

KE5 – Reaktiot ja tasapaino

YO-tehtäviä

5. Reaktiot ja tasapaino (KE5)

TAVOITTEET

Kurssin tavoitteena on, että opiskelija

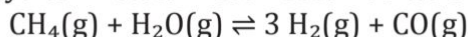
- ymmärtää reaktion tasapainotilan muodostumisen ja niihin liittyviä laskennallisia tasapainosovelluksia
- ymmärtää tasapainon merkityksen ja tutustuu tasapainoon teollisuuden prosesseissa ja luonnon ilmiöissä
- osaa tutkia kokeellisesti ja malleja käyttäen kemialliseen tasapainoon liittyviä ilmiöitä.

KESKEISET SISÄLLÖT

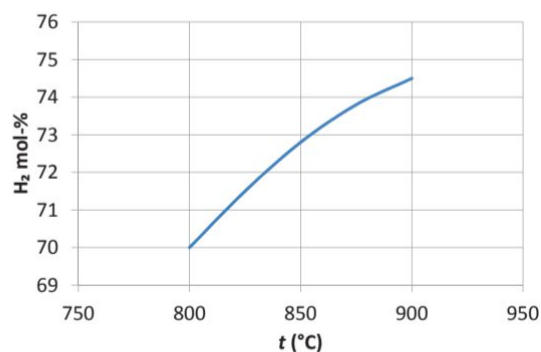
- reaktiotasapaino
- happo-emästasapaino, vahvat ja heikot protolyytit, puskuriliuokset ja niiden merkitys
- liukoisuus ja liukoisuustasapaino
- tasapainoon liittyvät graafiset esitykset

6/S2016

6. Vetyä valmistettiin teollisesti käsittelemällä metaania vesihöyryllä:



- a) Kun reaktio oli saavuttanut tasapainon, suljetun reaktioastian tilavuutta kasvatettiin. Miten tämä muutos vaikutti reaktion tasapainoasemaan ja tasapainovakion arvoon? Perustele. (2 p.)
- b) Reaktion tasapainoasemaa tutkittiin eri lämpötiloissa, ja muut olosuhteet pidettiin samoina. Vedyn osuus kaasuseoksessa vaihteli kuvan mukaisesti. Onko reaktio endo- vai eksoterminen? Perustele. (1 p.)
- c) Tietyissä lämpötilassa reaktion tasapainovakion arvo $K = 5,9 \text{ (mol/l)}^2$. Tutkittavassa seoksessa oli 2,0 litran astiassa 0,016 moolia metaania, 0,016 moolia vettä, 0,30 moolia vetyä ja 0,30 moolia hiilimonoksidia kyseisessä lämpötilassa. Osoita laskennallisesti, että reaktio ei ollut tasapainossa. Oliko etenevä reaktio tuolloin nopeampi kuin palautuva reaktio? (3 p.)



10/S2016

10. Veri sisältää useita puskureita, joista merkittävin on hiilihapo/vetykarbonaatti-ionipuskuri. Normaali veri sisältää $0,0012 \text{ mol/l H}_2\text{CO}_3$ ja $0,024 \text{ mol/l HCO}_3^-$. Lämpötilassa 37°C hiilihapon happovakio veressä on $8,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$.
- Laske veren pH-arvo lämpötilassa 37°C , kun muita veren puskureita sekä hiilihapon ja vetykarbonaatti-ionin muita reaktioita ei oteta huomioon. (2 p.)
 - Aineenvaihdunnan reaktiot eivät tapahdu normaalisti, jos veren pH-arvo laskee alle 7,35. Tilaa kutsutaan asidoosiksi. Kuinka monta moolia yksiarvoista vahvaa happoa vereen voitaisiin lisätä, ennen kuin veren pH laskee alle arvon 7,35? Oletetaan, että aikuisen ihmisen veren tilavuus on 5,0 litraa ja liuostilavuus ei muutu happolisäyksestä. (4 p.)

+12/S2016

- +12. Liuoksessa olevan ionin pitoisuus voidaan määrittää gravimetrisesti saostamalla se niukka-liukoisena suolana. Saostaminen pyritään suorittamaan mahdollisimman täydellisesti, samalla kun muut liuoksessa olevat ionit jäävät edelleen liuokseen saostavaa reagenssia lisätessä.
- Tutkittava liuos, jonka tilavuus on 1,0 l, sisältää 5,0 mmol hopeanitraattia ja 3,5 mmol kadmiumnitraattia. Liuokseen lisätään pienissä erissä väkevää natriumkarbonaattiliuosta. Liuostilavuuden voidaan olettaa pysyvän vakiona.
- $K_s(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 8,1 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3$ ja $K_s(\text{CdCO}_3) = 5,2 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^2$.
- Kumpi tutkittavan liuoksen metalli-ioneista saostuu ensin karbonaattisuolana? Perustele vastauksesi. (3 p.)
 - Voidaanko nämä metalli-ionit erottaa kvantitatiivisesti toisistaan karbonaattisaostuksella? Kvantitatiivinen saostaminen tarkoittaa, että ensin saostuneista metalli-ioneista 99,9 % on saostunut ennen kuin toisen metallin metalli-ionit alkavat saostua. Perustele vastauksesi. (4 p.)
 - Mikä on karbonaatti-ionin konsentraatio liuoksessa, kun kummastakin metalli-ionista on saostunut vähintään 99,9 %? (2 p.)

7/K2016

7. Etaanihapon ja 1-butanolin välisen esteröitymisreaktion tasapainovakion arvo määritettiin seuraavan koejärjestelyn avulla:
- Kolviin mitattiin etaanihappoa ja 1-butanolia. Kolviin lisättiin kiinteää happokatalyyttiä, joka ei liukene veteen merkittävästi. Seosta keitettiin pystyjäähdyttimen alla kaksi tuntia. Seos jäähdytettiin ja siitä suodatettiin pois kiinteä happokatalyytti. Suodos titrattiin NaOH-liuoksella. Esteröitymisreaktion tasapainovakioksi saatiin 2,89.
- Kirjoita esteröitymisen reaktioyhtälö. (1 p.)
 - Mitä yhdisteitä suodos sisälsi ennen titrausta? (1 p.)
 - Miksi seosta keitetään? (1 p.)
 - Miksi kiinteä happokatalyytti suodatettiin seoksesta ennen titrausta? (1 p.)
 - Miten varmistaisit kokeellisesti, että esteröitymisreaktion tasapainotila on saavutettu? (2 p.)

8/K2016

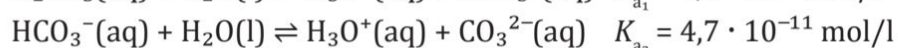
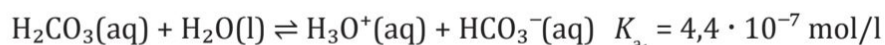
8. Kodeiini on muun muassa yskänlääkkeissä käytetty lääkeaine. Rakenteeltaan se on yksiarvoinen emäs, jonka molekyylikaava vesiliuoksessa on $C_{18}H_{21}NO_3$.

$$K_b(\text{kodeiini}) = 1,62 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l.}$$

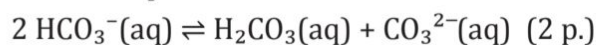
- a) Kuinka monta milligrammaa kodeiinia on liuotettu 20,0 millilitraan vettä, kun liuoksen pH-arvoksi mitattiin 9,67 lämpötilassa 25 °C? (5 p.)
- b) Kuinka monta prosenttia kodeiinista on dissosioitunut (protolysoitunut) tässä liuoksessa? (1 p.)

10/K2016

10. Kun hiilidioksidia kuplitetaan veteen, hiilidioksidista muodostuu hiilihappoa. Heikkona happona se protolysoituu osittain vetykarbonaatiksi ja edelleen osittain karbonaatiksi. Lämpötilassa 25 °C muodostuu tasapainotila alla olevien reaktioiden mukaisesti:



- a) Laske tasapainovakio reaktiolle:



- b) Laske ionien konsentraatiot $NaHCO_3$ -liuoksessa, jonka konsentraatio on 0,500 mol/l. (4 p.)

3/S2015

Selitä lyhyesti, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä, ja anna jokaisesta esimerkki:

- a) neutraali vesiliuos (1 p.)
- b) amfolyytti (1 p.)
- c) heikko happo (1 p.)
- d) polyproottinen happo (1 p.)
- e) hapan suola. Perustele reaktioyhtälöllä happamasta suolasta antamasi esimerkki. (2 p.)

7/S2015

Säilytyspullossa olevan kemikaalin tietojen on oltava tarkkaan merkittynä pulloon. Valitettavasti kuuden säilytyspullon merkinnät ovat epäselvät, mutta onneksi tiedät kaksi vaihtoehtoa kunkin pullon sisällölle. Käytettävissäsi on perusvälineitä ja -kemikaaleja, kuten indikaattoripaperia, tulitikkuja ja kaliumpermanganaattia. Pullo sisältää yhdistettä puhtaana tai mahdollisimman väkevänä vesiliuoksena.

Millä yksinkertaisilla menetelmillä saat pullojen sisällöt selvitettyä? Perustele valitsemasi menetelmät yhdisteiden ominaisuuksilla.

Pullo 1: vettä tai etanolia

Pullo 2: etanolia tai asetonia

Pullo 3: asetonia tai etikkahappoa

Pullo 4: etikkahappoa tai trimetyyliamiinia

Pullo 5: trimetyyliamiinia tai heksaania

Pullo 6: heksaania tai vettä

8/S2015

Rikkihapon valmistuksessa rikkidioksidin hapetus rikkiatrioksidiksi tapahtuu tasapainoreaktion $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$ mukaisesti. Reaktion saantoa voidaan säädellä muuttamalla reaktio-olosuhteita. Suljetussa 5,00 l astiassa oleva kaasuseos sisälsi alussa 1,00 mol rikkidioksidia ja 5,00 mol happea. Kun tasapaino oli asettunut, rikkidioksidista 61,3 % oli hapettunut rikkiatrioksidiksi.

- Laske reaktion tasapainovakion K arvo kokeen lämpötilassa.
- Mihin suuntaan tasapaino siirtyy, jos lämpötilaa lasketaan? Miten etenevän reaktion nopeus ja palautuvan reaktion nopeus tällöin muuttuvat? Perustele vastauksesi.

10/S2015

Saippuat sisältävät yleensä vesiliukoista palmitiinihapon natriumsuolaa eli natriumpalmitaattia $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$. Kovassa vedessä saippuan pesuvaikutus heikkenee, sillä Ca^{2+} - ja Mg^{2+} -ionit muodostavat niukkaliukoisia palmitiinihapon kalsium- tai magnesiumsuoloja.

Saippuaa liuotettiin lämpötilassa 50 °C pesuveteen siten, että palmitaatti-ionikonsentraatio liuoksessa oli 0,084 mmol/l. Pesuvettä oli 5,0 l ja sen Mg^{2+} -ionikonsentraatio oli 0,60 mmol/l.

- Osoita laskemalla, että magnesiumpalmitaattia $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}]_2\text{Mg}$ ei saostunut. Lämpötilassa 50 °C magnesiumpalmitaatin liukoisuus $s = 56,9 \text{ mg/l}$.
- Kun pesuvesi jäähtyi lämpötilaan 25 °C, saostui magnesiumpalmitaattia. Saostuiko sitä enemmän vai vähemmän kuin 30 mg? Perustele vastauksesi. Liuoksen tilavuus ei muuttunut merkittävästi liuoksen jäähtyessä. Lämpötilassa 25 °C magnesiumpalmitaatin liukoisuustulo $K_s = 3,3 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3$.

+12/S2015

Saksalainen Fritz Haber (1868–1934) tunnetaan työstään ammoniakisynteesin

$2 \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ kehittäjänä. Haber sai Nobelin-palkinnon vuonna 1918, ja häntä kutsuttiin mieheksi, joka "tekee leipää ilmasta". Ensimmäisessä maailmansodassa kauppa-saarto esti tyyppiyhdisteiden tuonnin Etelä-Amerikasta Saksaan. Haber-Bosch-menetelmän on arvioitu pidentäneen ensimmäistä maailmansotaa jopa 18 kuukaudella.

- Miksi ammoniakkin teollisella tuotannolla oli tuolloin ja on edelleen suuri merkitys? Anna myös esimerkkejä ammoniakista valmistettavista yhdisteistä ja niiden käyttökohteista.

Haber osallistui ensimmäiseen maailmansotaan kehittämällä kemiallisia aseita. Hän oli paikalla 22.4.1915, kun sodassa ensimmäistä kertaa käytettiin merkittävä määrä kloorikaasua. Kaasu tukehdutti lähes välittömästi 5 000 sotilasta, ja tuhannet pakenivat juoksuhaudoista.

- Miksi kloori on vaarallinen kemiallinen ase? Perustele vastauksesi kloorin ominaisuuksilla, rakenteella ja kloorin reaktiolla veden kanssa.
- Sodan osapuolet oppivat nopeasti suojautumaan kloorihyökkäykseltä. Kun kloorihyökkäys havaittiin, sotilaat laittoivat kasvoille natriumvetykarbonaattiliuokseen kostutetun liinan ja välttivät makaamista juoksuhaudan pohjalla. Miksi kloorilta oli helppo suojautua?

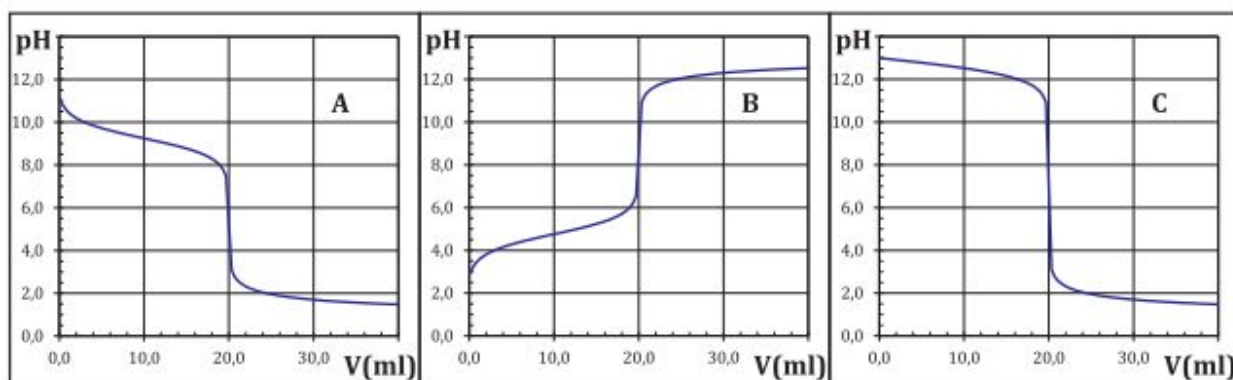
5/K2015

Kemikaalirekasta valui asfaltoidulle pihalle rikkihappoa. Pelastuslaitos imeytti suurimman osan haposta hiekkaan, joka toimitettiin edelleen käsiteltäväksi. Piha pestiin rikkihaposta, ja pesuvettä kertyi säiliöön 25 m³. Pesuveden pH-arvoksi mitattiin 2,5. Jotta se voitiin laskea viemäriverkostoon, tuli pH nostaa arvoon 6,5. Neutralointiin käytettiin sammutettua kalkkia.

- Kirjoita neutralointireaktion yhtälö. (2 p.)
- Kuinka monta kilogrammaa kalkkia tarvittiin? (4 p.)

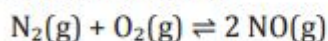
9/K2015

9. Oheisissa kuvissa on esitetty kolmen erilaisen happo-emästitrauksen titrauskäyrät. Titrauksissa käytettyjen happo- ja emäsluosten konsentraatiot ovat 0,10 M.
- Määritä kuvaajista alkutilanteiden ja ekvivalenttikohdian pH-arvot. Mistä erot näissä arvoissa johtuvat? Päätele, ovatko titrauksissa **A**, **B** ja **C** käytetyt hapot ja emäkset vahvoja vai heikkoja. (2 p.)
 - Valitse kuhunkin titraukseen sopivin pH-indikaattori. (1 p.)
 - Laske ekvivalenttipisteen pH, kun 25,0 ml 0,200 M etikkahappoa titrataan 0,250 M natriumhydroksidilla. (3 p.)



10/K2015

Typen oksidit ovat merkittäviä ilmansaasteita kaupunkiympäristössä. Bensiinimoottorin käydessä typpimonoksidia muodostuu ilmasta seuraavan tasapainoreaktion mukaan:



- Moottori ottaa ilmaa normaalipaineessa ulkolämpötilan ollessa 0 °C. Polttolämpötilassa reaktion tasapainovakio K on $1,7 \cdot 10^{-3}$. Laske muodostuvan typpimonoksidin tasapainokonsentraatio. (4 p.)
- Kolmessa muussa lämpötilassa reaktion tasapainovakiot ovat $K(T_1) = 6,7 \cdot 10^{-10}$, $K(T_2) = 1,0 \cdot 10^{-5}$ ja $K(T_3) = 4,5 \cdot 10^{-31}$. Aseta lämpötilat T_1 , T_2 ja T_3 kasvavaan suuruusjärjestykseen. Perustele. (2 p.)



Liikenteen päästöjä
<https://www.kepa.fi/sites/www.kepa.fi/tiedostot/imagecache/470/kuvat/uutiset/shutterstock_126180866.jpg>.
Luettu 10.2.2014.

9/S2014

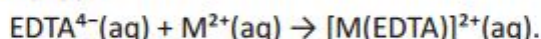
Valmistat 50 ml puskuriliuosta, jonka pH = 9,00. Käytettävissäsi on perustyövälineitä sekä seuraavat liuokset: 0,10 M ammoniumkloridi ja 0,10 M ammoniakki.

Esitä tarvittavat laskut ja kuvaa lyhyesti, miten menettelet ja mitä välineitä käytät.

+12/S2014

Opiskelijat määrittivät meriveden kalsium-, magnesium-, natrium-, kloridi- ja sulfaatti-ionien pitoisuudet. Ohjeen mukaan pientä karbonaatti-ionien pitoisuutta ei otettu huomioon, eikä näytteessä ollut muita ioneja merkittäviä määriä. Tutkimuksessa saatiin seuraavat tulokset:

1. 10,0 ml merivettä valutettiin kationinvaihtimen läpi, jolloin kationit vaihtuivat vetyioneiksi. Liuos titrattiin 0,500 M NaOH-liuoksella. Titraustulokseksi saatiin 11,76 ml.
2. 10,0 ml merivettä laimennettiin 100,0 millilitraksi, ja 10,0 ml saadusta laimennoksesta tehtiin typpihapolla happamaksi ja titrattiin 0,086 M hopeanitraattiliuoksella käyttäen kaliumkromaattia indikaattorina. Titraustulokseksi saatiin 6,21 ml.
3. 10,0 millilitraan merivettä lisättiin puskuriliuosta sekä indikaattoria ja titrattiin 0,050 M EDTA-liuoksella. EDTA-titrauksessa maa-alkalimetallit muodostavat kompleksiyhdisteen seuraavan reaktion mukaan:



Titraustulokseksi saatiin 12,60 ml.

4. 100,0 millilitraan merivettä lisättiin ammoniumoksalaattia ylimäärin. Muodostunut kalsiumsaostuma erotettiin suodattamalla. Saostuma liuotettiin kuumaan rikkihappoliuokseen. Saatu liuos titrattiin 0,020 M kaliumpermanganaattiliuoksella, jonka violetti väri toimi indikaattorina. Titraustulokseksi saatiin 24,00 ml.
- a) Minkä ionin konsentraatio tai ionien yhteiskonsentraatio voidaan selvittää kussakin tutkimuksen vaiheessa? (2 p.)
- b) Kirjoita reaktioyhtälö kohdan 4 titraukseen. (2 p.)
- c) Laske meriveden kalsium-, magnesium-, natrium-, kloridi- ja sulfaatti-ionien konsentraatiot. (5 p.)

7/K2014

Olet valmistanut seuraavat kolme vesiliuosta:

Liuos 1: 1,0 M NaCl(aq)

Liuos 2: 1,0 M HCl(aq)

Liuos 3: 1,0 M Cu(NO₃)₂(aq)

Otat näytteet jokaisesta liuoksesta kolmeen eri koeputkeen (kuva). Mitä havaitset, kun näihin liuoksiin lisätään

- a) pieni pala magnesiumnauhaa,
- b) muutama pisara fenoliftaleiiniliuosta,
- c) muutama pisara hopeanitraattiliuosta?

Perustele vastauksesi lyhyesti.



5/S2013

- a) Kuinka monta milligrammaa mangaani(II)hydroksidia liukenee 1,00 litraan vettä?
- b) Laske mangaani(II)hydroksidin kylläisen vesiliuoksen pH.
- c) Saostuuko mangaani(II)hydroksidia, kun 50 millilitraan 1,0 · 10⁻³ M MnCl₂-liuosta lisätään 50 millilitraa 1,0 · 10⁻⁴ M NaOH-liuosta?
Lämpötila on 25 °C ja K_s(Mn(OH)₂) = 1,6 · 10⁻¹³ (mol/l)³.

7/S2013

Kun vety ja typpi reagoivat 1,00 litran astiassa lämpötilassa 500 °C, muodostuu ammoniakkia. Reaktiota tutkittiin kolmessa kokeessa vaihtelemalla alkutilannetta. Ammoniakin ainemäärä määritettiin reaktioseoksesta, kun tasapainotila oli asettunut. Mittaustuloksiksi saatiin:

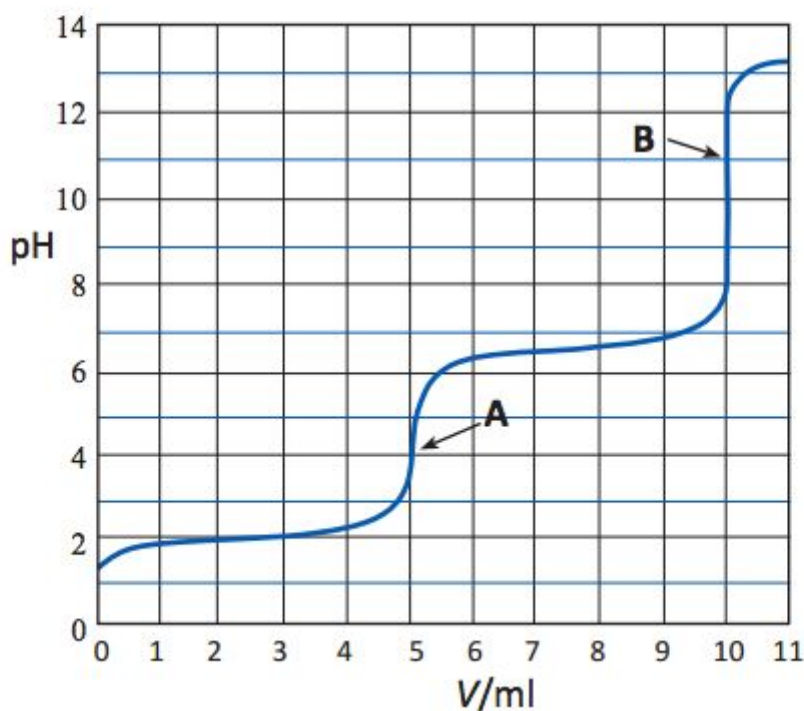
Koe	Typpikaasun ainemäärä alussa (mol)	Vetykaasun ainemäärä alussa (mol)	Ammoniakin ainemäärä alussa (mol)	Ammoniakin ainemäärä tasapainossa (mol)
1	1,00	1,00	0,00	0,157
2	0,00	0,00	1,00	0,203
3	2,00	1,00	3,00	1,820

Esitä ammoniakin valmistusreaktion yhtälö ja määritä reaktion tasapainovakio.

+11/S2013

Fosforihapoke (fosfoni happo) H_3PO_3 ($= \text{H}_2\text{PHO}_3$) on kaksiarvoinen (diproottinen) heikko happo. Kun 50,0 ml fosforihapokeliuosta neutraloitiin 0,25 M NaOH -liuoksella, saatiin oheinen titrauskäyrä.

- Esitä fosforihapokkeen neutraloitumista kuvaavat reaktioyhtälöt. (1 p.)
- Missä muodossa fosforihapoke on pääasiallisesti kuvan pisteissä **A** ja **B**? (2 p.)
- Kuinka monta milligrammaa fosforihapoketta näyte sisälsi? (2 p.)
- Kummasta ekvivalenttikohdasta fosforihapokkeen määrä tulee määrittää, jotta tulos olisi mahdollisimman tarkka? Perustele. (2 p.)
- Arvioi kuvaajan perusteella fosforihapokkeen toisen happovakion K_{a2} arvo. (2 p.)



6/K2013

Akvaarion veteen muodostuu kalojen jätöksistä ja muista orgaanisista aineksista typpiyhdisteitä. Koska nämä yhdisteet voivat vahingoittaa kaloja, luodaan akvaarioon etukäteen pysyvä typpibakteerikasvusto ruokkimalla bakteerikantaa ammoniakkiliuoksella.



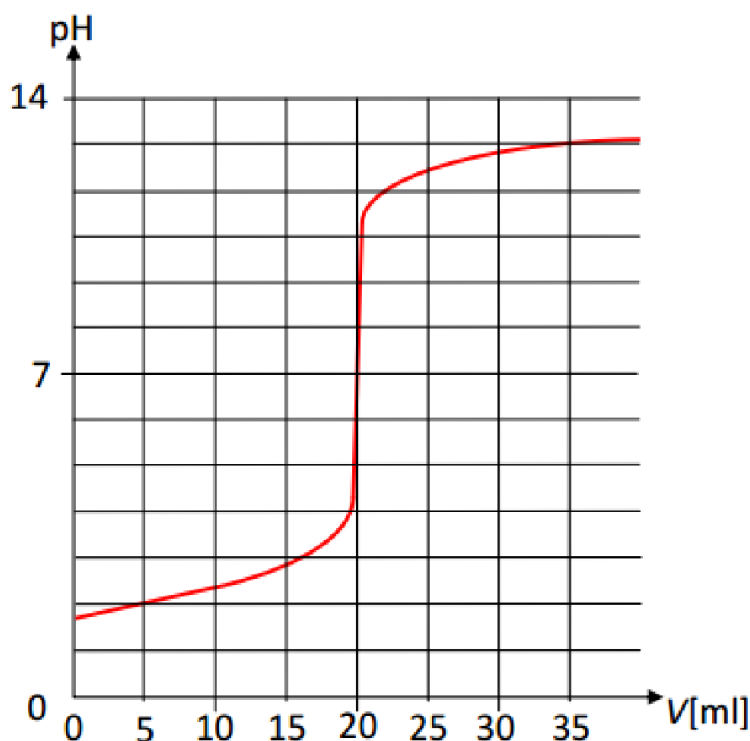
Typpibakteerien kasvattamista varten hankittiin 25,0-massaprosenttista ammoniakkiliuosta $\text{NH}_3(\text{aq})$ (tiheys 0,909 kg/l).

www.netikka.net/siipiveikko/akvaario.
Luettu 27.1.2012.

- Miten suuri tilavuus tätä ammoniakkiliuosta pitää annostella 240 litraa vettä sisältävään akvaarioon, jos akvaarion ammoniakkipitoisuudeksi halutaan 5,0 mg/l?
- Laske akvaarion veden pH-arvo ammoniakkilisäyksen jälkeen, kun veden lämpötila on 25 °C.
- Laske 25,0-massaprosenttisen ammoniakkiliuoksen pH-arvo.

10/K2013

Kun typpihappoa ja suolahappoa sisältävä vesiliuos titrattiin 0,121 M NaOH-liuoksella, saatiin oheinen titrauskäyrä. Titrauksen jälkeen liuos tehtiin jälleen happamaksi typpihapolla ja siihen lisättiin pienissä erissä ylimäärä AgNO_3 -liuosta. Muodostunut valkoinen saostuma suodattettiin, pestiin ja kuivattiin. Punnittaessa saostuman massaksi saatiin 225 mg. Kuinka monta milligrammaa typpihappoa ja suolahappoa oli alkuperäisessä liuoksessa?



+12/K2013

Dityypitetetraoksidia käytetään rakettien polttoainejärjestelmissä hapettimena. Lämpötilan kohotessa väritön kaasumainen dityypitetetraoksidi alkaa dissosioitua punaisen ruskeaksi typpidioksidiksi:



Reaktion tasapainovakion arvo lämpötilassa 25 °C on $4,61 \cdot 10^{-3}$ mol/l.

- Onko reaktio endo- vai eksotermisen? Perustele vastauksesi. (2 p.)
- Kuinka monta prosenttia dityypitetetraoksidista dissosioituu typpidioksidiksi, kun 0,372 litran astiaan suljetaan 0,0240 moolia N_2O_4 lämpötilassa 25 °C? (3 p.)
- Dityypitetetraoksidin dissosioitumista tutkittiin myös muuttamalla lähtöaineen määrää, reaktioastian tilavuutta ja lämpötilaa. Tällöin kaasuseoksen tiheydeksi lämpötilassa 35,0 °C mitattiin 0,832 g/l paineen ollessa 0,309 bar. Mikä oli dityypitetetraoksidin dissosioitumistasaste näissä olosuhteissa? (4 p.)

6/S2012

Alla olevassa taulukossa on merkitty kahden suolan, kaliumnitraatin ja natriumkloridin, liukoisuudet veteen eri lämpötiloissa ja normaalipaineessa.

Lämpötila (°C)	0	20	40	60	80
Kaliumnitraatin liukoisuus (g/100 g H ₂ O)	12,1	29,0	62,0	112	175
Natriumkloridin liukoisuus (g/100 g H ₂ O)	34,2	35,0	36,3	38,0	40,0

- Piirrä suolojen liukoisuuskäyrät. Tutkittavana on vesiliuos, joka sisältää 90,0 g kaliumnitraattia ja 10,0 g natriumkloridia.
- Kuinka monta grammaa kaliumnitraattia ja natriumkloridia saostuu, kun liuoksen tilavuus lämpötilassa 50 °C on haihdutettu 45 millilitraan?
- Päättele liukoisuuskäyrien avulla, miten suolat voitaisiin erottaa mahdollisimman hyvin toisistaan. Kuinka monta prosenttia alkuperäisestä kaliumnitraattimäärästä voidaan näin saada puhtaana suolana?

8/S2012

Ammoniakin valmistuksessa tarvittava vetykaasu saadaan reformoimalla metaania korkeassa lämpötilassa:



- 10,0 litran astiaan lisättiin 1,00 moolia metaania ja 1,00 moolia vettä lämpötilassa 1000 K. Mikä on reaktion tasapainovakion arvo, kun tasapainon asetuttua astiaan muodostui 0,92 moolia vetyä? (3 p.)
- Laske reaktion reaktiolämpö ΔH° käyttäen hyväksi seuraavia tietoja:
 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$; $\Delta H^\circ = -40$ kJ
 $\text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$; $\Delta H^\circ = -230$ kJ (2 p.)
- Lisääntyykö vedyn saanto, jos lämpötila nostetaan arvoon 1100 K? Perustele. (1 p.)

10/S2012

Vesiliuos, jonka tilavuus oli 125 ml, sisälsi 15,0 mmol erästä heikkoa yksiarvoista happoa HA. Liuoksen pH-arvoksi mitattiin 3,30 lämpötilassa 25 °C.

- Mikä on liuoksen pH, kun siihen lisätään 75 ml vettä?
- Toiseen 125 ml:n vesiliuokseen, joka myös sisälsi 15,0 mmol samaa happoa HA, lisätään 75 ml 0,200 M NaOH-liuosta. Mikä on näin saadun liuoksen pH?
- Kohdissa a ja b valmistetut liuokset yhdistetään. Mikä on muodostuneen liuoksen pH?

3/K2012

Päättele, ovatko seuraavien aineiden vesiliuokset happamia, neutraaleja vai emäksisiä:

- 0,050 M kalsiumhydroksidi
 - 0,10 M metyyliamiini
 - 0,20 M kaliumkarbonaatti
 - 0,10 M alumiininitraatti
 - 0,10 M natriumbentsoaatti
 - $1,0 \cdot 10^{-8}$ M suolahappo.
- Perustele valintasi reaktioyhtälöillä.

9/K2012

Etikkahapon hopeasuola, hopea-asetaatti, on veteen niukkaliukoinen, mutta liukenee happoihin. Hopea-asetaatin liukoisuustulo $K_s = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ (mol/l)}^2$.

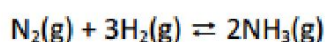
- Laske hopea-asetaatin liukoisuus (g/l) veteen. (1 p.)
- Millä perusteella voidaan päätellä, että hopea-asetaatti liukenee happoliuoksiin? (2 p.)
- Kuinka monta milligrammaa hopeanitraattia liukenee puskuriliuokseen, joka on valmistettu lisäämällä 50,0 millilitraan 0,10 M etikkahappoa 15 millilitraa 0,20 M natriumhydroksidia? (3 p.)

+12/K2012

Kaasureaktioissa tasapainotilaa kuvataan usein tasapainovakiolla K_p . Se eroaa tavanomaisen tasapainovakion K lausekkeesta siten, että siinä käytetään aineiden konsentraatioiden asemesta vastaavia osapaineita. Osapaineella tarkoitetaan painetta, joka kaasulla olisi, jos se yksin täyttäisi koko tilavuuden. Kaasuseoksen kokonaispaine saadaan laskemalla yhteen seoksen komponenttien osapaineet.

Tasapainovakioiden K_p ja K lausekkeiden välillä on yhteys, joka riippuu reaktioyhtälön kertoimista.

- Osoita, että reaktiolle



voidaan kirjoittaa

$$K_p = K(RT)^{-2},$$

jossa R on yleinen kaasuvakio ja T lämpötila. (3 p.)

- Mihin suuntaan tasapainoasema siirtyy, jos lämpötila laskee? Perustele. (2 p.)
- Tyhjiöityyn 1,00 litran astiaan suljettiin 0,150 mol typpeä, 0,150 mol vetyä ja 0,150 mol ammoniakia lämpötilassa 473 K. Kun tasapainotila oli asettunut, mitattiin kokonaispaineen astiassa olevan 1,70 MPa. Määritä a-kohdan reaktion tasapainovakion K_p arvo. (4 p.)

10/S2011

Rikkihappo on eräs tärkeimmistä kemiallisista yhdisteistä. Noin puolet rikkihaposta käytetään lannoitteiden valmistamiseen ja loppu hyödynnetään väriaineiden, lääkkeiden ja räjähteiden valmistuksessa sekä öljynjalostuksessa ja metallurgisissa prosesseissa.

Reaktiolla



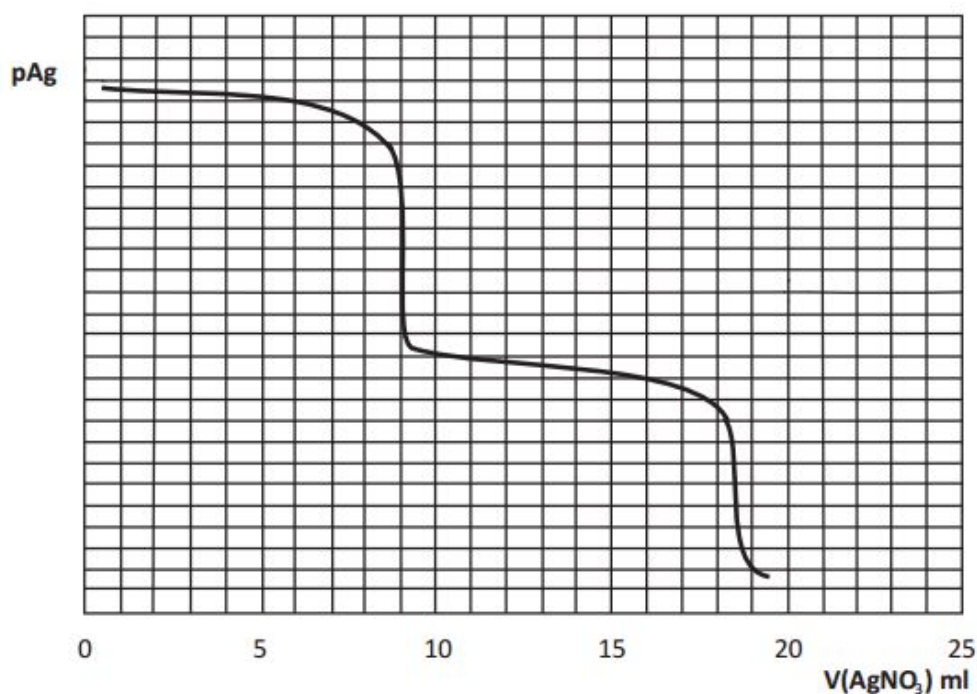
on keskeinen merkitys rikkihappoa valmistettaessa. Tietyssä lämpötilassa reaktion tasapainovakion arvo on $K = 3\,200 \text{ l/mol}$.

- Reaktioastia, jonka tilavuus on 1,00 l, sisältää 2,00 mol SO_2 . Kuinka paljon happea tulee lisätä astiaan, jotta tasapainon asetuttua happea on jäljellä 0,20 mol? (4 p.)
- Miten reaktion tasapainovakion arvo muuttuu, kun lämpötilaa lasketaan? Perustele. (2 p.)

+12/S2011

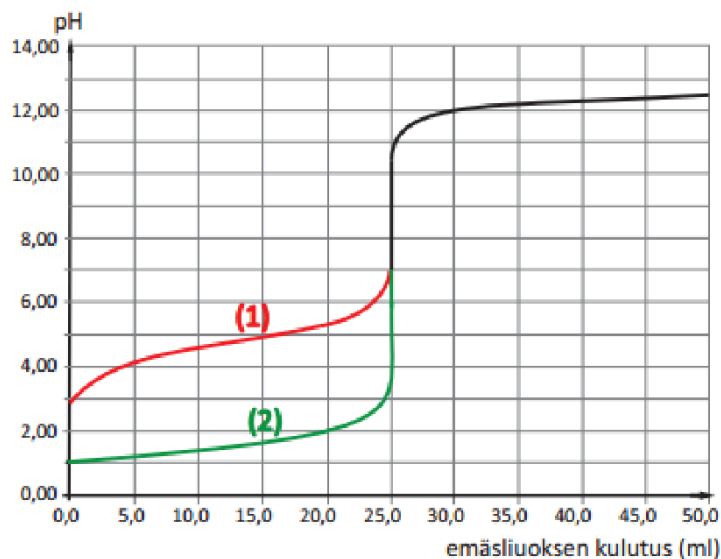
Kloridi- ja jodidi-ioni muodostavat kumpikin veteen niukkaliukaisen hopeasuolan. Ionien kvantitatiiviseen määrittämiseen käytetään saostustitrausta, jossa kloridi- ja jodidi-ioneja sisältävään liuokseen lisätään pienin erin hopeanitraattiliuosta. Titrausta seurataan potentiometrisellä menetelmällä, jossa liuoksen pAg -arvo ($= -\lg[\text{Ag}^+]$) mitataan kunkin lisäyksen jälkeen. Kun kloridi- ja jodidi-onia sisältävä 40,0 ml:n liuos titrattiin 0,085 M AgNO_3 -liuoksella, saatiin oheinen titrauskäyrä.

- Päättele, kumpi hopeasuoloista saostuu ensin. (1 p.)
- Laske titrauskäyrän perusteella kummankin halogenidin konsentraatio lähtöliuoksessa. (2 p.)
- Mikä on liuoksen Ag^+ -ionikonsentraatio, kun puolet ensin saostuvasta hopeasuolasta on titrattu? (2 p.)
- Mitkä ovat liuoksen kloridi- ja jodidi-ionikonsentraatiot, kun runsasliukoisempi hopeasuola alkaa saostua? (2 p.)
- Mitä virhetekijöitä määrittelyyn liittyy? (2 p.)



6/K2011

Oheisessa kuvassa on esitetty kaksi titrauskäyriä, jotka kummatkin on saatu titrattaessa 25,0 ml yksiarvoista happoa 0,10 M NaOH-liuoksella.



- Kumpi titrauskäyristä esittää vahvan hapon titrausta, kumpi heikon hapon? Perustele. (1 p.)
- Arvioi kuvaajien avulla ekvivalenttikohdan pH-arvo kummassakin tapauksessa. (1 p.)
- Miksi titrauskäyrät yhtyvät ekvivalenttikohdan jälkeen? (2 p.)
- Määritä kuvaajan avulla heikon hapon happovakion arvo. (2 p.)

7/K2011

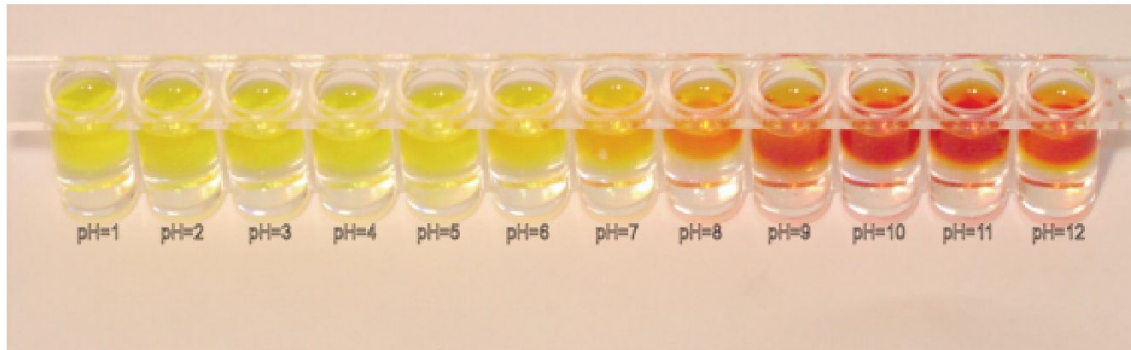
- Osoita, että 115 mg lyijy(II)fluoridia voidaan liuottaa 0,50 litraan vettä.
- Mihin tilavuuteen saatu liuos on haihdutettava, jotta PbF_2 alkaisi saostua?
- Saostuuko PbF_2 , kun a-kohdan liuokseen lisätään 95 mg natriumfluoridia?
 $K_s(\text{PbF}_2) = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ (mol/l)}^3$

+12/K2011

- Veteen liuotetaan yhtä suuret ainemäärät ammoniakkia ja ammoniumkloridia, ja liuos laimennetaan tilavuuteen 1,00 litraa lämpötilassa 25 °C. Mikä on saadun puskuriliuoksen pH? (3 p.)
- Kohdassa a valmistettuun liuokseen johdetaan 10,0 millimoolia HCl-kaasua. Kuinka suuria tulee ammoniakin ja ammoniumkloridin konsentraatioiden olla, kun pH saa muuttua enintään 0,10 pH-yksikköä? (4 p.)
- Puskuriliuos b-kohdassa voidaan valmistaa myös ammoniakista ja suolahaposta. Miten menettelet, kun käytössäsi on 1,00 M ammoniakkiliuos, 1,00 M HCl-liuos, tislattua vettä, mittapipettejä ja 1,00 litran mittapullo? (2 p.)
 $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$

7/S2010

Joihinkin sinappilaatuihin lisätään mausteeksi ja väriaineeksi kurkumaa. Aine on myös luonnon indikaattori, jonka väri vaihtuu keltaisesta punaiseksi alla olevan kuvan mukaisesti. Sinapin maustamiseen käytetään myös etikkaa. Tehtävänäsi on määrittää titraamalla etikkahapon massaprosenttisuus sinapissa, jonka etikkahappopitoisuus tuoteselosteen mukaan on noin 1,5 %. Kuvaa käyttämäsi menetelmää, tarvittavaa laitteistoa ja määrittämiseen liittyviä laskutehtäviä, kun käytettävissäsi on 0,100 M NaOH-liuosta. Mitkä virhelähteet voivat vaikuttaa tulokseen?



10/S2010

- Kuinka monta grammaa bentsoehappoa ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) tulee punnita 250 ml:n mittapulloon, kun valmistetaan liuos, jonka $\text{pH} = 3,30$?
- Kuinka suuri tilavuus 0,100 M NaOH-liuosta tulee kohdan a) liuokseen lisätä, jotta siitä muodostuisi puskuriliuos, jonka $\text{pH} = 4,20$?
Bentsoehapon happovakio $K_a = 6,31 \cdot 10^{-5}$ (mol/l).

+12/S2010

Tallium(I)ioni muodostaa kloridi-ionin kanssa niukkaliukoisen tallium(I)kloridin, jonka liukoisuustulo on $K_s(\text{TlCl}) = 1,7 \cdot 10^{-4}$ (mol/l)².

- Kuinka monta milligrammaa tallium(I)kloridia liukenee 125 millilitraan vettä? (2 p.)
- Kuinka monta milligrammaa tallium(I)nitraattia, TlNO_3 , liukenee 125 millilitraan 0,10 M NaCl-liuosta? (2 p.)
- Kun 486 mg tallium(I)nitraattia lisättiin 125 millilitraan 0,10 M NaCl-liuosta, osa lisätystä talliumista saostui tallium(I)kloridina. Mikä oli tallium(I)ionin konsentraatio liuoksessa, kun tasapaino oli asettunut? (5 p.)

10/K2010

1,00 litran astiaan suljettiin 0,030 moolia fosforipentakloridia ja 0,020 moolia klooria lämpötilassa 250 °C. Näissä olosuhteissa reaktion



tasapainovakio $K = 4,0 \cdot 10^{-2}$ mol/l.

- Laske eri kaasujen konsentraatiot tasapainotilan asetuttua.
- Päättele tehtävässä annettujen tietojen perusteella, mihin suuntaan tasapainotila siirtyy, kun lämpötilaa nostetaan.
- Osoita laskennallisesti, että reaktio tapahtuu tuotteiden suuntaan, kun tasapainotilassa reaktioastian tilavuus kasvaa.

Muodostumislämpöjä: $\Delta H(\text{PCl}_3, \text{g}) = -287 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H(\text{PCl}_5, \text{g}) = -375 \text{ kJ/mol}$

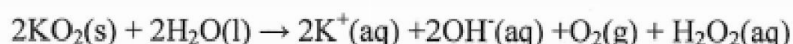
+11/K2010

Rikkihappo H_2SO_4 on kaksiarvoinen happo, jonka ensimmäisen protolyysivaiheen voidaan katsoa tapahtuvan täydellisesti vesiliuoksessa. Vetysulfaatti-ioni on heikko happo, jonka happovakio $K_a(\text{HSO}_4^-) = 1,0 \cdot 10^{-2}$ (mol/l).

- Esitä rikkihapon protolyysireaktioiden yhtälöt. (1 p.)
- Päättele, onko natriumvetysulfaatin vesiliuos hapan, neutraali vai emäksinen. (2 p.)
- Kuinka suuri ainemäärä rikkihappoa on liuotettu veteen 1,00 litraksi liuosta, kun liuoksen pH = 2,00? (3 p.)
- Laske $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ rikkihappoliuoksen pH. (3 p.)

2/S2009

Kalium muodostaa hapen kanssa superoksidin, joka sisältää superoksidi-ionin (O_2^-). Veden kanssa yhdiste reagoi seuraavasti:



- Kuinka monta grammaa superoksidia on liuotettu 100,0 ml:aan vettä, kun muodostuneen liuoksen pH = 13,00?
- Kuinka monta litraa happea muodostui, kun reaktio tapahtui normaalipaineessa ja lämpötilassa 25° C?

4/S2009

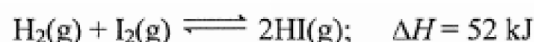
Suolojen liukoisuutta veteen kuvataan monella eri tavalla. Alla olevassa taulukossa hopeasuoloille on annettu kolme liukoisuuteen liittyvää käsitettä: liukoisuustulo, liuenneen aineen konsentraatio ja liuenneen aineen massa liuostilavuutta kohti.

Suola	K_L	liukoisuus (mol/l)	liukoisuus (g/100 ml)
AgCN			$1,0 \cdot 10^{-7}$
Ag ₃ PO ₄	$8,9 \cdot 10^{-17} (\text{mol/l})^4$		
Ag ₂ CO ₃		$1,3 \cdot 10^{-4}$	

- Laske taulukosta puuttuvat arvot. (4 p.)
- Voidaanko eri suolojen konsentraatioita kylläisessä liuoksessa verrata liukoisuustulojen lukuarvojen perusteella? Perustelee. (2 p.)

10/S2009

Vedyn ja jodin välisessä tasapainoreaktiossa muodostuu vetyjodidia:



Tasapainotilan vallitessa reaktioastian todettiin sisältävän 0,330 mol vetyä, 0,330 mol jodia ja 2,33 mol vetyjodidia.

- Miten reaktion tasapainovakion arvo muuttuu, kun lämpötilaa nostetaan? Perustelee. (1 p.)
- Piirrä kuvaaja, joka esittää systeemin energiassa tapahtuvaa muutosta reaktion edetessä lähtöaineista tuotteeksi, ja merkitse siihen reaktion aktivoitumisenergia. (2 p.)
- Kuinka suuri ainemäärä jodia reaktioastiaan on lisättävä, jotta uuden tasapainotilan asetuttua vetyjodidin määrä astiassa on 2,73 mol? (3 p.)

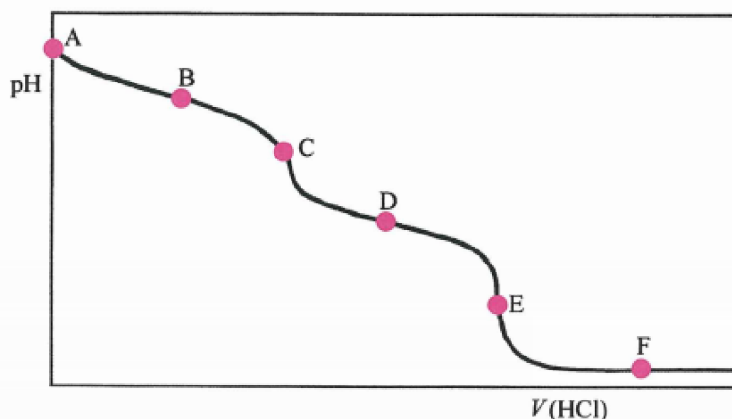
+12/S2009

Kun natriumkarbonaattia liuotettiin 250 ml:aan vettä ja saatu liuos titrattiin 0,150 M suolahapolla, saatiin oheinen titrauskäyrä.

- Kuinka monta grammaa natriumkarbonaattia liuos sisälsi, kun suolahapon kulutus pisteessä E oli 12,7 ml? (2 p.)
- Missä muodoissa (ioneina/molekyyleinä) natriumkarbonaatti pääasiallisesti esiintyy pisteissä A–F? (2 p.)

Käytä hyväksi taulukkokirjan tietoja ja laske liuoksen pH

- pisteessä A (3 p.)
- pisteessä B (2 p.).



4/K2009

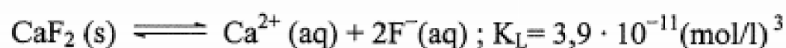
Etikkahappo CH_3COOH on heikko yksiarvoinen happo, jonka happovakio on $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$. Kuinka monta prosenttia etikkahaposta dissosioituu asetaatti-ioneiksi, kun 0,10 moolia etikkahappoa liuotetaan

- a) 1,0 litraan vettä, (2 p.)
- b) 1,0 litraan 0,010 M HCl-liuosta? (4 p.)

Etikkahappoa lisättäessä liuostilavuuden voidaan katsoa pysyvän muuttumattomana.

10/K2009

Kalsiumfluoridin kylläisessä vesiliuoksessa vallitsee tasapaino



- a) Laske fluoridi-ionin konsentraatio kalsiumfluoridin kylläisessä vesiliuoksessa. (3 p.)
- b) Miten fluoridi-ionin konsentraatio muuttuu, kun kalsiumfluoridin kylläiseen vesiliuokseen lisätään pieni määrä kiinteää kalsiumkloridia? Perustele vastauksesi. (1 p.)
- c) Miten suolan liukoisuus muuttuu, kun kalsiumfluoridin kylläiseen vesiliuokseen lisätään pieni määrä vetykloridia? Perustele vastauksesi. (2 p.)

5/S2008

Typpilannoitteena käytettävä ammoniumnitraatti on vesiliukoinen suola.

- a) Mitä eri reaktioita tapahtuu, kun kiinteä ammoniumnitraatti liukenee veteen? Laadi reaktioyhtälöt.
- b) Laske 0,20 M ammoniumnitraattiliuoksen pH. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$.
- c) Kohdan b liuoksesta otettuun 15 millilitran näytteeseen lisätään 30 millilitraa 0,10 M natriumhydroksidiliuosta. Onko näin muodostunut liuos hapan, neutraali vai emäksinen? Perustele.

+12/S2008

Strontiumhydroksidin liukoisuus veteen määritettiin kokeellisesti seuraavalla tavalla: Kiinteää strontiumhydroksidia liuotettiin pienissä erissä veteen, kunnes liuos jäi pysyvästi hieman sameaksi. Saadusta kylläisestä liuoksesta otettiin täyspipetillä 10,00 ml:n kirkas näyte, joka titrattiin 0,200 M vetykloridiliuoksella.

- a) Mikä oli strontiumhydroksidin liukoisuus veteen (g/l), kun vetykloridin kulutus oli 11,6 ml? (2 p.)
- b) Laske tulosten perusteella strontiumhydroksidin liukoisuustulon arvo. (3 p.)
Käytä b)-kohdassa saatua liukoisuustulon arvoa ja laske
- c) strontiumnitraatin liukoisuus 0,50 M natriumhydroksidiliuokseen, (2 p.)
- d) strontiumhydroksidin liukoisuus 1,0 M strontiumnitraattiliuokseen. (2 p.)

10/K2008

Daltonin osapainelain mukaan kaasuseoksen kokonaispaine p_{kok} on sen komponenttien osapaineiden summa, esimerkiksi kaasujen A ja B seoksessa on $p_{\text{kok}} = p_A + p_B$. Osapaineella tarkoitetaan painetta, joka kaasulla on, jos se esiintyisi astiassa yksinään.

Kun tyhjiöityyn 1,00 litran astiaan suljettiin 0,050 mol typpidioksidia ja 0,050 mol dityypitetetraoksidia, todettiin jonkin ajan kuluttua kokonaispaineen astiassa olevan 2,22 bar (222 kPa) lämpötilassa 307 K. Mitkä olivat tällöin eri kaasujen osapaineet? Dityypitetetraoksidi ja typpidioksidi reagoivat keskenään seuraavasti:



+11B/K2008

- Mitä tarkoitetaan käsitteellä puskuriliuos, ja mihin puskurivaikutus perustuu? (2 p.)
- Pushuriliuoksilla on tärkeä merkitys luonnossa. Kuvaile jotain luonnossa tavattavaa puskuriliuossysteemiä. (2 p.)
- Kuinka suuri tilavuus 0,10 M natriumasetaattia tulee lisätä 100,0 ml:aan 0,10 M etikkahappoliuosta, jotta muodostuvan puskuriliuoksen pH = 4,35? (2 p.)
- Missä tilavuussuhteessa tulee 0,10 M etikkahappoa ja 0,20 M NaOH sekoittaa keskenään, jotta saataisiin puskuriliuos, jonka pH = 4,75? (3 p.)
Etikkahapon $\text{p}K_{\text{a}} = 4,75$.