

Tasapaino-, pH- ja puskuriliuoslaskuja

syksy 2014

9. 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. 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. Titrastulokseksi 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. Titrastulokseksi 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:
$$\text{EDTA}^{4-}(\text{aq}) + \text{M}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow [\text{M}(\text{EDTA})]^{2-}(\text{aq}).$$

Titrastulokseksi saatiin 12,60 ml.
 4. 100,0 millilitraan merivettä lisättiin ammoniumoksalaattia ylimäärin. Muodostunut kalsiumsaostuma erotettiin suodattamalla. Saostuma liotettiin kuumaan rikkihappoliuokseen. Saatu liuos titrattiin 0,020 M kaliumpermanganaattiliuoksella, jonka violetti väri toimi indikaattorina. Titrastulokseksi 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.)
-

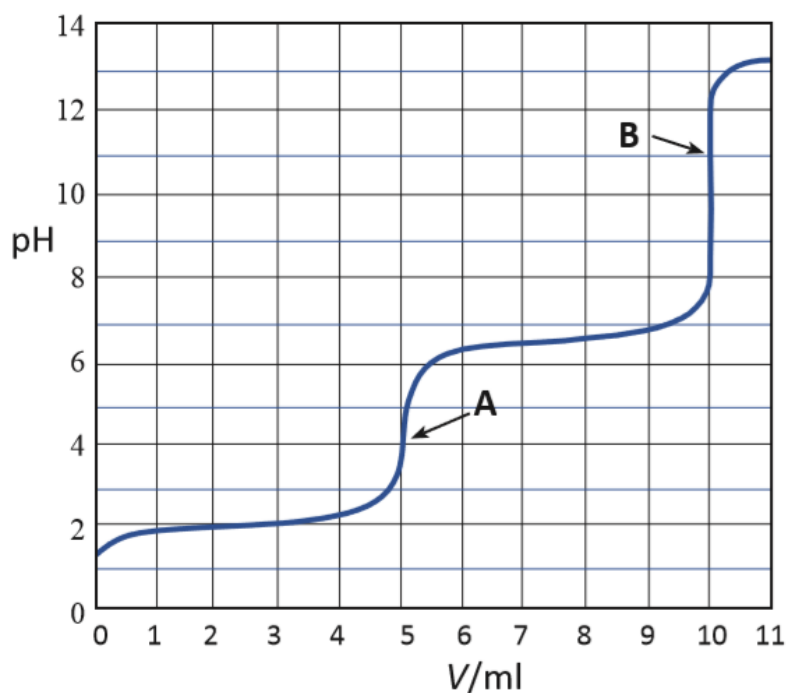
syksy 2013

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

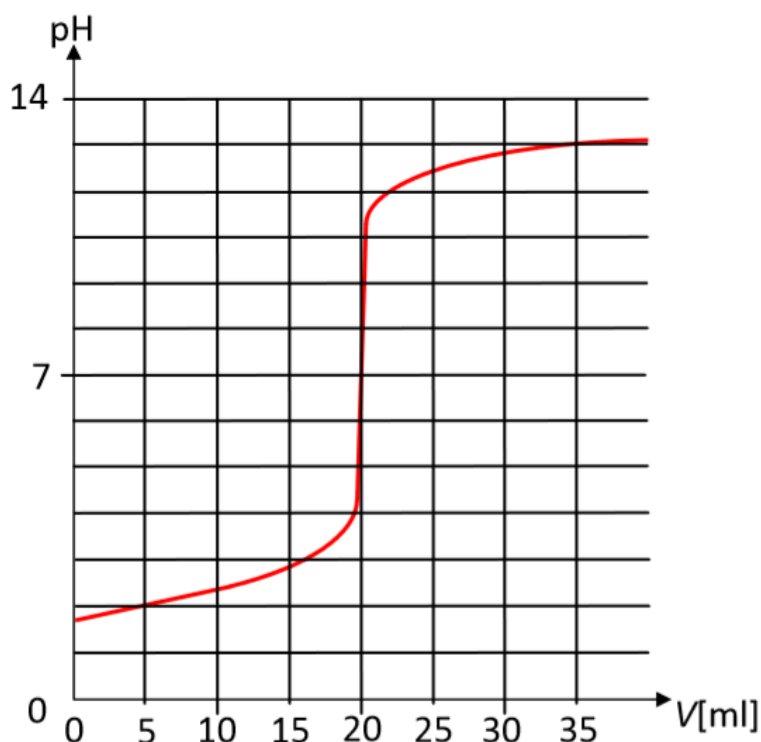


Typpibakteerien kasvattamista varten hankittiin 25,0-massaprosenttista ammoniakkiliuosta $\text{NH}_3(\text{aq})$ (tiheys 0,909 kg/l).

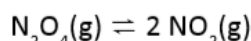
<www.netikka.net/siipiveikko/akvaario>.

Luettu 27.1.2012.

- a) Miten suuri tilavuus tätä ammoniakkiliuosta pitää annostella 240 litraa vettä sisältävään akvaarioon, jos akvaarion ammoniakkipitoisuudeksi halutaan 5,0 mg/l?
- b) Laske akvaarion veden pH-arvo ammoniakkilisäyksen jälkeen, kun veden lämpötila on 25 °C.
- c) Laske 25,0-massaprosenttisen ammoniakkiliuoksen pH-arvo.
10. 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. Dityppitetraoksidia käytetään rakettien polttoainejärjestelmissä hapettimena. Lämpötilan kohotessa väritön kaasumainen dityppitetraoksidi alkaa dissosioitua punaisen ruskeaksi typpidioksidiksi:



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

- Onko reaktio endo- vai eksoterminen? Perustele vastauksesi. (2 p.)
- Kuinka monta prosenttia dityppitetraoksidista dissosioituu typpidioksidiksi, kun 0,372 litran astiaan suljetaan 0,0240 moolia N_2O_4 lämpötilassa 25 °C? (3 p.)
- Dityppitetraoksidin 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 dityppitetraoksidin dissosioitumisaste näissä olosuhteissa? (4 p.)

syksy 2012

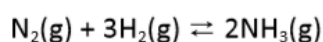
- Vesiliuos, jonka tilavuus oli 125 ml, sisälsi 15,0 mmol erästä heikkoa yksiarvoista happoa HA. Liuoksen pH-arvoksi mitattiin 3,30 lämpötilassa 25 °C.
 - Mikä on liuoksen pH, kun siihen lisätään 75 ml vettä?
 - Toiseen 125 ml:n vesiliuokseen, joka myös sisälsi 15,0 mmol samaa happoa HA, lisätään 75 ml 0,200 M NaOH-liuosta. Mikä on näin saadun liuoksen pH?
 - Kohdissa a ja b valmistetut liuokset yhdistetään. Mikä on muodostuneen liuoksen pH?

kevät 2012

- +12. 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

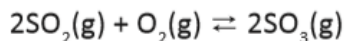
$$K_p = K(RT)^{-2},$$

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 ammoniakkia lämpötilassa 473 K. Kun tasapainotila oli asettunut, mitattiin kokonaispaineen astiassa olevan 1,70 MPa. Määritä a-kohdan reaktion tasapainovakion K_p arvo. (4 p.)

syksy 2011

10. 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 $K = 3\,200 \text{ l/mol}$.

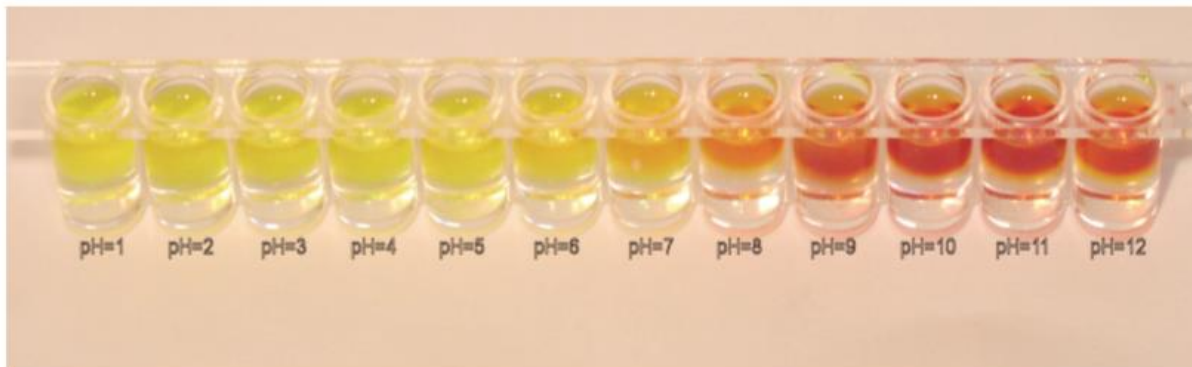
- a) Reaktioastia, jonka tilavuus on 1,00 l, sisältää 2,00 mol SO_2 . Kuinka paljon happea tulee lisätä astiaan, jotta tasapainon asetuttua happea on jäljellä 0,20 mol? (4 p.)
- b) Miten reaktion tasapainovakion arvo muuttuu, kun lämpötilaa lasketaan? Perustele. (2 p.)

kevät 2011

- +12. a) 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.)
- b) 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.)
- c) 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.)
- $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$

syksy 2010

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

kevät 2010

10. 1,00 litran astiaan suljettiin 0,030 moolia fosforipentakloridia ja 0,020 moolia klooria lämpötilassa 250°C . Näissä olosuhteissa reaktion



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

- a) Laske eri kaasujen konsentraatiot tasapainotilan asetuttua.
 b) Päätele tehtävässä annettujen tietojen perusteella, mihin suuntaan tasapainotila siirtyy, kun lämpötilaa nostetaan.
 c) 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. 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).
- a) Esitä rikkihapon protolyysireaktioiden yhtälöt. (1 p.)
 - b) Päättelä, onko natriumvetysulfaatin vesiliuos hapan, neutraali vai emäksinen. (2 p.)
 - c) Kuinka suuri ainemäärä rikkihappoa on liuotettu veteen 1,00 litraksi liuosta, kun liuoksen $\text{pH} = 2,00$? (3 p.)
 - d) Laske $1,0 \cdot 10^{-3}$ M rikkihappoliuoksen pH . (3 p.)
-