# KE4 koe 2.10.2026

OHJE KOKEESEEN:

I-OSA pakolliset tehtävät (10p + 10p)

II-OSA kaksi tehtävää, tee yksi (15p)

III-OSA kaksi tehtävää, tee yksi (20p)

## Sisällys


| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Monivalintatehtävä | | 10 p. |
| 2. | Kuparisulfaattiliuoksen ja sinkin reaktio | | 10 p. |
| | **Osa yhteensä** | | **20 p.** |


### Osa 2: Soveltavat tehtävät

Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.


| | | | |
|---|---|---|---|
| 3. | Metaani rakettipolttoaineena | Aineisto | 15 p. |
| 4. | Polymeerit | | 15 p. |
| | **Osa yhteensä** | | **15 p.** |


### Osa 3: Syventävät tehtävät

Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.


| | | | |
|---|---|---|---|
| 5. | Amiinien reaktioita | Aineisto | 20 p. |
| 6. | Empiirisen kaavan määritys | | 20 p. |
| | **Osa yhteensä** | | **20 p.** |


**Koe yhteensä** **55 p.**

### Aineisto

A reaktio1.PNG

B reaktio3.PNG

## 1. Monivalintatehtävä 10 p.

Valitse jokaisessa kohdassa oikea vaihtoehto.

**1.1 1 p.**

1,0 mol natriumia ja 1,0 mol kloorikaasua reagoivat reaktioyhtälön $2\mathrm{Na(s)} + \mathrm{Cl_2(g)} \rightarrow 2\ \mathrm{NaCl(s)}$ mukaisesti. Mikä väittämä on oikein?

- ◯ Natriumia on ylimäärin.
- ◯ Kloorikaasua on ylimäärin.

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

- ◯ Natriumkloridia muodostuu kaksi moolia.
- ◯ Kloorikaasu on reaktion rajoittava tekijä.

**1.2 1 p.**

Heliumia ja neonia on kumpaakin omassa suljetussa astiassaan 1,0 moolia. Mikä väittämä on oikein?

- ◯ Heliumatomeja on enemmän, koska sen moolimassa on pienempi.
- ◯ NTP-oloissa kaasujen tilavuus on sama.
- ◯ Kun astioita kuumennetaan, kaasujen ainemäärät kasvavat.
- ◯ NTP-oloissa kummankin kaasun massa on sama.

**1.3 1 p.**

Mikä väittämä pitää paikkansa?

- ◯ Kaasut sisältävät aina yhtä monta atomia.
- ◯ NTP-oloissa kaasuilla on sama massa.
- ◯ Kun paine pysyy vakiona, mutta lämpötila nousee, kaasun tilavuus pienenee.
- ◯ Kun lämpötila pysyy vakiona, tilavuuden pienentäminen kasvattaa painetta.

**1.4 1 p.**

Happikaasua on $56,0\ \mathrm{dm^3}$. Astian paine on $p = 1{,}01325\ \mathrm{bar}$ ja lämpötila $t = 0°\mathrm{C}$ . Kuinka monta moolia happimolekyylejä tässä tilavuudessa on?

- ◯ 2,3 mol
- ◯ 2,4 mol
- ◯ 2,2 mol
- ◯ 2,5 mol

**1.5 1 p.**

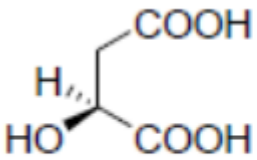
Rautaoksidia pelkistetään hiilen avulla seuraavan reaktion mukaisesti
$2\ \mathrm{Fe_2O_3(s)} + 3\ \mathrm{C(s)} \rightarrow 4\ \mathrm{Fe(s)} + 3\ \mathrm{CO_2(g)}$ . Kuinka paljon saadaan valmistettua rautaa 5 tonnista rauta(III)oksidia?

- ◯ 4500 kg
- ◯ 3500 kg
- ◯ 10 000 kg

**1.6 1 p.**

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

Kuinka monta erillaista esteriä yhdisteet A ja B voivat muodostaa keskenään?




A.




B.

- 2
- 3
- 4
- 1

**1.7 1 p.**

Mikä ainemäärä fluoria tarvitaan reagoimaan täydellisesti alumiinin kanssa, jos alumiinia on 1,0 mmol? Reaktioyhtälö on $2\ Al\,(s) + 3\ F_2\,(g) \ \rightarrow 2AlF_2\,(s)$.

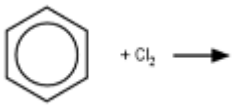
- 1,5 mmol
- 0,015 mol
- 6,7 mmol
- 0,67 mmol

**1.8 1 p.**

Samaan koeputkeen lisätään Seuraavia aineita $AgNO_3\,(\mathrm{aq})$, $FeI_3\,(\mathrm{aq})$ ja $Ba(CH_3COO)_2\,(\mathrm{aq})$. Mitä tapahtuu?

- $Fe(NO_3)_3 saostuu$
- $AgCH_3COO\ saostuu$
- $BaI_2 saostuu$
- Reaktiossa ei synny saostumaa
- Jokin muu aine saostuu
- $AgI\ saostuu$

**1.9 1 p.**

Valitse mahdollinen reaktiotyyppi 

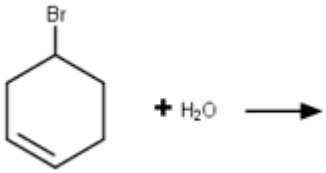

- Additioreaktio
- Substituutioreaktio

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

- ◯ Hydrolyysi
- ◯ Kondensaatioreaktio

**1.10 1 p.**

Valitse mahdollinen reaktiotyyppi




- ◯ Hydrolyysi
- ◯ Kondensaatioreaktio
- ◯ additioreaktio
- ◯ Substituutioreaktio

## 2. Kuparisulfaattiliuoksen ja sinkin reaktio 10 p.

Sininen kuparisulfaatin vesiliuos ja sinkki reagoivat seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:

$CuSO_4(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$

**2.1** Eräässä kokeessa kuparisulfaattiliuoksen tilavuus oli 200,0 ml ja konsentraatio 0,683 mol/l. Metallisen sinkin massa oli 1,85 g. Oletetaan, että reaktio tapahtuu kokonaan. Kuinka monta grammaa kuparia voi muodostua kokeessa?

**7 p.**

$V\,(CuSO_4) = 200{,}0ml$

$c\,(CuSO_4) = 0{,}683\ \frac{mol}{l}$

$m\,(Zn) = 1{,}85g$

lasketaan molempien ainemäärät

$n\,(CuSO_4) = 0{,}683\ \frac{mol}{l} \cdot 0{,}20l = 0{,}1366mol$

$n\,(Zn) = \frac{1{,}85g}{65{,}38\ \frac{g}{mol}} = 0{,}0283\ mol$

reaktioyhtälön kertoimien perusteella näitä kuluu sama ainemäärä, joten sinkki rajoittaa reaktion. Kuparilla ja sinkillä on sama kerroin reaktioyhtälössä, joten kuparia syntyy eneintään sinkin ainemäärä.

$n\,(Cu) = n\,(Zn) = 0{,}0283\ mol$

$m\,(Cu) = n \cdot M = 1{,}798g$

Vastauksen pituus: 208 merkkiä.

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

**2.2** Kuparia saatiin tehdyssä kokeessa 1,066 g. Laske kuparin saantoprosentti. **3 p.**

$$\frac{1{,}066g}{1{,}798g} = 0{,}593 = 59{,}3\%$$

Vastauksen pituus: 0 merkkiä.

# Osa 2: Soveltavat tehtävät

Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.

### 3. Metaani rakettipolttoaineena 15 p.

**Aineisto**

3.A Taulukko: Metaanin tiheys sekä metaanin ja hapen entalpia-arvoja

Nestemäistä metaania voidaan käyttää rakettipolttoaineena. Hapettimena käytetään tällöin happea. Ensimmäinen metaanikäyttöinen kantoraketti laukaistiin onnistuneesti kiertoradalle heinäkuussa 2023. Metaani ja happi säilytetään raketin tankeissa nestemäisenä, ja ne höyrystyvät kaasumaisiksi rakettimoottorin polttokammiossa. Lämpötila polttokammiossa on yli 3 000 °C.

**3.1** Nestemäinen metaani säilytetään matalassa lämpötilassa, jotta sen tiheys olisi mahdollisimman suuri ja tarvittavan polttoainetankin koko mahdollisimman pieni. Erään raketin polttoainetankin tilavuus on 600,0 m³. Laske, kuinka monta moolia enemmän tähän tankkiin mahtuu nestemäistä metaania, kun lämpötila lasketaan lämpötilasta 111,7 K lämpötilaan 90,7 K. Käytä taulukon 3.A tietoja. **6 p.**

| | | |
|---|---|---|
| $CH_4(g)$ | tiheys ($\rho$) lämpötilassa 111,7 K | 442,4 kg/m³ |
| $CH_4(g)$ | tiheys ($\rho$) lämpötilassa 90,7 K | 451,7 kg/m³ |

$$451{,}7\ \frac{kg}{m^3} - 442{,}4\ \frac{kg}{m^3} = 9{,}3\ \frac{kg}{m^3}$$

eli matalammassa lämpötilassa mahtuu

$$m\,(CH_4) = 9{,}3\ \frac{kg}{m^3} \cdot 600m^3 = 5580kg$$ enemmän metaania.

$$n\,(CH_4) = \frac{m}{M} = \frac{5580000g}{16{,}042\ \frac{g}{mol}} = 347837mol \approx 347\ 800\ mol$$

(Voi myös laskea molemmat koko massat ja/tai ainemäärät erikseen ja vasta lopuksi erotuksen)

Vastauksen pituus: 129 merkkiä.

**3.2** Kirjoita raketin polttokammiossa tapahtuvan metaanin ja hapen välisen palamisreaktion reaktioyhtälö. **3 p.**

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$$

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

Vastauksen pituus: 0 merkkiä.

**3.3** Kuinka paljon lämpöenergiaa vapautuu rakettimoottorin polttokammiossa, jos polttoaineena käytetään 1 mol nestemäistä metaania ja hapettimena nestemäistä happea? Happea on ylimäärin. Käytä taulukon 3.A tietoja. **6 p.**

| | | |
|---|---|---|
| $CH_4(g)$ | palamisentalpia ($\Delta_c H$) | −890,7 kJ/mol |
| $CH_4(l)$ | höyrystymisentalpia ($\Delta_{vap} H$) | 8,17 kJ/mol |
| $O_2(l)$ | höyrystymisentalpia ($\Delta_{vap} H$) | 6,82 kJ/mol |

Säiliöissä olevat nestemäiset kaasut höyrystetään ennen palamista. Höyrystyminen vaatii energiaa, palaminen vapauttaa energiaa. huomioidaan reaktion kertoimet, eli jos 1 mol metaania palaa, tarvitaan 2 mol happea.

$$\Delta H = 8{,}17kJ + 2 \cdot 6{,}82kJ - 890{,}7kJ = -868{,}89kJ$$

Vapautuu noin 870 kJ energiaa.

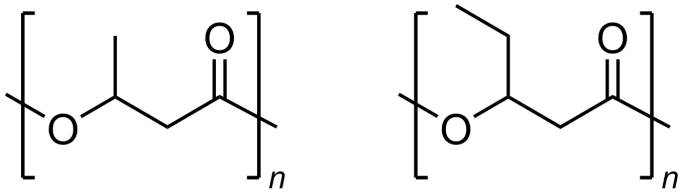
(Tajusin vasta korjatessa, että nämä energianmuutokset eivät kuulu tähän kurssiin... kukaan ei huomioinut palamisentalpiaa, useimmat laskivat pelkillä höyrystymisentalpioilla. Siitä 4p jos oikein, lisäksi aion huomioida arvosanan 10 antamisessa vähemmällä kuin kokonaispistmäärällä)

Vastauksen pituus: 466 merkkiä.

## 4. Polymeerit 15 p.

Polyhydroksialkanoaatit ovat bakteerien tuottamia suoraketjuisia polymeerejä. Niistä valmistetut muovit ovat biohajoavia.

Tavallisimpia polyhydroksialkanoaatteja ovat poly-3-hydroksibutanaatti (P3HB) ja polyhydroksivaleraatti (PHV):

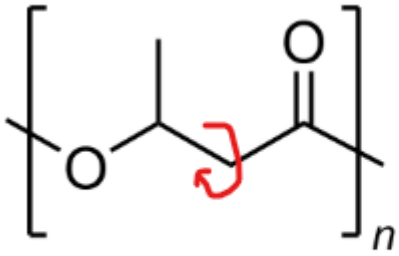



P3HB PHV

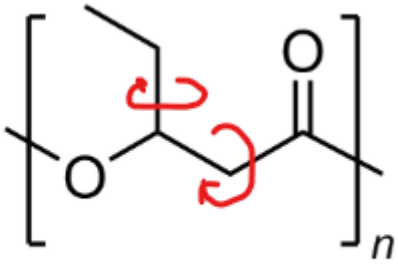
**4.1** Voiko P3HB:n tai PHV:n toistuvilla yksiköillä esiintyä konformaatioisomeriaa, *cis-trans* -isomeriaa tai enantiomeriaa (peilikuvaisomeriaa/optista isomeriaa)? Perustele vastauksesi toistuvien yksiköiden rakenteiden avulla. **7 p.**

konformaatioisomeria: kyllä voi, yksöissidokset pystyvät kiertymään akseliensa ympäri

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.



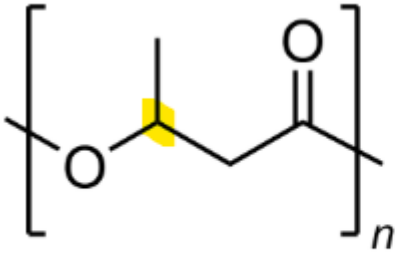

P3HB



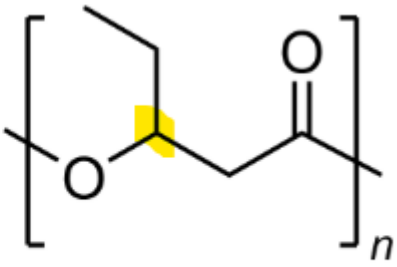

PHV

cis-trans -isomeria: ei voi, yhdisteessä ei ole hiilien välisiä kaksoissidoksia eikä rangasrakenteita.

enantiomeria: kyllä voi, molemmissa yhdisteissä on asymmetrinen hiili (merkitty keltaisella)




P3HB




PHV

Vastauksen pituus: 252 merkkiä.

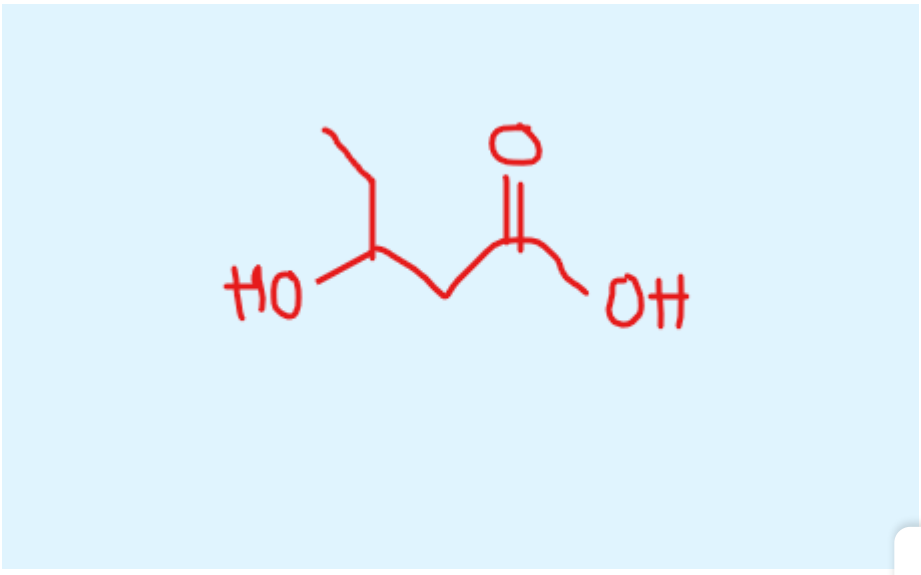
**4.2** Mitkä funktionaaliset ryhmät syntyvät niissä polymerointireaktioissa, joissa P3HB ja PHV muodostuvat? **3 p.**

P3HB ja PHV ovat molemmat polyestereitä, eli niiden muodostuessa syntyy esteriryhmiä.

Vastauksen pituus: 75 merkkiä.

**4.3** Bakteerit valmistavat polyhydroksialkanoaatteja karboksyylihapoista. Piirrä sen yhdisteen rakennekaava, josta PHV on muodostunut. **4 p.**

Koska PHV on polyesteri, sen muodostumiseen tarvitaan sekä hydroksiryhmä OH että karboksyylihapporyhmä COOH. Monomeeri on hydroksihappo




Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

Vastauksen pituus: 120 merkkiä.

**4.4** P3HB:n valmistusreaktio on polymerointireaktio. Mihin muuhun reaktiotyyppiin tämä reaktio voidaan luokitella? **1 p.**

Kondensaatioreaktioihin

Vastauksen pituus: 23 merkkiä.

# Osa 3: Syventävät tehtävät

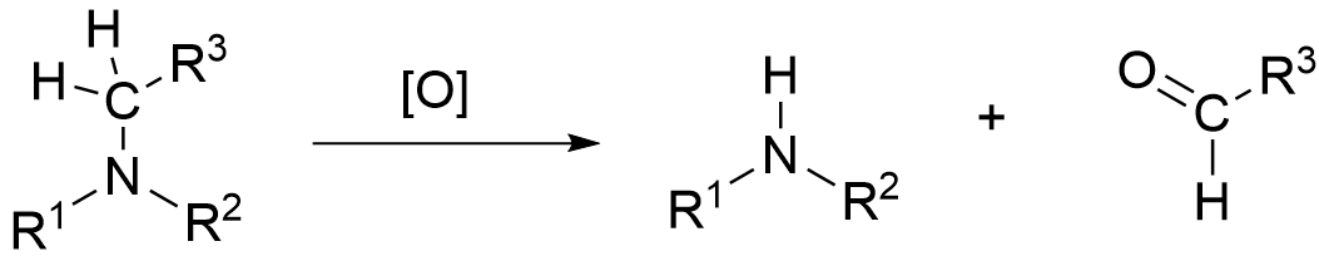
Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

### 5. Amiinien reaktioita 20 p.

**Aineisto**

5.A Tiedosto: Bupivakaiinin rakennekaava

Maksa voi hajottaa tertiääriset amiinit usealla eri tavalla. Yksi mahdollinen reaktio on hapettuminen, jolloin reaktiotuotteina syntyy sekundääristä amiinia ja aldehydiä oheisen reaktiokaavion mukaisesti. $R^1$, $R^2$ ja $R^3$ tarkoittavat molekyylin loppuosaa.

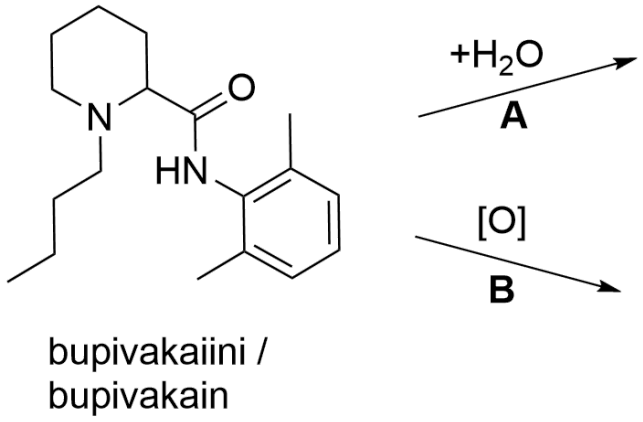



Tertiäärisen amiinin hapettumisreaktio.

Bupivakaiini on puudutusaine, joka hajoaa maksassa usealla eri tavalla. Oheisessa kuvassa on esitetty hajoamisreaktiot **A** ja **B**. Reaktioista tiedetään seuraavat asiat:

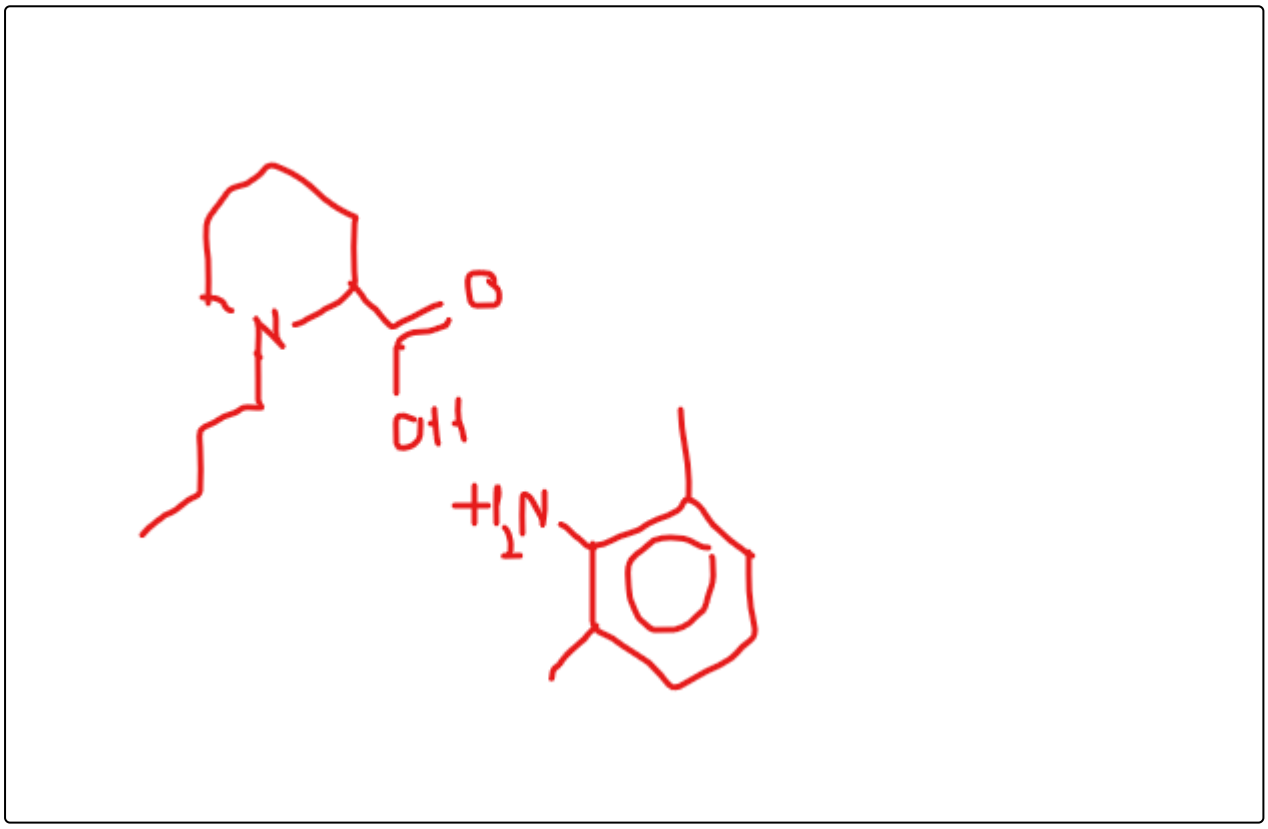
- Reaktio **A** on amidin hydrolyysi.
- Reaktio **B** on tertiäärisen amiinin hapettuminen.
- Molemmissa reaktioissa **A** ja **B** syntyy kaksi eri tuotetta.

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.




Bupivakaiinin hajoamisreaktiot A ja B.

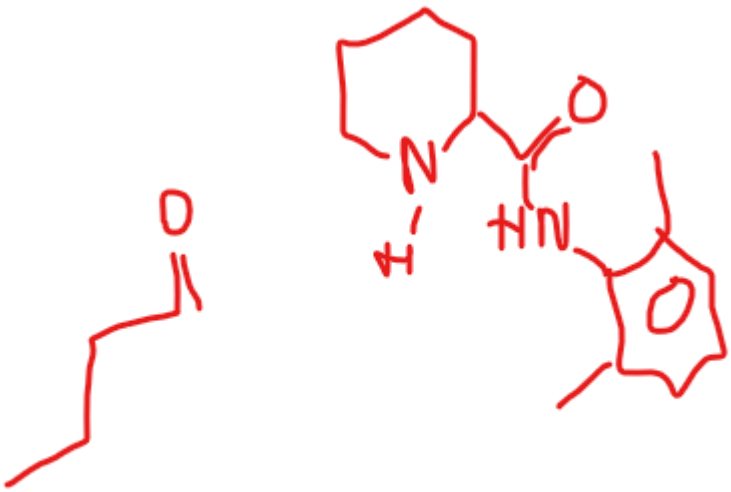
**5.1** Piirrä reaktion **A** tuotteiden rakennekaavat. Voit hyödyntää vastauksessasi tiedostossa 5.A annettua bupivakaiinin rakennekaavaa. **4 p.**



Vastauksen pituus: 0 merkkiä.

**5.2** Piirrä reaktion **B** tuotteiden rakennekaavat. Voit hyödyntää vastauksessasi tiedostossa 5.A annettua bupivakaiinin rakennekaavaa. **4 p.**

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.




Vastauksen pituus: 0 merkkiä.

**5.3** Kun erästä kaasumaista amiinia ($C_xH_yN_z$) poltettiin, reaktiotuotteina syntyi hiilidioksidia ($CO_2$), typpeä ($N_2$) ja vettä ($H_2O$). Amiinin palamisreaktio on

$2C_xH_yN_z(g) + (4x + y)/2O_2(g) \rightarrow 2xCO_2(g) + zN_2(g) + yH_2O(g)$.

Reaktion lähtöaineena oli 10,0 ml amiinia. Kun reaktiotuotteena saatu kaasuseos jäähdytettiin huoneen lämpötilaan, kaasuseoksesta oli poistunut 25,0 millilitraa kaasua. Tilavuuden pieneneminen johtui yhden reaktiotuotteen olomuodon muutoksesta. Kun kaasuseos tämän jälkeen pestiin emäksisellä pesuliuoksella, kaasuseoksesta poistui 10,0 ml kaasua. Lopulta pesun jälkeen jäljellä oli 5,0 ml kaasua. Kaikki tilavuudet mitattiin huoneenlämpötilassa.

Päättele annettujen tietojen perusteella kertoimet *x*, *y* ja *z*. Perustele vastauksesi.

Esitä vastauksessasi tasapainotettu reaktioyhtälö ja nimeä lähtöaineena käytetty amiini.

Ilmankosteutta ja veden höyrynpainetta ei huomioida. Kaikki kaasut oletetaan ideaalikaasuiksi. Ideaalikaasujen tilavuudet ovat suoraan verrannollisia niiden ainemääriin.

**12 p.**

jäähdytys poistaa 25,0ml kaasua = vesi koska sen olomuoto muuttuu

$$V\,(H_2O) = 25{,}0\ ml$$

emäksinen liuos poistaa hiilidioksidin

$$V\,(CO_2) = 10{,}0\ ml$$

jäljelle jää typpikaasu

$$V\,(N_2) = 5{,}0ml$$

vakio-olosuhteissa kaasujen tilavuudet ja ainemäärät ovat suoraan verrannollisia, joten reaktioyhtälön kertoimien verrantoa voidaan soveltaa tilavuuksiin

$$\frac{n\,(C_xH_yN_z)}{n\,(CO_2)} = \frac{2}{2x} \Rightarrow \frac{10}{10} = \frac{1}{x} \Rightarrow x = 1$$

$$\frac{n\,(C_xH_yN_z)}{n\,(N_2)} = \frac{2}{z} \Rightarrow \frac{10}{5} = \frac{2}{z} \Rightarrow z = 1$$

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

$$\frac{n\left(C_xH_yN_z\right)}{n\left(H_2O\right)} = \frac{2}{y} \Rightarrow \frac{10}{25} = \frac{2}{y} \Rightarrow y = 5$$

$$2\ CH_5N\left(g\right) + \frac{9}{2}O_2\left(g\right) \rightarrow 2CO_2\left(g\right) + N_2\left(g\right) + 5H_2O\left(g\right)$$

Kerroin 9/2 sopii tasapainoon (sitä ei käytetty ylläolevissa laskuissa, joten sopii tasapainon tarkistamiseen). Muutetaan kertoimet kokonaisluvuiksi:

$$4\ CH_5N\left(g\right) + 9O_2\left(g\right) \rightarrow 4CO_2\left(g\right) + 2N_2\left(g\right) + 10H_2O\left(g\right)$$

Lähtöaineena olevan amiinin on oltava metyyliamiini (aminometaani) $CH_3NH_2$

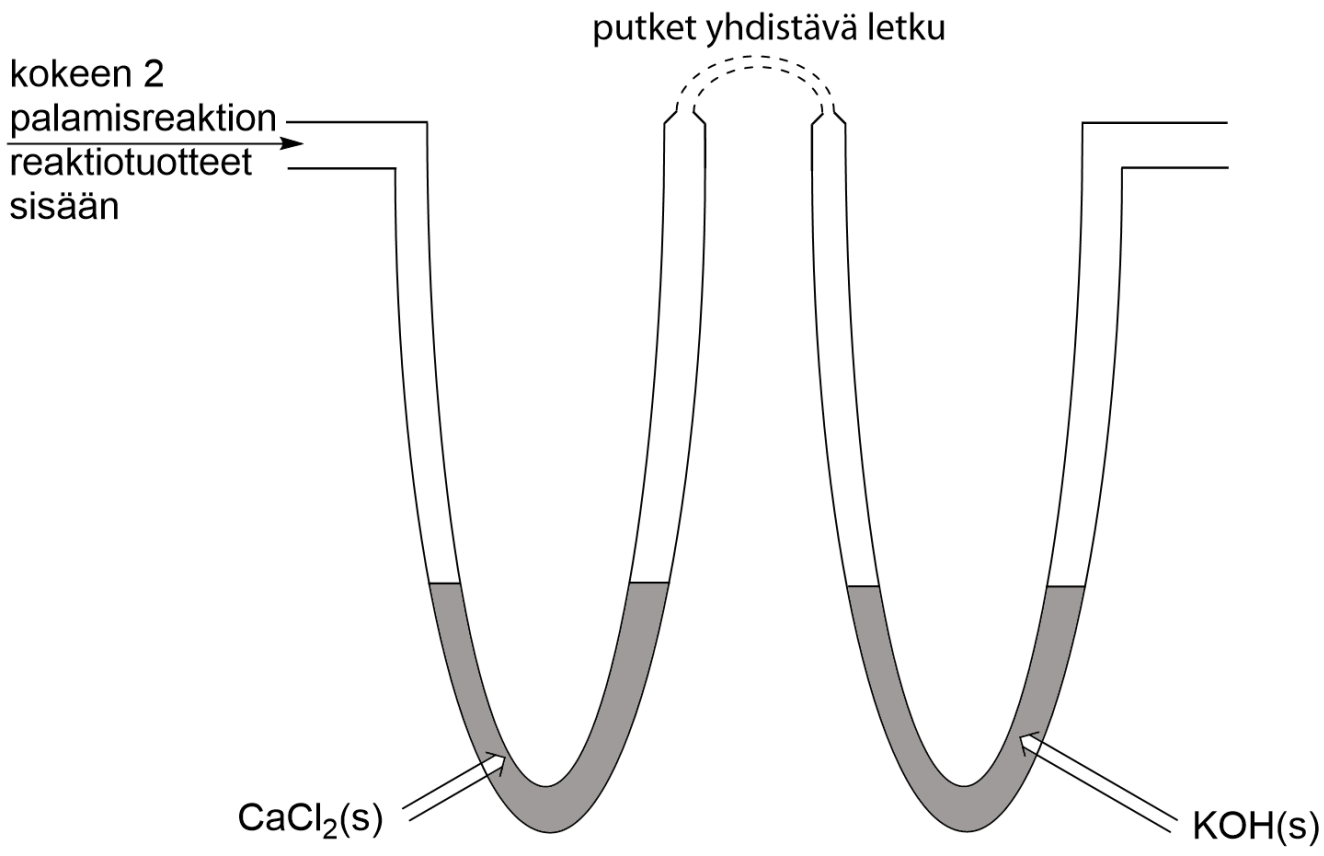
Vastauksen pituus: 445 merkkiä.

**6. Empiirisen kaavan määritys 20 p.**

Tuntemattoman yhdisteen empiirinen kaava ($C_xH_yN_z$) määritettiin kahden kokeen avulla.

Koe 1 perustui hajoamisreaktioon, jossa kyseistä tuntematonta yhdistettä ($C_xH_yN_z$) hajotettiin 0,1500 g. Reaktiossa syntyi 16,4 ml typpikaasua (*t* = 27,0 °C ja *p* = 97 300 Pa). Tässä kokeessa kaikki yhdisteessä oleva typpi muuttui typpikaasuksi.

Kokeen 2 koeasetelma on esitetty oheisessa kuvassa.




Koeasetelman kuvaus

Kokeessa 2 samasta yhdisteestä otettiin näyte, jonka massa oli 0,2000 g, ja näyte poltettiin. Kokeen 2 täydellisen palamisreaktion tuotteet johdettiin kahden putken läpi. Näistä ensimmäinen oli täytetty kalsiumkloridilla ja toinen kaliumhydroksidilla. Kalsiumkloridilla täytetyn putken massa kasvoi 0,1078 g. Kaliumhydroksidilla täytetyn putken massa kasvoi 0,6026 g.

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

**6.1** Mihin perustui kalsiumkloridilla ja kaliumhydroksidilla täytettyjen putkien massojen kasvu? Hyödynnä seuraavia reaktioyhtälöitä:

$CaCl_2(s) + 2H_2O(g/l) \rightarrow CaCl_2 \cdot 2H_2O(s)$
$2KOH(s) + CO_2(g) \rightarrow K_2CO_3(s) + H_2O(l)$

Molempien reaktioiden tuotteet jäivät putkiin.

**5 p.**

Polttamisessa syntyy vettä, hiilidioksidia ja typpikaasua.

reaktioyhtälö1: Vesi sitoutuu ensimmäisessä putkessa olevaan kalsiumkloridiin kidevetenä (sen massa kasvaa saapuvan veden massan mukaan)
reaktioyhtälö2: hiilidioksidi sitoutuu toisessa putkessa olevaan kaliumhydroksidiin muuttaen sen kaliumkarbonaatiksi ja vedeksi (putken massa kasvaa lisätyn hiilidioksidin verran)

Vastauksen pituus: 337 merkkiä.

**6.2** Määritä kokeiden perusteella tuntemattoman yhdisteen ($C_x H_y N_z$) empiirinen kaava. **15 p.**

koe 1: $m\left(C_x H_y N_z\right) = 0{,}1500g \quad \Rightarrow \quad V\left(N_2\right) = 16{,}4ml \ \ (27°C,\ 97300Pa)$

$$pV = nRT$$

$$n\left(N_2\right) = \frac{pV}{RT} = \frac{97300Pa \cdot 16{,}4 \cdot 10^{-6}m^3}{8{,}314\ 46\ \frac{\mathrm{Pa \cdot m^3}}{\mathrm{mol \cdot K}} \cdot 300{,}15K} = 0{,}000639417mol$$

koe 2: $m\left(C_x H_y N_z\right) = 0{,}2000g$ massalisäyksistä saadaan veden ja hiildioksidin massat kohdan 6.1 mukaisesti

$$m\left(H_2O\right) = 0{,}1078g \quad \Rightarrow \quad n\left(H\right) = 2 \cdot \frac{m}{M} = 0{,}01196714mol$$

$$m\left(CO_2\right) = 0{,}6026g \quad \Rightarrow \quad n\left(C\right) = \frac{m}{M} = 0{,}0136923mol$$

suhteutetaan typen ainemäärä siihen, jos kokeessa 1 olisi ollut sama määrä lähtöainetta

$$n\left(N_2\right) = \frac{0{,}2}{0{,}15} \cdot 0{,}000639417mol = 0{,}0008525562mol$$

$$n\left(N\right) = 2 \cdot n\left(N_2\right) = 0{,}0017051\ mol$$

$$n\left(C\right) : n\left(H\right) : n\left(N\right) = 0{,}013692 : 0{,}011967 : 0{,}0017051^{(0{,}0017051}$$

$$= 8 : 7 : 1$$

empiirinen kaava olisi

$$\left(C_8 H_7 N\right)_x$$

Vastauksen pituus: 174 merkkiä.

*Kokeen tehtävät loppuvat tähän.*

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.

Siirry tarkastelemaan vastauksiasi

Tarkastelun jälkeen voit vielä palata muokkaamaan vastauksia, tai päättää kokeen.

EE v.25.0.0

Osa 2: Vastaa joko tehtävään 3 tai 4.
Osa 3: Vastaa joko tehtävään 5 tai 6.