38 ja alkuaineen B järjestysluku on 17. Millaisen yhdisteen nämä alkuaineet muodostavat?  
A.  $AB_2$  jossa on kovalenttinen sidos.  
B.  $AB_2$  jossa on ionisidos.  
C. AB jossa on ionisidos.  
D. AB jossa on metallisidos. (1 p.)
- Mitä tapahtuu, kun sekoitetaan vettä ja sykloheksaania?  
A. Muodostuu hapan liuos.  
B. Ne liukenevat toisiinsa.  
C. Ne reagoivat keskenään kiivaasti.  
D. Muodostuu kaksifaasisysteemi, jossa vesi on alempi faasi. (1 p.)
- Reaktioyhtälön  $5 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow 5 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  perusteella voidaan päätellä, että  
A.  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  toimii pelkistimenä, jolloin  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  hapettuu.  
B.  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  hapettuu ja  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  pelkistyy.  
C.  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  toimii hapettimena ja  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  pelkistimenä.  
D.  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  ja  $\text{H}^{+}(\text{aq})$  hapettuvat ja  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  pelkistyy. (1 p.)
- Eksotermistä kemiallista reaktiota voidaan kuvailla siten, että  
A. reaktiossa kiinteä aine muuttuu aina kaasumaiseksi.  
B. reaktiossa vapautuu aina lämpöä ympäristöön.  
C. reaktio tapahtuu aina korkeassa lämpötilassa.  
D. reaktio on aina spontaani reaktioyhtälön osoittamaan suuntaan. (1 p.)
- Tärkein rautamalmimineraali on magnetiitti  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Raudan valmistuksessa magnetiitti pelkistetään hiilen avulla metalliseksi raudaksi. Paljonko hiilidioksidia muodostuu, kun tuotetaan 55,8 kg metallista rautaa magnetiitista?  
A. 66,0 kg  
B. 44,0 kg  
C. 29,3 kg  
D. 15,1 kg (1 p.)
- Kalsiumhydroksidi eli sammutettu kalkki  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  on yleisesti käytetty emäs. Yhteen litraan vettä voidaan liuottaa noin 1,7 g kalsiumhydroksidia, jolloin liuoksen konsentraatio on  $0,023 \text{ mol/dm}^3$ . Mikä on muodostuneen liuoksen pH?  
A. 1,34  
B. 1,64  
C. 12,36  
D. 12,66 (1 p.)

**Kemi | Uppgift 1.**

Välj ett alternativ (A–D) till varje deluppgift (1–6). Du kan använda det bifogade periodiska systemet som hjälp när du löser uppgifterna. Rätt svar: 1 p. Fel svar, inget svar eller om fler än ett alternativ har valts: 0 p.

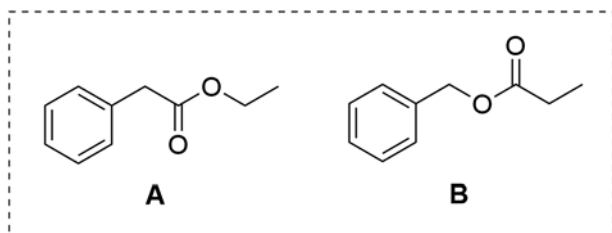
Konstant:  $K_w = 1,008 \cdot 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2$

1. A är ett grundämne med atomnummer 38 och B är ett grundämne med atomnummer 17.  
Hurdan förening bildar dessa grundämnena?  
A.  $AB_2$  med en kovalent bindning.  
B.  $AB_2$  med en jonbindning.  
C. AB med en jonbindning.  
D. AB med en metallbindning. (1 p.)
2. Vad händer när man blandar vatten och cyklohexan?  
A. Det bildas en sur lösning.  
B. De löser sig i varandra.  
C. De reagerar häftigt med varandra.  
D. Det bildas ett tvåfassystem, där vatten är den undre fasen. (1 p.)
3. På basen av reaktionslikheten  $5 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow 5 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  kan man dra slutsatsen att  
A.  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  fungerar som ett reduktionsmedel, varvid  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  oxideras.  
B.  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  oxideras och  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  reduceras.  
C.  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  fungerar som ett oxidationsmedel och  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  som ett reduktionsmedel.  
D.  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  och  $\text{H}^{+}(\text{aq})$  oxideras och  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$  reduceras. (1 p.)
4. En exoterm kemisk reaktion kan beskrivas så, att  
A. ett fast ämne alltid omvandlas till ett gasformigt ämne i reaktionen.  
B. värme alltid frigörs till omgivningen i reaktionen.  
C. reaktionen alltid sker vid hög temperatur.  
D. reaktionen är alltid spontan i den riktning som reaktionslikheten visar. (1 p.)
5. Det viktigaste järnmalmsmineralet är magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Vid framställning av järn reduceras magnetit med hjälp av kol till metalliskt järn. Hur mycket koldioxid bildas när man producerar 55,8 kg metalliskt järn utgående från magnetit?  
A. 66,0 kg  
B. 44,0 kg  
C. 29,3 kg  
D. 15,1 kg (1 p.)
6. Kalsiumhydroxid dvs släckt kalk  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  är en allmänt använt bas. Cirka 1,7 g kalsiumhydroxid kan lösas upp i en liter vatten, vilket motsvarar en koncentration på  $0,023 \text{ mol/dm}^3$ . Vad är pH för lösningen som bildas?  
A. 1,34  
B. 1,64  
C. 12,36  
D. 12,66 (1 p.)

**Kemia | Tehtävä 2.**

Vastaa aineiston perusteella osatehtäviin (1–5).

1. Alla olevan kuvan esterit **A** ja **B** on syntetisoitu alkoholista ja happokloridista. Piirrä esterin **A** synteesissä ja esterin **B** synteesissä tarvittavien reagenssien (alkoholi + happokloridi) rakennekaavat.



(1 p.)

2. Piirrä nailon-4,6:n rakennekaava siten, että ainakin yksi toistuva yksikkö on esitettyinä.

(1 p.)

3. Piirrä kevlarin valmistuksessa tarvittavien reagenssien (diamiini + dihapokloridi) rakennekaavat.

(1 p.)

4. Tarkastele etikkahapon (etaanihapon) ja etaaniamiinin välistä happo-emäsreaktiota ja piirrä reaktiossa muodostuneiden tuotteiden rakennekaavat.

(1 p.)

5. Pienimolekyyliset esterit ovat tyypillisesti hyvän tuoksuista yhdisteitä. Yksi tällainen esimerkki on banaanilta tuoksuva isoamyyliasetaatti. Sitä voidaan syntetisoida, kuvan 1 tavoin, etikkahapon (etaanihappo) ja isoamyylialkoholin (3-metyyli-1-butanolin) välisellä esteröintireaktiolla käyttäen rikkihappoa katalyyttinä.

Mikä on isoamyyliasetaatin teoreettinen saanto mooleina, jos reagensseina käytetään 10,0 ml etikkahappoa, 10,0 ml isoamyylialkoholia ja 1,00 ml rikkihappoa?

(1 p.)

Reagenssi	Moolimassa (g/mol)	Tiheys (g/ml)
Etikkahappo	60,05	1,05
Isoamyylialkoholi	88,15	0,81
Rikkihappo	98,08	1,84

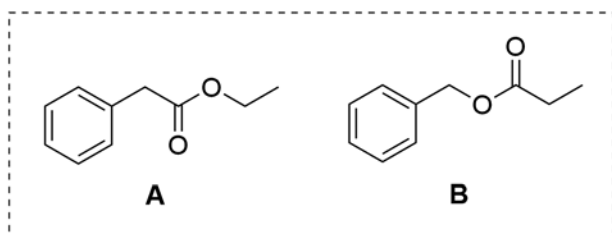
Mikä on isoamyyliasetaatin saantoprosentti, kun sitä punnituksen perusteella saatiin 6,67 g?

(1 p.)

**Kemi | Uppgift 2.**

Besvara deluppgifterna (1–5) utgående från materialet.

1. Estrarna **A** och **B** i figuren nedan är syntetiserade utgående från en alkohol och en syraklorid. Rita strukturformler för reagenser (alkohol + syraklorid) som behövs vid syntes av ester **A** och syntes av ester **B**.



(1 p.)

2. Rita en strukturformel för nylon-4,6 så att åtminstone en repeterande enhet är angiven.

(1 p.)

3. Rita strukturformler för reagenser (diamin + disyraklorid) som behövs vid framställning av kevlar.

(1 p.)

4. Betrakta syra-basreaktionen mellan ättiksyra (etansyra) och etandiamin och rita strukturformler för produkter som bildas i reaktionen.

(1 p.)

5. De småmolekylära estrarna är typiskt väldoftande föreningar. Ett dylikt exempel är isoamylacetat som doftar banan. Det kan syntetiseras enligt figur 1 genom en förestringsreaktion mellan ättiksyra (etansyra) och isoamylalkohol (3-metyl-1-butanol) med svavelsyra som katalysator.

Vad är det teoretiska utbytet för isoamylacetat uttryckt i mol, om man använder 10,0 ml ättiksyra, 10,0 ml isoamylalkohol och 1,00 ml svavelsyra som reagens?

(1 p.)

Reagens	Molmassa (g/mol)	Densitet (g/ml)
Ättiksyra	60,05	1,05
Isoamylalkohol	88,15	0,81
Svavelsyra	98,08	1,84

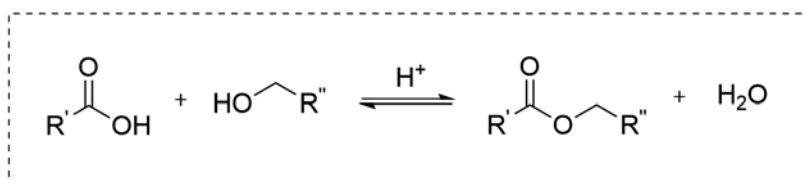
Vad är det procentuella utbytet för isoamylacetat när man på basis av uppvägning erhöi 6,67 g av det?

(1 p.)

**Kemia | Tehtävän 2 aineisto**

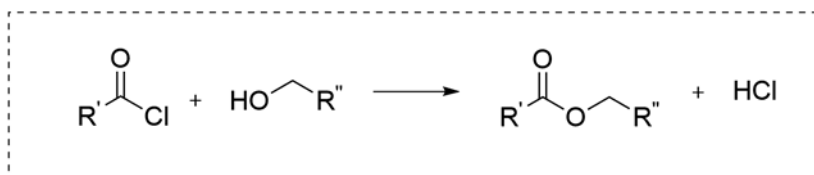
ESTERIEN JA AMIDIEN SYNTETISOINTI

Klassisessa happokatalysoidussa esteröintireaktiossa (Fischer-esteröinti) alkoholi ja karboksyylihapo reagoivat keskenään happokatalyytin läsnä ollessa muodostaen esteriä ja vettä (kuva 1.). Reaktio on tyypillinen esimerkki tasapainoreaktiosta (reversiibeli reaktio) ja reaktion saantoprosentti voi näin ollen olla suhteellisen matala. Kuvissa 1., 2. ja 3. esitetyissä rakenteissa R' ja R'' on mikä tahansa hiiliketju, joka voi sisältää myös erilaisia funktionaalisia ryhmiä.



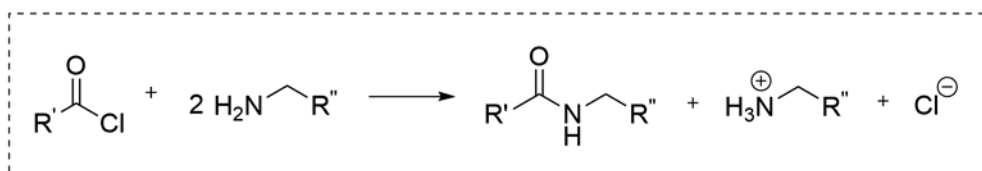
**Kuva 1.** Happokatalysoitu karboksyylihapon ja alkoholin välinen esteröintireaktio.

Jos karboksyylihapon sijaan käytetään vastaavaa happokloridia (kuva 2.), jossa karboksyylihapon "OH" on korvattu klooriatomilla, tapahtuu reaktio vain yhteen suuntaan (irreversiibeli reaktio) ja saantoprosentti nousee käytännössä lähelle sataa. Reaktion sivutuotteena muodostuu vetykloridihappoa.



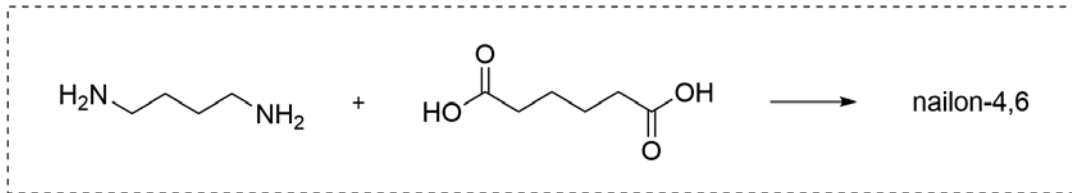
**Kuva 2.** Happokloridin ja alkoholin välinen esteröintireaktio.

Amideja voidaan syntetisoida amiinin ja karboksyylihapon välisellä kondensaatioreaktiolla. Tämä menetelmä ei ole kuitenkaan erityisen tehokas, sillä ensisijainen reaktio on amiinin ja karboksyylihapon välinen happo-emäsreaktio. Esterien synteesin tavoin myös amidien synteesissä tehokkaampi tapa on käyttää karboksyylihapon sijaan vastaavaa happokloridia (kuva 3.).



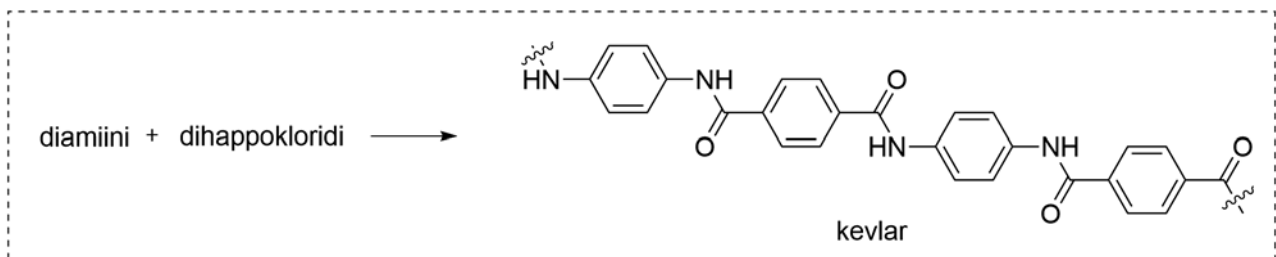
**Kuva 3.** Happokloridin ja amiinin välinen kondensaatioreaktio.

Nailon-4,6 on yksi tavallisista polyamideista, jota voidaan valmistaa heksaanidihaposta ja butaani-1,4-diamiinista polykondensaatioreaktiolla (kuva 4.). Reaktiossa muodostuu ensin niin sanottua nailonsuolaa, jota polymeroimalla saadaan nailon-4,6:ta (4 ja 6 viittaavat hiiliatomien lukumäärään).



**Kuva 4.** Nailon-4,6:n valmistus polykondensaatioreaktiolla.

Toinen esimerkki polyamideista on polyparafenyleenitereftaalamidi, kauppanimeltään kevlar, jota käytetään muun muassa luodinkestävissä liiveissä. Kevlaria valmistetaan tietyistä diamiinista ja tietyistä dihapokloridista (kuva 5.).

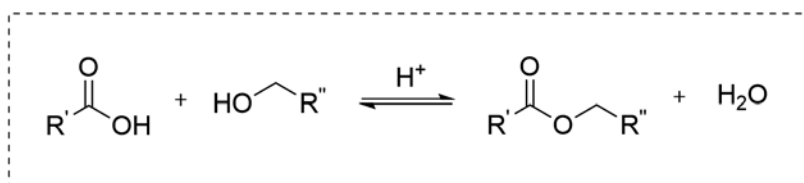


**Kuva 5.** Kevlarin valmistusreaktio.

## Kemi | Materialet till uppgift 2

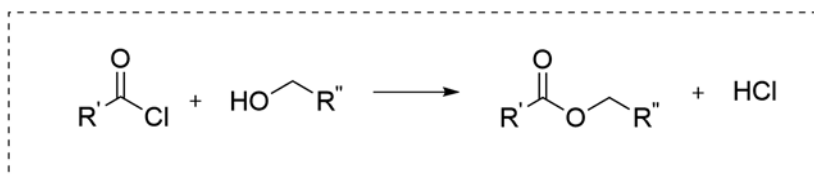
### SYNTES AV ESTRAR OCH AMIDER

I en klassisk syrakatalyserad förestringreaktion (Fischer-förestring) reagerar en alkohol och en karboxylsyra med varandra i närvaro av en syrakatalysator och bildar ester och vatten (Figur 1.). Reaktionen är ett typiskt exempel på en jämviktsreaktion (reversibel reaktion) och reaktionens procentuella utbyte kan därmed vara förhållandevis lågt. I strukturer, som visas i figurerna 1., 2. ja 3., är R' ja R'' vilken som helst kolkedja, som kan innehålla även olika funktionella grupper.



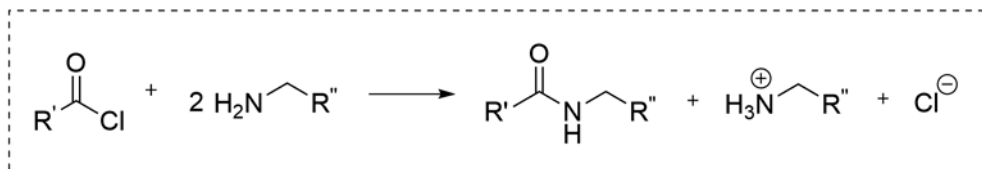
Figur 1. En syrakatalyserad förestringreaktion mellan en karboxylsyra och en alkohol.

Om man i stället för karboxylsyran använder den motsvarande syrakloriden (figur 2.), där "OH" i karboxylsyran är ersatt med en kloratom, sker reaktionen endast åt ett håll (irreversibel reaktion) och det procentuella utbytet stiger i praktiken till nära hundra. Som en biprodukt i reaktionen bildas vätekloridsyra.



Figur 2. En förestringreaktion mellan en syraklorid och en alkohol.

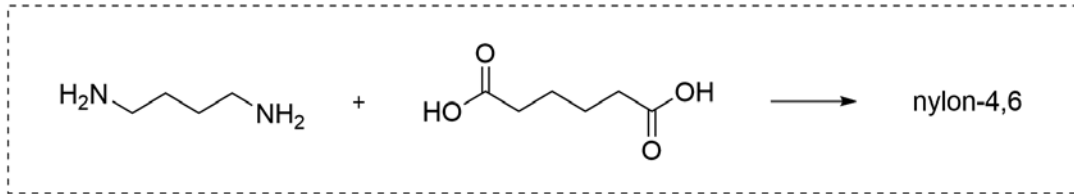
Amider kan syntetiseras genom en kondensationsreaktion mellan en amin och en karboxylsyra. Denna metod är inte ändå särdeles effektiv, eftersom den primära reaktionen är en syra-basreaktion mellan en amin och en karboxylsyra. På motsvarande sätt som vid syntes av estrar, är det effektivare även vid syntes av amider att istället för karboxylsyran använda den motsvarande syrakloriden (figur 3.).



Figur 3. En kondensationsreaktion mellan en syraklorid och en amin.

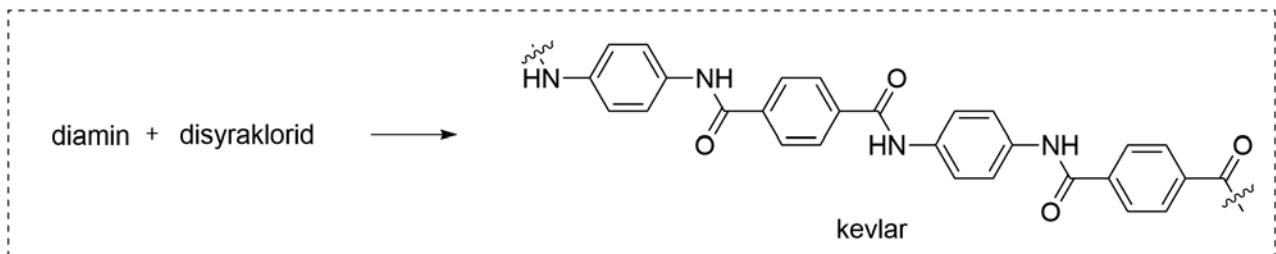


Nylon-4,6 är en av de vanliga polyamiderna, som kan framställas genom en polykondensationsreaktion mellan hexandisyra och butan-1,4-diamin (figur 4.). I reaktionen bildas först ett så kallat nylonsalt, som kan polymeriseras till nylon-4,6 (4 och 6 hänvisar till antalet kolatomer).



Figur 4. Framställning av nylon-4,6 genom en polykondensationsreaktion.

Ett annat exempel på polyamider är polyparafenylen-tereftalamid, med varunamnet kevlar, som används bland annat i skottssäkra västar. Kevlar framställs utgående från en viss diamin och en viss disyraklorid (figur 5.).



Figur 5. Reaktionen för framställning av kevlar.

Jaksollinen järjestelmä (kemialue) / Det periodiska systemet (kemi)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	1 <b>H</b> 1,008						1 <b>H</b> 1,008	atomnummer kemiskt tecken atommassa											2 <b>He</b> 4,003	
2	3 <b>Li</b> 6,941	4 <b>Be</b> 9,012																	9 <b>F</b> 19,00	10 <b>Ne</b> 20,18
3	11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31																	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95
4	19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80		
5	37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,71	51 <b>Sb</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,29		
6	55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57-71 <b>Lantanoidit/ lantanoide</b>	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,84	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,23	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,08	79 <b>Au</b> 196,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,38	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>		
7	87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b>	89 <b>Ac</b>	104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Ds</b>	111 <b>Rg</b>	112 <b>Cn</b>	113 <b>Nh</b>	114 <b>Fl</b>	115 <b>Mc</b>	116 <b>Lv</b>	117 <b>Ts</b>	118 <b>Og</b>		
			58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b>	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,05	71 <b>Lu</b> 174,97				
			90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b>	94 <b>Pu</b>	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>				

**Ongelmanratkaisu | Tehtävä 1.**

Valitse aineiston perusteella yksi vaihtoehto (A–D) kuhunkin osatehtävään (1–6).

Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus, ei valintaa tai valittu useampi kuin yksi vaihtoehto: 0 p.

- Maapallon lämpötilan 10-vuotiskeskisarvo 1940–1950 oli
  - 0 °C.
  - 0,1 °C.
  - 0,1 °C.
  - Ei voi sanoa.(1 p.)
- Millä aikajaksolla lämpötilan nousu on ollut suurin?
  - 1980-luvulta 2000-luvulle.
  - 1950-luvulta 1970-luvulle.
  - 1850-luvulta 1870-luvulle.
  - Ei voi sanoa.(1 p.)
- Vuotuisen keskilämpötilan vaihteluväli vuosien 1850–2012 välisenä aikana on ollut noin
  - 0,6 °C.
  - 0,8 °C.
  - 1,1 °C.
  - Ei voi sanoa.(1 p.)
- Keskilämpötila on muuttunut vuodesta 1850 vuoteen 2012 noin
  - 100 %.
  - 200 %.
  - 200 %.
  - Ei voi sanoa.(1 p.)
- Mikä seuraavista voidaan päätellä aineistosta?
  - Brasilian pintalämpötila laski 1940-luvulta 1950-luvulle.
  - Lämpötilan perättäisten vuosien vaihtelu ei ole kasvanut 1800-luvulta 2000-luvulle.
  - Lämpötilan nousu on ollut suurinta Pohjois-Grönlannissa.
  - Toinen maailmansota johti lämpötilan laskuun.(1 p.)
- Mikä seuraavista on totta?
  - 1970-luvulta lähtien jokainen vuosi on ollut edellistä vuotta lämpimämpi.
  - 1980-luvun kylmin vuosi oli lämpimämpi kuin 1910-luvun lämpimin vuosi.
  - 1970-luvun lämpimin vuosi oli kylmempi kuin 1870-luvun lämpimin vuosi.
  - Aikajaksolla 1950–2012 ei ole ollut yhtään vuotta, joka olisi ollut kylmempi kuin mikään vuosi vähintään sata vuotta kyseistä vuotta aiemmin.(1 p.)

**Problemlösning | Uppgift 1.**

Välj utgående från materialet ett alternativ (A–D) till varje deluppgift (1–6).

Rätt svar: 1 p. Fel svar, inget svar eller om fler än ett alternativ har valts: 0 p.

1. Jordens tioårsmedeltemperatur 1940–1950 var
  - A. 0 °C.
  - B. –0,1 °C.
  - C. 0,1 °C.
  - D. Kan inte säga. (1 p.)
  
2. Under vilken tidsperiod har temperaturhöjningen varit störst?
  - A. Från 1980-talet till 2000-talet.
  - B. Från 1950-talet till 1970-talet.
  - C. Från 1850-talet till 1870-talet.
  - D. Kan inte säga. (1 p.)
  
3. Den årliga medeltemperaturens variationsbredd under åren 1850–2012 har varit ungefär
  - A. 0,6 °C.
  - B. 0,8 °C.
  - C. 1,1 °C.
  - D. Kan inte säga. (1 p.)
  
4. Från år 1850 till år 2012 har medeltemperaturen ändrats ungefär
  - A. 100 %.
  - B. 200 %.
  - C. –200 %.
  - D. Kan inte säga. (1 p.)
  
5. Vad av följande kan vi konstatera utgående från materialet?
  - A. Brasiliens ytttemperatur sjönk från 1940-talet till 1950-talet.
  - B. Temperaturväxlingen från år till år har inte ökat från 1800-talet till 2000-talet.
  - C. Temperaturhöjningen har varit störst på norra Grönland.
  - D. Andra världskriget ledde till temperatursänkning. (1 p.)
  
6. Vad av följande är sant?
  - A. Från 1970-talet och framåt har varje år varit varmare än det föregående året.
  - B. 1980-talets kallaste år var varmare än 1910-talets varmaste år.
  - C. 1970-talets varmaste år var kallare än 1870-talets varmaste år.
  - D. Under tidsperioden 1950–2012 har det inte varit ett enda år som skulle ha varit kallare än något år minst hundra år tidigare än ifrågavarande år. (1 p.)

**Ongelmanratkaisu | Tehtävän 1 aineisto**

**Maapallon lämpötilamuutos**

Kuvissa 1a ja 1b on esitetty maapallon keskilämpötilan muutos vuosina 1850–2012.

**Kuva 1a.** Maapallon lämpötilan muutos aikasarjoina.

**Kuva 1b.** Maapallon pintalämpötilan muutos eri osissa maapalloa.

Kuvien lähde:

<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/60d35ca2-9874-406e-bb9f-608e5b60746d/mittaukset-kertovat-ilmaston-muuttuvan.html>.

## Problemlösning | Materialet till uppgift 1

### Jordens temperaturförändring

Figureerna 1a och 1b visar jordens medeltemperaturförändring under åren 1850–2012.

**Figur 1a.** Jordens temperaturförändringar i tidsserier.

**Figur 1b.** Jordens ytemperaturförändring i olika delar av jorden.

Figureernas källor:

<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/60d35ca2-9874-406e-bb9f-608e5b60746d/mittaukset-kertovat-ilmaston-muuttuvan.html>.

**Ongelmanratkaisu | Tehtävä 2.**

Vastaa aineiston perusteella osatehtäviin (1–3).

1. Minkä vaaratekijän eliminoiminen vähentäisi määrällisesti eniten tästä tekijästä välittömästi johtuvien muiden vaaratekijöiden esiintymistä? Perustele vastauksesi.  
(2 p.)
2. Luettele kaikki täsmälleen kolme solmua sisältävät tapahtumaketjut, joiden viimeinen tapahtuma on räjähdys. Perustele tämän perusteella, mikä on todennäköisin tapahtuma, jonka suora seuraus on räjähdys?  
(2 p.)
3. Oletetaan, että kaksi suurimman asteluvun omaavaa solmua on onnistuttu poistamaan metron häiriöverkostosta. Piirrä yksi verkostokuvaaja tapahtumaketjuista, joita välinpitämätön johtaminen voi edelleen aiheuttaa lähdeartikkelin aineiston perusteella. Valitse verkostokuvaajasi tapahtumaketjuista vaarallisin, ja perustele, mihin valintasi perustuu.  
(2 p.)

**Problemlösning | Uppgift 2.**

Besvara deluppgifterna (1–3) utgående från materialet.

1. Vilken riskfaktor ska man eliminera för att antalsmässigt mest minska denna riskfaktors direkta påverkan på andra riskfaktorers förekomst. Motivera ditt svar. (2 p).
2. Lista alla händelsekedjor som innehåller exakt tre noder och där den sista händelsen är explosion. Utgående från detta, motivera vilken händelse som är den mest sannolika och vars direkta följd är explosion. (2 p).
3. Anta att man har lyckats ta bort två noder som har de största gradtalen i metrons störningsnätverk. Rita ett nätverksdiagram av händelsekedjorna som nonchalant ledarskap fortsättningsvis kan orsaka enligt materialet i källartikeln. Välj den farligaste händelsekedjan i ditt nätverksdiagram och motivera vad du baserar ditt val på. (2 p).



## Ongelmanratkaisu | Tehtävän 2 aineisto

### Metron häiriöverkosto

Tämä tehtävä perustuu tieteelliseen artikkeliin. Tehtävän kuvat 1 ja 2 on lainattu sellaisinaan – mukaan lukien mahdolliset virheet ja ristiriitaisuudet – suoraan kyseisestä artikkelista: Qiming Li, Liangliang Song, George F. List, Yongliang Deng, Zhipeng Zhou, Ping Liu (2017): A new approach to understand metro operation safety by exploring metro operation hazard network (MOHN). *Safety Science* 93, 50–61.

Monimutkaisten teknisten järjestelmien turvallisuustutkimuksen asiantuntijoiden kesken vallitsee laaja yhteisymmärrys siitä, että onnettomuudet eivät yleensä johdu vain yhdestä yksittäisestä viasta tai virheestä vaan ennemminkin monien virheiden tai vaaratekijöiden toteutumisesta toisiaan seuraavana ketjuna. Onnettomuus on tyypillisesti seuraus usean vaaratekijän toteutumisen yhteisvaikutuksesta. Yhden vaaratekijän toteutuminen laukaisee seuraavan, mikä laukaisee edelleen seuraavan, ja siten vaaratekijöiden keskinäinen vuorovaikutus lopulta voi johtaa vakavaan onnettomuuteen.

Teknisiin järjestelmiin liittyvällä turvallisuudella on merkittävä rooli arjessamme. Metroverkosto on yksi esimerkki monia teknologioita ja ihmisten toimintaa yhdistävästä järjestelmästä sekä järjestelmän ulkoisten ja sisäisten tekijöiden keskinäisistä riippuvuuksista. Tällaisen järjestelmän suunnittelijan tulee ymmärtää järjestelmään liittyviä riskejä ja riskitekijöiden välisiä vuorovaikutussuhteita. Järjestelmän suunnittelijan on otettava huomioon myös järjestelmän kanssa työskentelevät (metroesimerkissämme kuljettajat, huoltohenkilöstö, liikennevalvojat, jne.) sekä järjestelmää hyödyntävät käyttäjät (esimerkiksi matkustajat).

Viisi tutkijaa analysoi Kiinan metroverkostoissa tapahtuneiden onnettomuus- ja läheltä piti -tilanteiden tapahtumaketjuja. Aineisto perustui raportoituihin tapahtumiin ja todennettuihin tapahtumaketjuihin. Aineistoa vielä täydennettiin metro-onnettomuuksia käsittelevin asiantuntijahaastatteluin. Analysoituaan 134 onnettomuuteen johtanutta tapahtumaketjua tutkijat tunnistivat 28 vaaratekijää (katso taulukko 1) ja 48 vaaratekijöiden välistä suunnattua yhteyttä. Toisin sanoen, tutkimiansa onnettomuuksien perusteella tutkijat pystyivät kuvaamaan onnettomuuksien taustalla olevat toisiinsa vaikuttavat vaaratekijät sekä vaikutussuhteen suunnan. Tästä kuvauksesta syntyi suunnattu verkostokuva, joka on esitetty kuvassa 1.

**Taulukko 1.** Onnettomuuksiin johtavia vaaratekijöitä kiinalaisissa metroverkostoissa.

Kuva 1 esittää vaaratekijät ja niiden väliset yhteydet verkostokuvan avulla. Verkostossa kukin verkoston solmu (H1–H28) kuvaa vaaratekijää ja solmuja yhdistävät nuolet vaaratekijöiden välisiä linkkejä. Huomaa, että kaikissa linkeissä on joko yksi- tai kaksisuuntainen vaikutus. Kaksisuuntainen linkki tarkoittaa, että kyseisten solmujen välillä vaaratekijöiden välinen yhteys toimii molempiin suuntiin. Verkostokuva esittää toteutuneita ja raportoituja vaaratekijöiden yhteyksiä. Toki lukuisat muut yhteydet voivat myös olla mahdollisia, mutta tutkimuksessa aineistossa ne eivät kuitenkaan johtaneet todennettuun onnettomuuteen tai läheltä piti -tilanteeseen.

**Kuva 1.** Verkostokuvaus metron toimintaan liittyvistä vaaratekijöistä.

Verkostokuvasta (kuva 1) voidaan havaita, että solmuihin tulevien ja solmuista lähtevien linkkien määrä vaihtelee solmusta toiseen. Tapahtumaketjujen tulkinnan kannalta tämä tarkoittaa sitä, että kuhunkin vaaratekijään voi johtaa useampi vaaratekijä, ja toisaalta kustakin vaaratekijästä voi seurata yksi tai useampi tapahtuma. Verkostossa on myös solmuja, joihin ei johda yhtään havaittua vaaratekijää, sekä solmuja, joista ei seuraa muita vaaratilanteita. Kuva 2 kuvaa kuhunkin solmuun tulevien (in-degree) linkkien määrää sekä kyseisestä solmusta lähtevien linkkien (out-degree) määrää. Tulevien ja lähtevien linkkien yhteismäärää kutsutaan solmun asteluvuksi (node degree).

**Kuva 2.** Solmuihin tulevien (in-degree) sekä niistä lähtevien (out-degree) linkkien määrät.

## Problemlösning | Materialet till uppgift 2

### Metrons störningsnätverk

Den här uppgiften baserar sig på en vetenskaplig artikel. Uppgiftens figurer 1 och 2 har citerats som sådana – inklusive eventuella fel och inkonsekvenser – direkt från artikeln: Qiming Li, Liangliang Song, George F. List, Yongliang Deng, Zhipeng Zhou, Ping Liu (2017): A new approach to understand metro operation safety by exploring metro operation hazard network (MOHN). Safety Science 93, 50–61.

Bland experter inom säkerhetsforskningen för komplicerade tekniska system råder en utbredd enighet om att olyckor vanligtvis inte beror endast på ett enskilt fel utan snarare på händelser av många fel eller riskfaktorer som följer på varandra som en kedja. En olycka är vanligen en följd av att flera riskfaktorer interagerar. När en riskfaktor leder till en händelse, utlöser den följande riskfaktor, som vidare utlöser följande och slutligen kan riskfaktorernas inbördes samverkan leda till en allvarlig olycka.

Säkerheten som har att göra med tekniska system har en betydande roll i vår vardag. Metronätverk är ett exempel på ett system där många teknologier och människors agerande förenas samt på ett systems externa och interna faktorerers ömsesidiga beroende. När man planerar ett sådant system måste man förstå riskerna som hör till systemet och samspelet mellan riskfaktorerna. I planeringen av systemet måste man även ta dem som arbetar med systemet i beaktande (i vårt metroexempel chaufförer, servicepersonal, trafikövervakare osv.) och användarna som nyttjar systemet (till exempel resenärer).

Fem forskare analyserade olyckors och nära-ögat-situationers händelsekedjor i Kinas metronätverk. Materialet bestod av rapporterade händelser och konstaterade händelsekedjor. Materialet kompletterades dessutom av intervjuer med experter som hanterar metroolyckor. Genom att analysera 134 händelsekedjor som lett till olyckor identifierade forskarna 28 riskfaktorer (se tabell 1) och 48 riktade samband mellan riskfaktorerna. Med andra ord, utgående från undersökningen av olyckorna kunde forskarna beskriva bakgrunden till olyckornas riskfaktorer och hur riskfaktorerna påverkar varandra och den riktning som påverkan har. Den här beskrivningen resulterade i ett riktat nätverksdiagram som presenteras i figur 1.

**Tabell 1.** Riskfaktorer för olyckor i kinesiska metronätverk.

Figur 1 visar riskfaktorerna och deras inbördes relation i form av ett nätverk. Varje nod i nätverket (H1–H28) visar en riskfaktor och mellan noderna finns det länkar med pilar som förenar noderna med varandra. Observera att alla länkar är antingen enkel- eller dubbelriktade. En dubbelriktad länk innebär att riskfaktorerna kan påverka varandra i båda riktningar. Nätverksdiagrammet visar de riskfaktorssamband som har skett och rapporterats. Det är emellertid möjligt att det finns otaliga andra eventuella samband, men i det undersökta materialet har de inte konstaterats leda till en olycka eller en nära-ögat-situation.

**Figur 1.** Nätverksdiagram av metrodriftens riskfaktorer.

I nätverksdiagrammet (figur 1) kan vi se att antalet länkar och riktningarna mellan noderna varierar. Detta betyder att i ett händelsekedja kan varje riskfaktor bero på flera olika riskfaktorer och även att varje riskfaktor kan leda till en eller flera händelser. I nätverket finns också noder dit det inte leder någon observerad riskfaktor och noder som inte orsakar andra farliga situationer. Figur 2 visar både antalet inkommande länkar (in-degree) och antalet utgående länkar (out-degree) för varje nod. Den sammanlagda summan av inkommande och utgående länkar kallas för nodens gradtal (node degree).

**Figur 2.** Antalet inkommande (in-degree) och utgående (out-degree) länkar till och från noderna.