

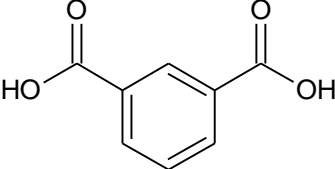
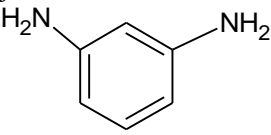
MAOL:n pistesuositus kemian reaalikokeen tehtäviin keväällä 2012.

- Tehtävän eri osat arvostellaan 1/3 pisteen tarkkuudella ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi. Tehtävän sisällä pieniä puutteita voi korvata jonkin muun kohdan tavallista syvällisemmällä käsittelyllä.
- Kemian kannalta epätasällisesta kielenkäytöstä, huolimattomasti piirretyistä orgaanisten yhdisteiden rakennekaavoista tai huolimattomasta kaavojen kirjoittamisesta sekä virheellisistä nimistä vähennetään 0 – 1 p.
- Pieni laskuvirhe tai likiarvojen huolimaton käyttö aiheuttaa 1/3 – 1 pisteen vähennyksen. Tuloksen tarkkuus määräytyy epätarkimman lähtöarvon mukaan.
- Välituloksissa tulee olla riittävä määrä numeroita näkyvissä.
- Selventävien kuvien ja kaavioiden käyttö on suositeltavaa. Sanallisissa vastauksissa tulee käyttää myös kemiallisia kaavoja. Yleensä vastaukset tulee perustella.
- Jos vastauksena pyydetään reaktioyhtälöä, sen tulee olla esitettyä ilman hapetuslukuja pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta ei vaadita olomuotoja.

1.	Se	
a)	- jos vastaus: ei mikään, 1/3 p.	1 p
b)	P	1 p
c)	Rn	1 p
d)	Ba - jos vastaus Be, 1/3p - jos vastaus Ba ja Be, 1p.	1 p
e)	P tai Se	1 p
f)	Cl	1 p
	-jos sekä oikea että väärä vastaus, 0 p	
	Yhteensä	6 p

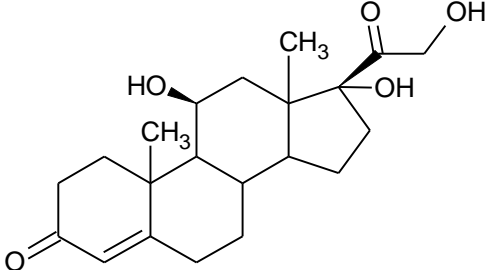
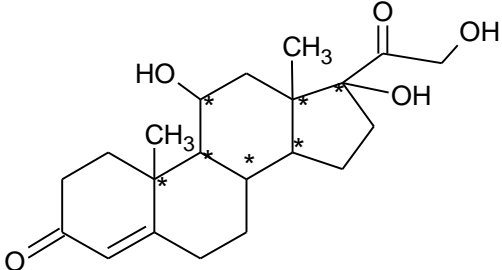
2.		
a)	$2 \text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ -olomuodot puuttuvat tai väärin, - 1/3 p. - jos kaikki kaavat oikein, 1p. - jos kertoimet oikein, 1p.	2 p
b)	$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{2,3 \cdot 10^9 \text{ g}}{80,052 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,87 \cdot 10^7 \text{ mol}$ reaktioyhtälöstä: $n(\text{kaasut}) = \frac{7}{2} n(\text{NH}_4\text{NO}_3)$ $V(\text{kaasut}) = n \cdot V_m = \frac{7}{2} \cdot 2,87 \cdot 10^7 \text{ mol} \cdot 22,41 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 2,25 \cdot 10^9 \text{ l} \approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ - jos vesi jätetty pois kaasumaisista reaktiotuotteista, 1p. - Hyväksytään myös jos kaasujen tilavuudet annettu erikseen.	1 p 1 p 1p
c)	Selitetty, että ammoniumnitraatin hajoaminen on eksoterminen reaktio. Reaktiossa vapautuu nopeasti suuri määrä kaasuja, joka aiheuttaa räjähdysten. - jos eksotermisyys puuttuu, -1/3p. - jos paineaalto puuttuu, -1/3p.	1 p
	Yhteensä	6 p

3.a)	Emäksinen liuos, $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	1 p
b)	Emäksinen liuos, $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	1 p
c)	Emäksinen liuos, $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	1 p
d)	Emäksinen liuos, $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	1 p
e)	Hapan liuos, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{NO}_3^-(\text{aq})$ Vedessä Al^{3+} hydratoituu $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}(\text{aq})$ ja hydratoitunut ioni toimii haponä: $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$	1 p
f)	Hapan liuos, $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ - Hyväksytään myös, jos selitetty liuoksen olevan lähes neutraali, koska hapon konsentraatio on pieni.	1 p
	- jos päätelmä oikein, mutta reaktioyhtälö puuttuu, 2/3p	Yhteensä 6 p

4.	Kondensaatioreaktiossa molekyylien liittyessä toisiinsa vapautuu jokin pienimolekyylinen yhdiste. Jos reaktioon osallistuvissa molekyylyissä on vähintään kaksi kondensoivaa ryhmää, voi reaktiotuotteena olla polymeeriyhdiste.	2 p
b)	Nomex® muodostuu dikarboksyylihaposta  1,3- bentsenidikarboksyylihappo (3-karboksyylibentsoehappo) 1,3-bentsenidihappo, 2/3p ja diamiinista  1,3-diaminobentseeni (3-aminoaniliini) -kaava, 1 p -nimi, 1p	4 p

5.	<p>a) Maito on emulsio, jossa on pieniä rasvapalloja ja suurimolekyylisiä valkuaisaineita. Kolloidihukkaset aiheuttavat valon sironnan, joten valo ei kulje maidon läpi suoraviivaisesti.</p> <p>b) Kanamuna sisältää erilaisia proteiineja, joiden tertiäärirakenne muuttuu kuumennettaessa (denaturoituuminen), ja valkuainen muuttuu kiinteäksi.</p> <p>c) Ihmisen elimistössä on useita tärkeistä pilkkovia entsyymejä, mutta ei selluloosan hajottamiseen tarvittavia entsyymejä.</p> <p>d) Vetyperoksidin hajoamistuotteet ovat happi ja vesi. Veren entsyymit katalysoivat vetyperoksidin hajoamisen, ja vapautuva happi hapettaa mikro-organismeja (tappaa bakteereita).</p> <p>e) Titaanidioksidia käytetään aurinkosuojatuotteissa, koska se heijastaa ja sirottaa UV-säteilyä ja suojaa näin ihoa auringon haittavaikutuksilta, kuten ihosyöville. - jos vain mainittu että titaanidioksidi suojaa UV-valolta, 2/3p - jos heijastumisen ja sironnan sijasta puhutaan absorptiosta, - 1/3p.</p>	
-----------	---	--

	f) Maitohappoa muodostuu lihaksiin etenkin anaerobisen lihastyön seurauksena . Anaerobinen lihastyö tuottaa maitohappoa, joka muuttuu nopeasti lihaksissa laktaatiksi. Laktaatti estää sydäntä ja keuhkoja työskentelemästä yli maksimikapasiteettinsa. Laktaatin muodostuminen rasituksen aikana aiheuttaa väsymystä ja mahdollisia lihaskipuja.	1x6p
	Yhteensä	6 p

6. a)	 <p>Kortisolin rakenteessa esiintyy kaksi karbonyyli(C=O)-ryhmää/ketoniryhmä, yksi kaksoissidos(>C=C<) ja kolme hydroksyyliiryhmää, 3x1/3p</p>	1 p
b)	<p>Kiraalisten hiilien lukumäärä on seitsemän (merkitty kuvaan tähdillä).</p>  <p>- löydetty kuusi kiraalista keskusta 2p - löydetty kolme kiraalista keskusta, 1p - väärästä, -1/3p</p>	2 p
c)	<p>Esitetty kolme yhdistetyypiltään erilaista reaktiotuotteen rakennekaavaa, 3 x 1 p</p> <ul style="list-style-type: none"> - kortisolin sekundaarinen hydroksyyliiryhmä hapettuu ketoniksi ja primäärinen hydroksyyliiryhmä aldehydiksi/karboksyylihapoksi - kortisolin karbonyyliiryhmät pelkistyvät alkoholiryhmiksi - kortisoli voi esteröityä kaikista kolmesta molekyylin hydroksyyliiryhmästä karboksyylihappojen kanssa - kortisolin hiiliatomien välinen kaksoissidos aukenee esimerkiksi vedyn, halogeenin tai halogeenihiilivedyn vaikutuksesta ja sidoksen hiiliatomeihin liittyvät kyseiset atomit additioreaktiolla. 	3 p

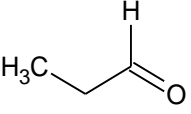
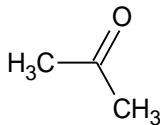
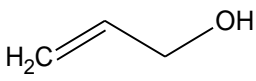
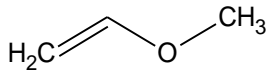

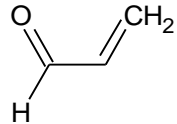
7. a)	Galvaanisen kennon muodostaa kaksi tavallisesti nestekosketuksessa olevaa elektrodiä, joissa tapahtuu spontaani hapettumis-pelkistysreaktio elektronien siirtyessä ulkoisen johtimen kautta elektrodilta toiselle. Kennon avulla voidaan kemiallista energiaa muuttaa sähköenergiaksi.	1 p
b)	Lähdejännite on galvaanisen kennon muodostavien elektrodien välinen potentiaaliero (jännite).	1 p
c)	Mangaani hapettuu, hapetusluku kasvaa $0 \rightarrow +II$ Kloori pelkistyy, hapetusluku pienenee $0 \rightarrow -I$ - jos toinen vastaus oikein, 2/3 p.	1 p
d)	Anodireaktio (-): $Mn(s) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 2e^{-}$ Katodireaktio (+): $Cl_2(g) + 2e^{-} \rightarrow 2 Cl^{-}(aq)$	1 p

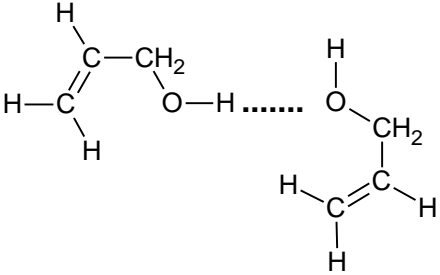
	- olomuotoja ja anodi/katodi –sanoja ei vaadita. - jos vain toinen reaktio oikein, 2/3p. - jos elektrodien merkit puuttuvat tai ovat väärin, 0 p.	
e)	Taulukkokirjasta saadaan reaktiolle $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$, $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1,36\text{ V}$ $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$, $E^\circ(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}) = x$ $E^\circ(\text{kenno}) = E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) - E^\circ(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}) = +1,36\text{ V} - x = 2,54\text{ V}$ eli $x = -1,18\text{ V}$ - jos vastaus +1,18 V, 1 p.	2 p
	Yhteensä	6 p

8.	<ul style="list-style-type: none"> • Sininen liuos on kuparisulfaattia. (Voidaan tunnistaa myös liekkikokeessa sinivihreästä väristä.) • Natriumkarbonaatista vapautuu hiilidioksidikaasua, kun siihen lisätään suolahappoliuosta. Tämä näkyy seoksen kuohumisena. Natriumkarbonaatti voidaan tunnistaa myös yleisindikaattorilla: emäksinen liuos, sininen väri. • Lisättäessä natriumhydroksidia siitä vapautuu ammoniakkaa, joka voidaan tunnistaa pistävästä hajusta. Ammoniumkloridi on hapan ja muuttaa yleisindikaattoriliuoksen punaiseksi. • Hopeanitraattiliuoksesta saostuu hopeakloridia lisättäessä suolahappoliuosta. • Strontiumsua tunnistetaan liekkikokeella (punainen väri). • Natriumkloridi tunnistetaan liekkikokeella (keltainen väri). Se on myös aine, joka jää jäljelle, kun kaikki edelliset on tunnistettu. <p>- Kullekin yhdisteelle riittää yksi perusteltu tunnistusmenetelmä. Myös annettujen näytteiden keskinäistä reaktioita voidaan käyttää.</p> <p>- Kuparin pelkistäminen krominikkelilangalla, 0p</p>	6x1p
	yhteensä	6 p

9.		
a)	$K_s(\text{CH}_3\text{COOAg}) = [\text{Ag}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2,0 \cdot 10^{-3} (\text{mol/l})^2$ Kylläisessä liuoksessa $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{Ag}^+] = \sqrt{2 \cdot 10^{-3} (\text{mol/l})^2} = 0,044721 \text{ mol/l}$ Liukoisuus = $n \cdot M = 0,044721 \text{ mol/l} \cdot 166,914 \text{ g/mol} = 7,4646 \text{ g/l} \approx \mathbf{7,5 \text{ g/l}}$	1 p
b)	Hopea-asetatti liukenee veteen ioneina Ag^+ ja CH_3COO^- , vesiliuoksessa muodostuu tällöin OH^- -ioneja: $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ Happamassa liuoksessa hydroksidi –ionit neutraloituvat ja reaktion tasapaino siirtyy oikealle , eli hopea-asetatin liukoisuus kasvaa. (Le Châtelier)	1 p 1 p
c)	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ Ainemäärät liuoksessa: $n(\text{HAc}) = 5,0 \text{ mmol}$; $n(\text{NaOH}) = 3,0 \text{ mmol}$ Neutraloitumisen jälkeen $n(\text{Ac}^-) = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ Kun $V = 65 \text{ ml}$ $[\text{Ac}^-] = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,065 \text{ l} = 4,615 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ Liukoisuustulon yhtälöstä: $K_s = [\text{Ag}^+][\text{Ac}^-]$ $[\text{Ag}^+] \cdot 4,615 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ $[\text{Ag}^+] = 0,04333 \text{ mol/l}$ $n(\text{AgNO}_3) = V \cdot c = 65 \text{ ml} \cdot 4,333 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} = 2,816 \text{ mmol}$ $m(\text{AgNO}_3) = 2,816 \text{ mmol} \cdot 169,88 \text{ g/mol} = 478 \text{ mg} \approx \mathbf{480 \text{ mg}}$	1 p 1 p 1 p
	Yhteensä	6 p

<p>10. a)</p>	<p>45 % hapettuu $(\text{CH}_2\text{O})_n(\text{aq}) + n \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow n \text{CO}_2(\text{g}) + n \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 10 % käymisreaktiolla $2 (\text{CH}_2\text{O})_n(\text{aq}) \rightarrow n \text{CO}_2(\text{g}) + n \text{CH}_4(\text{g})$ Molemmissa reaktioissa 1 moolista $(\text{CH}_2\text{O})_n$ muodostuu n moolia kaasuja.</p> $n(\text{kaasut}) = \frac{pV}{RT} = \frac{100\text{kPa} \times 16,0\text{m}^3}{8,31451 \frac{\text{Pam}^3}{\text{Kmol}} \times 298,15\text{K}} = 645,43\text{mol}$ <p>$m_{\text{kok}} = x$ $m_1 = 0,45x, m_2 = 0,10x$ $n(\text{kaasut}) = n_1(\text{CO}_2) + n_2(\text{CO}_2) + n_2(\text{CH}_4)$ $n(\text{kaasut}) = n_1(\text{CH}_2\text{O})_n + n_2(\text{CH}_2\text{O})_n$ $n(\text{kaasut}) = \frac{0,45x}{M(\text{CH}_2\text{O})} + \frac{0,10x}{M(\text{CH}_2\text{O})} \text{mol}$ $645,43\text{mol} = \frac{0,45x + 0,10x}{30,026} \text{mol}$ $x = 35236\text{g}$ Veteen jää 45 % eli $0,45 \cdot 35236\text{g} = 15856\text{g} \approx 16 \text{ kg (15,9 kg)}$</p>	<p>1 p 1 p 1 p</p>
<p>b)</p>	<p>$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ Metaanin palamislämpö (25 °C) $\Delta H = [(-393,5 - 2 \cdot 285,8) + 74,9] \text{kJ/mol} = -890,2 \text{ kJ/mol}$ Käymisreaktion mukaan reagoivan hiilihydraatin massa on 10 % kokonaismassasta eli</p> $n(\text{CH}_3) = \frac{1}{2} n_2[(\text{CH}_2\text{O})_n] = \frac{0,10 \cdot 35236\text{g}}{2 \cdot 30,026 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 58,675\text{mol}$ <p>$\Delta H = 58,675\text{mol} \cdot (-890,2 \text{ kJ/mol}) = 52233\text{kJ} \approx 52000\text{kJ}$</p>	<p>1 p 1 p</p>
<p>c)</p>	<p>Jäteveten jää 15856 g hiilihydraatteja. Jätevettä puhdistetaan vuorokaudessa $\frac{15856\text{g}}{0,250 \frac{\text{g}}{\text{l}}} = 63424\text{l} \gg 63 \text{ m}^3$</p> <p>- jos vain periaate oikein, 2/3p.</p>	<p>1 p</p>
<p>Yhteensä</p>		<p>6 p</p>

<p>11. a)</p>	<p>Kyseisen yhdisteen mahdollisia molekyylikaavoja ovat $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$, ja mahdollisia rakennekaavoja on useita, esimerkiksi:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p>- jokaisesta oikeasta rakenteesta 1/3p; 6·1/3p.</p>	<p>2 p</p>
<p>b)</p>	<p>Yhdisteen kiehumispisteeseen vaikuttaa poolisuus, molekyylin muoto ja molekyylin massa. Korkeimmat kiehumispisteet ovat alkoholeilla, koska ne muodostavat vetysidoksia molekyylien välille. Mahdollisista yhdisteistä korkein kiehumispiste on 2-propenolilla.</p>	<p>2 p</p>

c)	<p>Kaikki alkoholimolekyylit voivat dimeroitua. Esimerkiksi 2-propenolin dimeerin rakenne on:</p> 	
d)	<p>Esitetty spektroskopian periaate ja mainittu eri menetelmiä.</p> <p>IR- infrapunaspektroskopiassa näytteeseen kohdistetaan infrapuna(IR)säteilyä. Näyte absorboi osan säteilystä ja läpäisevät säteet kerätään ilmaisimelle. Spektrissä esitetään absorboituneen säteilyn intensiteetti aaltoluvun funktiona. Näyte tunnistetaan absorptiopiikkien muodon ja intensiteetin perusteella. Esimerkiksi funktionaaliset ryhmät, kuten hydroksyyli-ryhmä, karbonyyli-ryhmä, amiini-ryhmä jne voidaan tunnistaa erilaisina absorptiopiikkeinä eri kohdissa spektriä.</p> <p>TAI</p> <p>NMR eli ydinmagneettinen resonanssispektroskopia perustuu siihen, että magneettisten atomiydinten käyttäytyminen magneetikentässä riippuu ydinten kemiallisesta ympäristöstä ja nämä riippuvuudet näkyvät ydinmagneettisen resonanssisignaalin spektrissä. NMR-spektroskopia on tärkein ja tietoa antavin orgaanisen kemian analyysimenetelmä. NMR-menetelmässä saadaan spektri, josta saadaan selville hiiliatomien lukumäärä yhdisteen molekyyliessä ja kuinka monta vetyatomia kuhunkin hiiliatomiin on liittynyt. Yleisimmät ytimet joita tutkitaan ovat ¹H ja ¹³C.</p>	<p>1 p</p> <p>3 p</p>

12. a)	<p>$p_i V = n_i RT$ ja $n_i/V = c_i \rightarrow p_i = \frac{n_i RT}{V} = c_i RT$</p> <p>Reaktiolle $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ saadaan tasapainovakio</p> $K_p = \frac{p(NH_3)^2}{p(H_2)^3 p(N_2)} = \frac{[NH_3]^2 (RT)^2}{[H_2]^3 (RT)^3 [N_2] RT} = K(RT)^{-2}$	<p>1p</p> <p>2p</p>
b)	<p>Reaktion reaktiolämpö on taulukkokirjan mukaan $\Delta H^\circ = 2 \cdot (-46,2) \text{ kJ} = -92,0 \text{ kJ}$ eli reaktio on eksoterminen.</p> <p>Lämpötilan alentaminen siirtää tasapainotilaa Le Chatelierin periaatteen mukaisesti lämpöä vapauttavaan (eksotermiseen) suuntaan eli tuotteiden puolelle.</p> <p>-Reaktiolämmön merkin voi perustella myös sanallisesti ammoniakin muodostumislämmön avulla tai laskemalla sidosenergioilla (-76 kJ).</p>	<p>1p</p> <p>1p</p>
c)	<p>Jokaisen kaasun osapaine ennen reaktiota on</p> $p_i = \frac{n_i RT}{V} = \frac{0,150 \text{ mol} \cdot 8,31451 \frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 473 \text{ K}}{1,00 \text{ l}} = 589,9 \text{ kPa} = 0,5899 \text{ MPa}$ <p>Koska kokonaispaine ennen reaktiota $p = 3p_i = 1,77 \text{ MPa} >$ tasapainotilan paine (1,70 MPa), reaktio on edennyt pienemmän paineen suuntaan eli oikealle.</p> $N_2(g) + 3 H_2(g) \leftrightarrow 2 NH_3(g)$ <p>alussa (MPa) 0,590 0,590 0,590</p> <p>tasapainossa (MPa) 0,590 - x 0,590 - 3x 0,590 + 2x</p> <p>Paineen kokonaismuutos on $2x \rightarrow$</p> <p>kokonaispaine tasapainotilassa $1,70 \text{ MPa} = 1,77 \text{ MPa} - 2x$, josta $x = 0,035 \text{ MPa}$</p>	<p>1p</p> <p>1p</p> <p>1p</p>

Kaasujen osapaineet:

$$p(\text{N}_2) = 0,590 \text{ MPa} - 0,035 \text{ MPa} = 0,555 \text{ MPa}$$

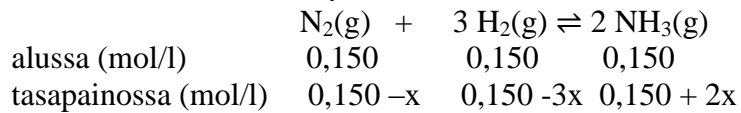
$$p(\text{H}_2) = 0,590 \text{ MPa} - 3 \cdot 0,035 \text{ MPa} = 0,485 \text{ MPa}$$

$$p(\text{NH}_3) = 0,590 \text{ MPa} + 2 \cdot 0,035 \text{ MPa} = 0,660 \text{ MPa}$$

$$K = \frac{p(\text{NH}_3)^2}{p(\text{H}_2)^3 p(\text{N}_2)} = \frac{(0,660 \text{ MPa})^2}{(0,485 \text{ MPa})^3 \cdot 0,555 \text{ MPa}} = \mathbf{6,88 \text{ (MPa)}^{-2}}$$

1p

Tehtävän voi ratkaista myös konsentraatioiden avulla:



$$x = \frac{35 \text{ kPa}}{8,31451 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 473 \text{ K}} = 8,90 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$[\text{H}_2] = 0,1233 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$[\text{N}_2] = 0,1411 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$[\text{NH}_3] = 0,1678 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$K_p = K(RT)^{-2} = \frac{(0,1678 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2}{(0,1233 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^3 \cdot 0,1411 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} \cdot (8,31451 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 473 \text{ K})^{-2} = \mathbf{6,88 \text{ (MPa)}^{-2}}$$

(Pyöristämättömillä välituloksilla $6,86 \text{ (MPa)}^{-2}$)

9p

yhteensä