

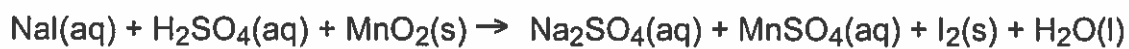
## KEMIAN SIVUT

## Ylioppilaskokeen kemian kysymykset, kevät 2005

1. Selitä lyhyesti, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä: a) alkuaine, b) isotooppi, c) ioni, d) elektrolyytti, e) liuos, f) liuotin.

Ratkaisu

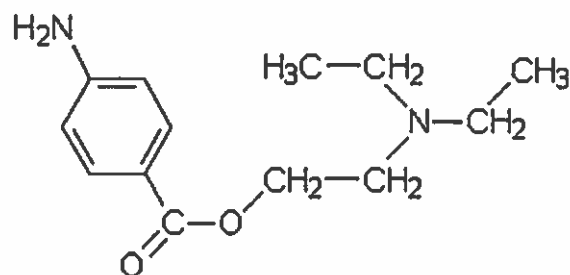
2. Jodia voidaan valmistaa rikkihappoliuoksessa seuraavan reaktion mukaisesti:



- a) Määritä reaktioyhtälön kertoimet.  
 b) Käytössä on 159 ml 0,50 M natriumjodidiliuosta ja 2,9 g mangaanidioksidia. Kuinka paljon jodia voidaan enintään saada?  
 c) Mikä aine toimii reaktiossa hapettimena ja mikä pelkistimenä?

Ratkaisu

3. Prokaiini on ensimmäinen synteettisesti valmistettu puudute. Mihin yhdistetyyppeihin prokaiini voidaan lukea? Käytä tarvittaessa etuliitteitä primaarinen, sekundaarinen, tertiaarinen



Mitkä kaksi tuotetta syntyvät, kun prokaiinia hydrolysoidaan happamassa vesiliuoksessa?

Ratkaisu

4.

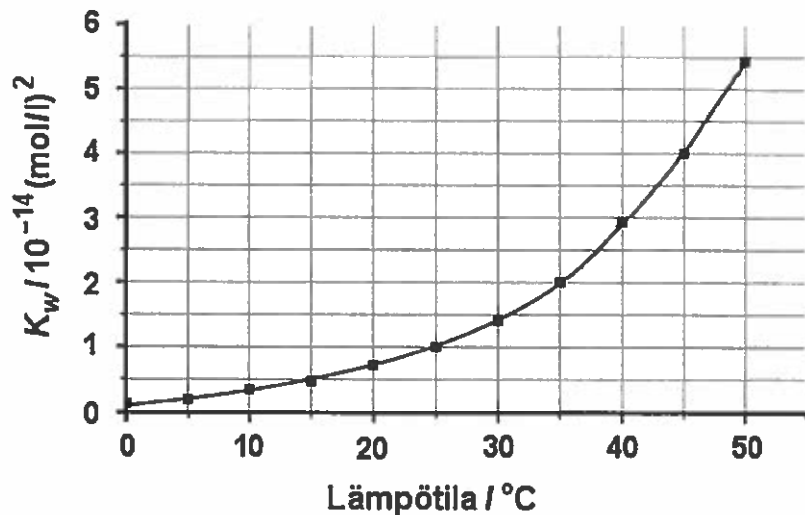
Yksiarvoista heikkoa happoa titrataan natriumhydroksidilla lämpötilassa 25 °C. Vastaa (oikein/väärin) väitteisiin, joiden mukaan titrauksen ekvivalenttikohdalla on voimassa:

- a) happoa ja emästä on lisätty liuokseen tarkalleen yhtä suuret ainemäärät,
  - b) liuos on sähköisesti neutraali,
  - c) liuoksen pH on sama kuin hapon  $pK_a$  ( $= -\lg K_a$ )
  - d) liuoksen pH = 7,0
  - e) liuos on puskuriliuos
  - f) liuoksessa natriumionin ja hydroksidi-ionin konsentraatiot ovat yhtä suuret.
- Perustele lyhyesti mahdolliset väittämät.

Ratkaisu

5. Oheisessa kuvassa on esitetty veden ionitulon arvo eri lämpötiloissa.

- a) Mitä tarkoitetaan veden ionitulolla?
- Määritä kuvion perusteella:
- b) puhtaan veden pH lämpötilassa 40 °C
- c) hydroksidi-ionin konsentraatio lämpötilassa 30 °C, kun liuoksen pH = 4,52



- d) onko veden autoprotolyysi endo- vai eksotermisen reaktio? Perustele vastauksesi.

Ratkaisu

6. Erään aromaattisen hiilivedyn todettiin sisältävän 92,2 massaprosenttia hiiltä. Yhdisteen moolimassan voitiin osoittaa olevan alle 110 g/mol.

- a) Mikä on yhdisteen molekyylikaava?
- b) Laadi yhdisteen rakennekaava.
- c) Nimeä yhdiste.

Ratkaisu

---

7. Laboratoriossa happea valmistetaan vetyperoksidista käyttäen mangaanidioksidia katalysaattorina. Laadi reaktioyhtälö ja selvitä piirroksen avulla, miten kehittyvä kaasu voidaan kerätä. Miten voidaan yksinkertaisella kokeella varmistua siitä, että näin saatu kaasu on happea? Mitä tietoja tarvitset, jotta saat selville kaasun massan?

Ratkaisu

---

- +8. Molekyylien väliset sidokset ja niiden merkitys aineen ominaisuuksiin

Ratkaisu

---

**KEMIAN SIVUT**  
Yo-sivujen alku



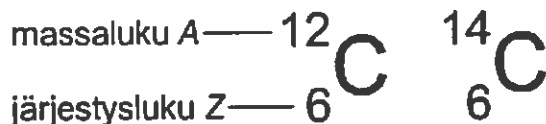
## KEMIAN SIVUT

## Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, kevät 2005

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | +8 | [kysymykset \(erilliseen selainikkunaan\)](#)

1. Tehtävän käsitteet on helppo tarkistaa oppikirjoista, mutta ohessa ehdotuksia vastaukseksi.

a) **Alkuaine** on täsmällisimmin määriteltävissä atomin rakenteen perusteella: alkuaineen kaikilla atomeilla on **sama järjestysluku Z** ts. niiden ytimessä on sama määrä protoneja. (Joskus alkuainetta on ollut tapana kuvata myös siten, että se on aine, jota ei kemiallisin keinoin pystytä jakamaan pienempiin osiin.)

**Esimerkki**

Kuvassa on kahden hiilen isotoopin C-12 ja C-14 merkintä, josta käy ilmi niiden ero.

Molemmilla isotoopeilla on ytimessään 6 protonia, mutta niiden massaluku on erilainen, koska ytimissä on eri määrä neutroneja. C-12 -isotoopilla on  $12 - 6 = 6$  neutronia, kun taas C-14-isotoopilla on  $14 - 6 = 8$  neutronia.

b) **Isotoopit ovat saman alkuaineen erimassaisia atomeja**. Useimmilla alkuaineilla on erilaisia isotooppeja. Luonnosta eristetyt alkuaineet ovat yleensä isotooppiensa seoksia.

c) **Ioni** on yhdestä tai useammasta atomista muodostunut hiukkanen, jolla on sähkövaraus. Sähkövaraus on negatiivinen, jos ioni on muodostuessaan saanut yhden tai useamman elektronin. Ionin varaus on positiivinen, mikäli ioni on syntyessään menettänyt elektroneja. Metallit muodostavat helposti positiivisia ioneja, koska niiden uloimmalla elektronikuorella on vähän elektroneja, jotka irtoavat helposti. Ioniin jää tällöin uloimmaksi elektronikuoreksi edellinen täysi (oktetti!) kuori. Epämetalleille tyypillisiä ovat puolestaan negatiiviset ionit, koska epämetallien uloimmalla kuorella on runsaasti elektroneja: täydestä miehityksestä (tai oktetista) puuttuu vain 1 – 3 elektronia. Ionin varaus määräytyy yhtä ionia kohti saatujen tai luovutettujen elektronien lukumäärän mukaan.

**Esimerkki**

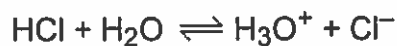
Natriumatomista tulee  $\text{Na}^+$ -ioni, kun atomin uloimmalta kuorelta irtoaa yksi elektroni. Kalsium atomista irtoaa helposti kaksi elektronia uloimmalta kuorelta, joten tuloksena on  $\text{Ca}^{2+}$ -ioni. Oksoniumioni  $\text{H}_3\text{O}^+$  on kompleksi-ioni, joka syntyy vesimolekyylin poimissa mukaansa yhden protonin  $\text{H}^+$ .

Kloridi-ioni  $\text{Cl}^-$  muodostuu klooriatomin saadessa uloimmalle kuorelleen yhden elektronin lisää entisten seitsemän lisäksi. Sulfaatti-ioni  $\text{SO}_4^{2-}$  on koostunut rikkiatomista ja neljästä happiatomista, mutta kooste potee kahden elektronin vajausta.

**d) Elektrolyytti on ioneista koostuva aine, joka johtaa sähköä joko sulatteena tai vesiliuoksena. Sähkönjohtavuus perustuu siihen, että sulatteessa ja liuoksessa ionit pääsevät liikkumaan melko vapaasti. Tyypillisiä elektrolyyttejä ovat suolat, sekä hapot ja emäkset. Happojen ja emästen vesiliuoksissa on ioneja protolyysireaktion seurauksena.**

#### **Esimerkki**

$\text{NaCl}$  on suola, joka koostuu  $\text{Na}^+$ - ja  $\text{Cl}^-$ -ioneista. Suolahappo eli  $\text{HCl}(\text{aq})$  on elektrolyytti, jonka vesiliuoksessa tapahtuu protolyysi:



**e) Liuos on homogeeninen seos (yleensä nestemäinen). Aidossa liuoksessa hiukkaset ovat niin pieniä, ettei niitä pysty näkemään edes mikroskoopilla, joten liuos (neste) näyttää läpikuultavalta ja kirkkaalta. Liuoksiksi sanotaan myös kolloidikokoisia hiukkasia sisältäviä nestemäisiä seoksia, jotka voivat näyttää paljaalle silmälle kirkkailta (kahvi) tai hieman valoa hajottavilta (saippuoliuokset).**

#### **Esimerkki**

$\text{NaCl}$  on kiteinen suola, joka liukenee melko suurina määrinä veteen. Tuloksena on kirkas neste, jossa on ioneja.  $\text{NaCl}$  on liuennut aine ja vesi liuotin. Sokeri on molekyylilyhdiste, joka liukenee myös hyvin veteen. Sokerin kidehila purkautuu molekyyleiksi vedessä. Sokerin vesiliuos sisältää siten sokeri- ja vesimolekyylejä. Sokeri on liuennut aine ja vesi liuotin.

Myös nesteet voivat liueta toisiinsa: vesi ja etanoli muodostavat liuoksia, joissa kumpi tahansa aineista voi olla liuotin. Liuotin on kulloinkin se aine, jota liuoksessa on

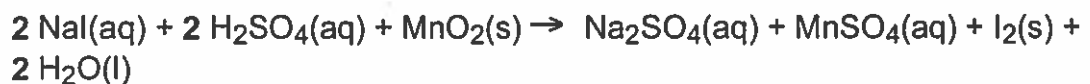
enemmän.

Kaasutkin muodostavat nesteiden kanssa liuoksia.

Hyvin suurimolekyyliset yhdisteet, kuten proteiinit, muodostavat useimmiten kolloidisia liuoksia.

**f) Liuotin** on aine, joka muodostaa edellisessä kohdassa mainittuja liuoksia siten, että on niissä **pääkomponenttina**. Ylivoimaisesti yleisin liuotin on vesi, joka liuottaa sekä suoloja että molekyyliyhdisteitä. Tavallisia orgaanisia liuottimia ovat dietyylieetteri  $\text{H}_3\text{CH}_2\text{-O-CH}_2\text{CH}_3$ , etanoli  $\text{H}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ja dikloorieteeni  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Myös bensiiniä nimitetään joskus liuottimeksi, vaikka se itse asiassa on jo itse liuos: se sisältää useita erilaisia  $\text{C}_8$ -sarjan hiilivetyjä ja joitakin aromaattisia hiilivetyjä.

2. a) Tasapainotettu reaktioyhtälö:



b) Lasketaan aluksi  $\text{NaI}$ :n ja  $\text{MnO}_2$ :n ainemäärät, jotta saadaan selville kumman aineen määrä rajoittaa tuotteen muodostumista.

$$n(\text{NaI}) = 0,50 \text{ M} \cdot 150 \text{ ml} = 75,0 \text{ mmol}$$

$$n(\text{MnO}_2) = 2,9 \text{ g} : 86,94 \text{ g/mol} = 0,033356 \text{ mol} = 33,356$$

mmol

$$\text{Reaktioyhtälön mukaan } n(\text{NaI}) = 2 \cdot n(\text{MnO}_2)$$

$$2 \cdot 33,356 \text{ mmol} = 66,712 \text{ mmol} < 75,0 \text{ mmol}$$

$$M(\text{NaI}) = 149,89 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{MnO}_2) = 86,84 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{I}_2) = 253,81 \text{ g/mol}$$

$$n = cV$$

$$n = m : M$$

Tuotteena syntyvän jodin määrä lasketaan siten mangaanidioksidin ainemäärän perusteella:

$$n(\text{I}_2) = n(\text{MnO}_2)$$

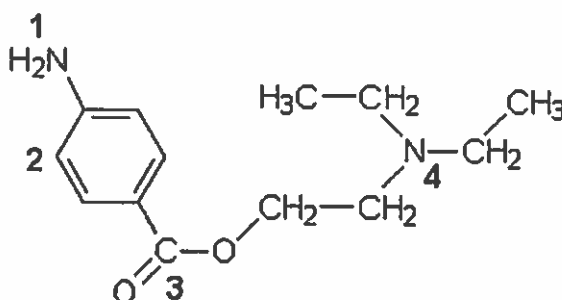
$$m(\text{I}_2) = 0,033356 \text{ mol} \cdot 253,81 \text{ g/mol} = 8,5 \text{ g}$$

c) Reaktiossa käytetään hapettavana reagenssina mangaanidioksidia  $\text{MnO}_2$ , johon hapetusasteella +4 sisältyvä mangaani-ioni toimii varsinaisena hapettimena pelkistyen +2:n arvoiseksi (vastaanottaa 2 elektronia/ ioni).  $\text{NaI}$ :n -1:n arvoinen jodidi-ioni toimii

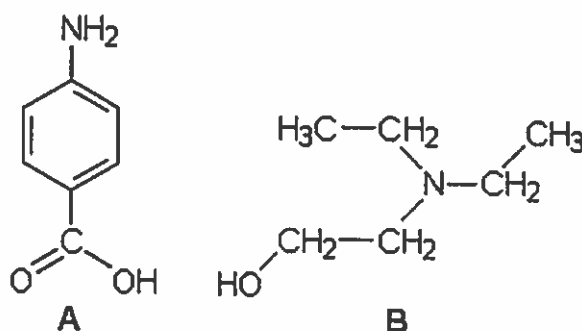
pelkistimenä (luovuttaa elektronin/ionin) jodidin hapettuessa alkuainejodiksi  $I_2$ , jonka hapetusaste on 0.

3. Yhdisteryhmät ovat:

- 1 primaarinen amiini
- 2 aromaattinen yhdiste
- 3 esteri
- 4 tertiaarinen amiini



Prokaiinia hydrolysoitaessa esteri purkautuu ja syntyvät tuotteet A ja B.



4. a) Oikein  
b) Oikein  
c) **Väärin**

Liuoksen pH on yli 7. Jos titrauksesta on tallennettu titrauskäyrä, käyrältä voidaan saada yksiarvoisen hapon  $pK_a$ -arvo pisteestä, jossa puolet haposta on neutraloitu, koska liuoksen  $pH = pK_a + \lg([\text{suola}]/[\text{happo}])$  ja tällöin konsentraatiot  $[\text{suola}]$  ja  $[\text{happo}]$  ovat yhtä suuret.

d) **Väärin**

Liuoksen pH on jonkin verran emäksisellä puolella, koska titrataan heikkoa happoa vahvalla emäksellä.

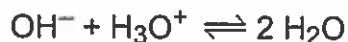
e) **Väärin.**

Liuos ei ole puskuriliuos, koska happo on neutraloitu (liuos on tällöin vain lievästi emäksinen suolaliuos). Ekvivalenttikohdassa pH-muutos on jyrkkä pienenkin emäs- ja happolisäyksen vaikutuksesta. Huom. titrauskäyrässä ekvivalenttikohdalla on hyppäys.

f) **Väärin**

Natrium- ja hydroksidi-ionin konsentraatiot poikkeavat toisistaan, koska hydroksidi-ionien valtaosa on reagoanut oksoniumionien kanssa tuottaen vettä, mutta liuokseen tulleet natriumionit ovat reagoimattomina tallella liuoksessa.

Neutraloituminen kuluttaa hydroksidi-ioneja:



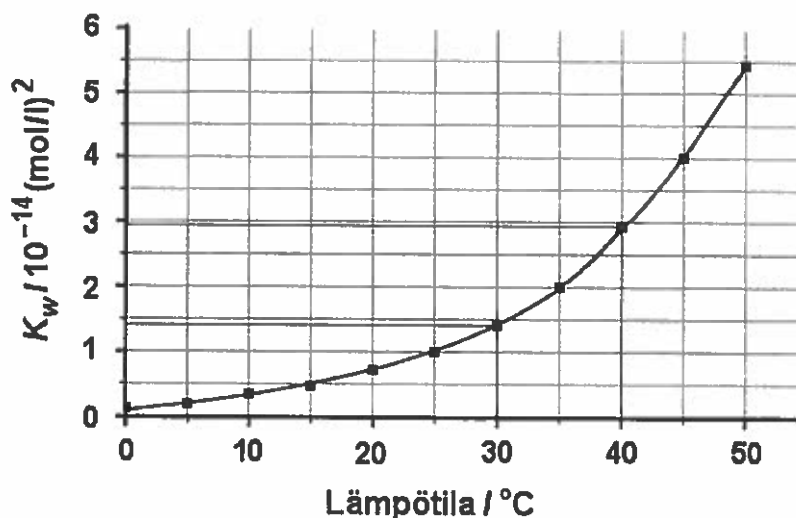
5. a) Puhtaassa vedessä tapahtuu molekyylien törmäysten seurauksena hyvin vähäisessä määrin vesimolekyylien hajoamista ioneiksi eli veden **autoprotolyysiä**



Hydroksidi- ja oksoniumionien konsentraatioiden tuloa

$K_w = [\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]$  nimitetään veden ionituloksi. Se voidaan tulkita edellä esitetyn reaktion tasapainovakion lausekkeeksi, josta hajoamatta jääneen veden konsentraatio on jätetty pois.

- b) 40 °C:ssa  $K_w = 2,9 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2$   
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = (2,9 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2)^{0,5} = 1,702 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$   
 $\log 1,702 \cdot 10^{-7} = -6,77$   
 pH = 6,8.



- c)  $\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w$   
 30 °C:ssa  $K_w = 1,45 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2$   
 $\text{p}K_w = -\log 1,45 \cdot 10^{-14} = 13,84$   
 $\text{pOH} = 13,84 - 4,52 = 9,32$   
 $c(\text{OH}^-) = 10^{-9,32} \text{ mol/l} = 4,79 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$  eli  $4,8 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$   
 Jos käyrältä luetaan arvoksi:  $K_w = 1,5 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2$ ,  $c(\text{OH}^-)$ :ksi saadaan  $5,0 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$

- d) Autoprotolyysi on endoterminen reaktio, koska lämpötilan kohotessa vesimolekyyliä hajoaa enemmän (ionitulon arvo kasvaa lämpötilan noustessa).



6. a) Oletetaan 100 g:n näyte ja lsketaan alkuaineiden ainemäärät.

	C	H
%	92,2	7,8
$m$ (g)	92,2	7,8
$M$ g/mol	12,01	1,01
$n$ (mol)	7,68	7,72
suhdeluku	1	1

Koska ainemäärien suhde:  $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1 : 1$ , yhdisteen suhdekaava on  $k(\text{CH})$ .

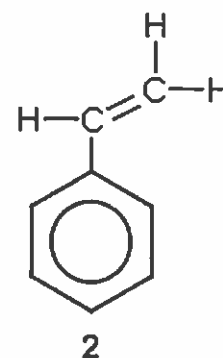
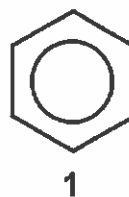
Mahdollisia ehdokkaita ovat

bentseeni:  $M(\text{C}_6\text{H}_6) = 78 \text{ g/mol} \ll 110 \text{ g/mol}$

styreeni:  $M(\text{C}_8\text{H}_8) = 104 \text{ g/mol} < 110 \text{ g/mol}$

Näistä styreenin moolimassa on lähempänä annettua moolimassaa 110 g/mol, mutta betseeniäkään ei voida sulkea pois.

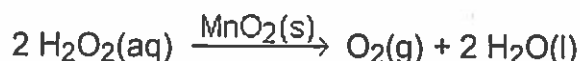
b) ja c) Nimet ja rakennekaavat, bentseeni (1) ja styreeni (2)



Styreenin muita vastauksessa hyväksyttäviä nimiä: vinylibentseeni, etenyylibentseeni, fenyylieteeni.

 YLE, Klaffi, Professori Saarisen vastaus (1:06 min)

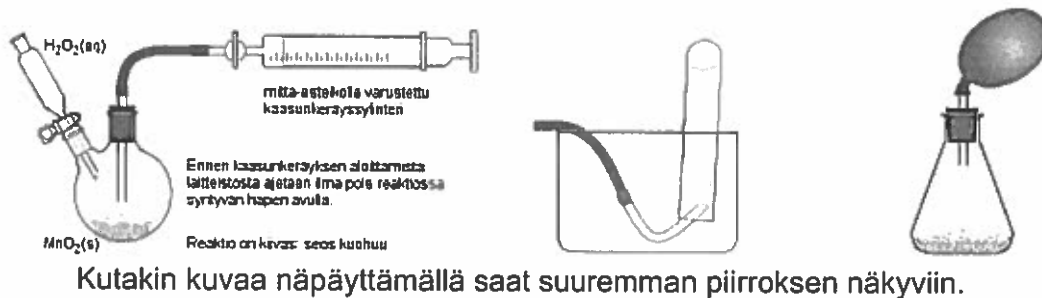
7. Reaktioyhtälö



Vetyperoksidi hajoaa reaktiossa hapeksi ja vedeksi. Kaasu voidaan johtaa reaktioastiasta esim. letkua pitkin kaasunmittausylinteriin tai vesimaljaan alassuin asetettuun koeputkeen (tai mitta-asteikolla varustettuun lasisylinteriin tai pulloon) tai tyhjään ilmapallon kuoreen. Ilmapallon kuorta käytettäessä kaasun tilavuuden mittaus voi olla hankalaa, mutta kaasunmittausylinteriin on kyllä mahdollista ottaa näyte pallost.

Muitakin ratkaisuja hyväksyttiin.

Kaasun keräysastiaksi vältetään yleensä käyttämästä tasapohjaista lasiastiaa, mutta vastauksessa tasapohjainen pullo kuitenkin hyväksyttiin.



Kaasu voidaan todeta hapeksi viemällä hehkuva puutikku keräysastian suulle. Koskaastian suulla hapen määrä on suurempi kuin huoneilmassa, tikku leimahtaa liekkiin.

Kaasun massan selvittämiseksi kerätään määrättilavuus kaasua.

$$m(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol} \cdot V : V_m$$

Mikäli kaasun tilavuus halutaan määrittää tarkasti, on otettava huomioon huoneen lämpötila ja vallitseva ilmanpaine. Tällöin laskelmissa turvaudutaan ideaalikaasun tilanyhtälöön  $pV = nRT$ .

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mittattu tilavuus } V$$

$$\text{Ideaalikaasun moolitilavuus } V_m$$

$$n = V : V_m$$

$$m = nM$$

### Työturvallisuus

Liekkiä käsiteltäessä on varottava sytyttämästä muuta kuin testitikku. Riski riippuu tietysti hapen määrästä. Työ on paras tehdä vetokaapissa. Silmät on syytä suojata. Vetyperoksidi (jos käytetään väkeviä liuoksia) on syövyttävää. Myös kädet siis suojataan.

### +8. Sitaatti MAOL ry:n pistesuosituksesta kemian reaalikokeen tehtäviin keväällä 2005:

Selitetty dispersiivoimien ja dipoli-dipolisidoksen muodostuminen sekä erikoistapauksena vetysidos.	2 – 3 p
Selitetty esimerkein sidoksen vaikutus sulamis- ja kiehumispisteeseen sekä liukoisuuteen.	3 – 4 p
Tarkasteltu muita ominaisuuksia sidosten kannalta, esimerkiksi vetysidoksen merkitys veden ja biokemiallisten yhdisteiden ominaisuuksissa.	2 – 3 p
yhteensä	9 p

*Korkeammat pistemäärät edellyttävät kemiallisesti kypsää, hyvin jäsenneltyä*

*aiheen käsittelyä ja riittävän monipuolisten esimerkkien käyttämistä.*

Vertaa [yo96k.html](#) tehtävä 1.

---

**KEMIAN SIVUT**  
Yo-sivujen alku

