

1. UTTAKSPRØVE



til den

39. Internasjonale Kjemiolympiaden 2007 i Moskva, Russland



Dag: En dag i ukene 36-38.

Varighet: 100 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og "Tabeller og formler i kjemi".

Maksimal poengsum: 100 poeng

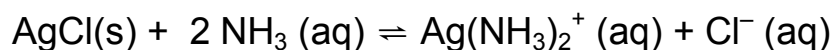
Oppgavesettet er på **8** sider (inklusive forsiden) og har **8** oppgaver

Oppgave 1 (30 poeng)

Oppgave 1 er en flervalgsoppgave der du bare skal svare ved å angi bokstaven som viser riktig alternativ. Det er kun ett svar som er helt riktig. Flervalgsoppgavene teller 3 poeng hver.

- 1) Hva blir pH i en 1 L vannløsning som tilsettes $4,0 \cdot 10^{-3}$ mol fast Na_2NO_3 ?
- A) 3
 - B) 4
 - C) 7
 - D) 10

- 2) Hvordan vil tilsetning av en HNO_3 -løsning påvirke følgende likevekt (se bort fra volumendringer)?



- A) Reaksjonen vil gå mot høyre
 - B) Reaksjonen vil gå mot venstre
 - C) Ikke påvirkes
 - D) Umulig å si uten å kjenne konsentrasjonen til $\text{NH}_3 \text{ (aq)}$
- 3) For å nøytralisere en blanding av HCl (25,6 mL, 0,135 M) og NaOH (32,7 mL, 0,115 M), trengs 14,3 mL av:
- A) 0,242 M NaOH
 - B) 0,0213 M NaOH
 - C) 0,263 M HCl
 - D) 0,0213 M HCl
- 4) Hvilken av disse blandingene danner en buffer:
- A) CH_3COOH (50 mL, 0,10 M) og NaOH (50 mL, 0,10 M)
 - B) CH_3COOH (50 mL, 0,10 M) og NaOH (50 mL, 0,050 M)
 - C) CH_3COOH (50 mL, 0,050 M) og NaOH (50 mL, 0,10 M)
 - D) CH_3COOH (50 mL, 0,050 M) og NaOH (50 mL, 0,050 M)

5) For likevekten $\text{PbI}_2 (\text{s}) \leftrightarrow \text{Pb}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq})$ er $K_{\text{sp}} = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ M}^3$. Konsentrasjonen av $\text{Pb}^{2+} (\text{aq})$ i en mettet løsning av blyjodid hvor $[\text{I}^-] = 0,01 \text{ M}$ er da

- A) $7,1 \cdot 10^{-7} \text{ M}$
- B) $7,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- C) $7,1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
- D) $7,1 \cdot 10^{-1} \text{ M}$

6) En forbindelse inneholder bare grunnstoffene C, H og O, og består av 60,00 % C og 4,48 % H. Hva er empirisk formel?

- A) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$
- B) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$
- C) $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_2$
- D) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$

7) En gitt reaksjon er lettere å gjennomføre ved romtemperatur enn ved 75°C . Vi kan konkludere med at

- A) Reaksjonen er eksoterm
- B) Reaksjonen er endoterm
- C) Reaksjonen er hverken eksoterm eller endoterm (energinøytal)
- D) Kan ikke avgjøres uten å kjenne likevektskonstanten

8) Hvilken av følgende reaksjoner har størst tilvekst i entropi

- A) $\text{Br}_2 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{BrCl} (\text{g})$
- B) $2 \text{NO} (\text{g}) \rightarrow \text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$
- C) $\text{C} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g})$
- D) $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$

9) En vandig løsning fortynnes med vann, og pH avtar. Løsningen inneholder:

- A) HCl
- B) CH_3COONa
- C) NaCl
- D) NH_4Cl

10) I hvilket forsøk vil vi ikke få en redoks-reaksjon i.h.t. spenningsrekken

- A) Blyspiker i 1 M AgNO_3 løsning
- B) Kobberspiker i 1 M I_2 løsning
- C) Tinnspiker i 1 M MgSO_4 løsning
- D) Aluminiumspiker i 1 M HCl løsning

Oppgave 2 (4 poeng)

Ranger følgende bindingstyper etter stigende bindingsstyrke

- A) Kovalent binding
- B) Ionisk binding
- C) Dipolbindinger/van der Waals bindinger
- D) Hydrogenbindinger

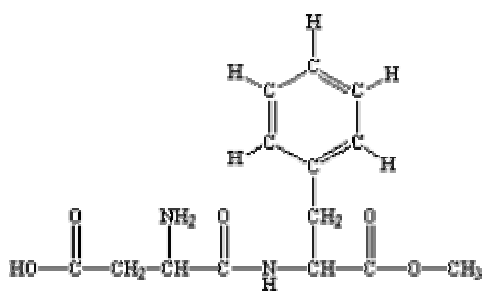
Oppgave 3 (8 poeng)

I løpet av ferien har vasken din dryppet og dannet pene grønne flekker av CuCO_3 i vasken din. Moren din synes ikke de er så pene og ber deg om å fjerne dem. Du har en del ulike kjemikalier tilgjengelig. Hva skjer (eventuelt) når du bruker de ulike i listen nedenfor? Forklar med reaksjonslikning der hvor det skjer en oppløsningsreaksjon

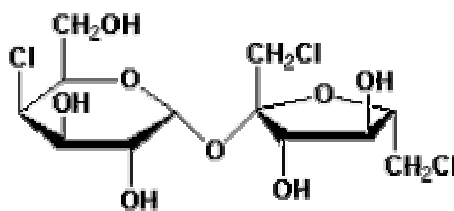
- A) 1 M AgNO_3
- B) 1 M HCl
- C) 1 M NaOH
- D) 1 M CH_3COOH

Oppgave 4 (20 poeng)

Aspartam har i stor utstrekning vært brukt som kunstig søtningstoff i lettbrus. I 2005 ble et nytt søtningstoff tillatt i Norge, nemlig sukralose, og de første lettbrusene med dette søtningstoffet har begynt å komme på markedet. Nedbrytningsproduktene av aspartam kan taes opp i tarmen, og det har blitt reist spørsmål om aspartam kan bidra til blant annet kreft, men man har ikke klart å påvise noen sammenheng. Sukralose derimot absorberes i liten grad i tarmen.



Aspartam



Sukralose

a) Regn ut den molare massen til aspartam

Maksimal daglig dose av aspartam og sukralose er satt til henholdsvis 40 mg og 15 mg pr. kg kroppsvekt. Sukralose har molar masse 397,66g/mol

b) Regn ut hvor mange mol aspartam og sukralose maksimal daglig dose tilsvarer for et menneske som veier 70 kg.

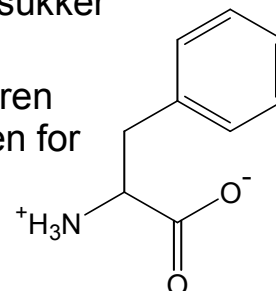
c) Regn ut forholdstallet mellom antall molekyler aspartam og sukralose som maksimal daglig dose tilsvarer.

d) Navngi og merk av på strukturen tre ulike organiske grupper du finner i aspartam.

For at vanlig sukker (molar masse 342,34 g/mol) skal smake like søtt som 1,00 mg sukralose må det brukes 516 mg vanlig sukker.

e) Hvor mange ganger søtere er sukralose enn vanlig sukker (molekylmessig)?

Et av nedbrytningsproduktene fra aspartam er aminosyren fenylalanin. Figuren til høyre viser protoneringstilstanden for fenylalanin ved pH 5,5.



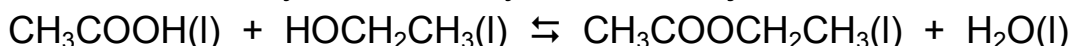
Fenylalanin

f) Tegn hvordan strukturen til fenylalanin er ved henholdsvis betydelig lavere og høyere pH.

g) Det er også fremsatt helsemessig skepsis mot bruk av sukralose. Kan du ut fra å se på strukturen til sukralose forstå hva som en del er skeptisk til?

Oppgave 5 (10 poeng)

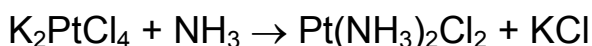
Esteren etylacetat lages ved å blande eddiksyre og etanol og litt konsentrert svovelsyre som katalysator. Reaksjonen er:



- a) Skriv uttrykket for likevektskonstanten K for denne reaksjonen.
Hvis vi blander 1,0 mol av hvert av de to utgangsstoffene ved 76 °C, vil det være 0,66 mol etylacetat ved likevekt.
- b) Beregn hvilken verdi K har ved 76 °C.
- c) Hvilken stoffmengde ester venter du å få hvis du i stedet bruker 1,0 mol eddiksyre og 3,0 mol etanol ved 76 °C?

Oppgave 6 (5 poeng)

Cisplatin, som brukes i behandling av kreftsvulster, fremstilles etter følgende reaksjonsskjema:



- a) Skriv balansert likning
10 gram K_2PtCl_4 blandes med 5 gram NH_3
- b) Hvilken reagens er begrensende faktor ?

Oppgave 7 (8 poeng)

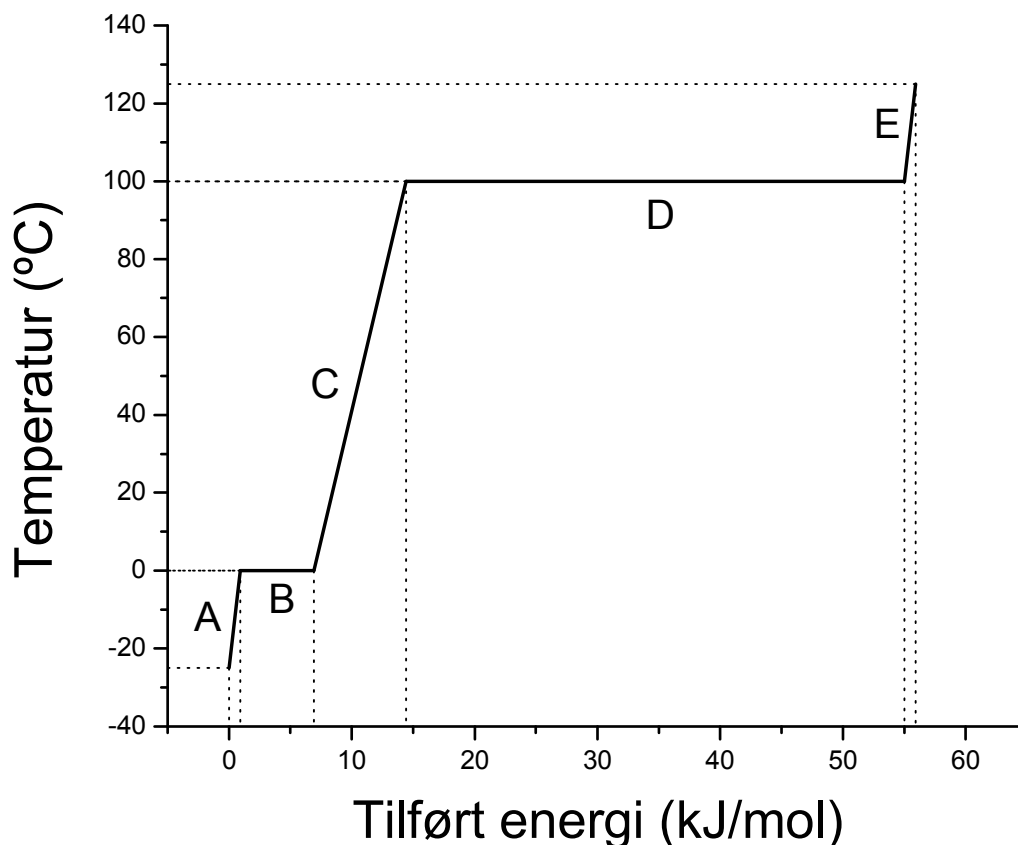
Du får utlevert 4 flasker **A** - **D** med følgende løsninger: NaOH (aq), $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ (aq), $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ og CuCl_2 (aq) som alle er laget fra lettløselige salter oppløst i vann. Du setter opp en serie forsøk hvor to og to løsninger blandes i ulike reagensglass. Bunnfall er markert med "Bf", mens "—" betyr at ingen tungtløselige salter felte ut ved blanding.

	B	C	D
A	—	Bf	—
B		Bf	Bf
C			Bf

Identifiser løsningene **A** - **D**

Oppgave 8 (15 poeng)

Vann har som kjent tre ulike faser: is, flytende vann og vanndamp. Overgangene (s) $\rightarrow$ (l) og (l) $\rightarrow$ (g) ved oppvarming kalles for smelting og fordamping, henholdsvis. Følgende diagram viser sammenhengen mellom varmeenergi tilført til 1 mol vann og temperaturen i prøven.



a) Hvilke linjestykker (**A - E**) i figuren representerer henholdsvis smelting og fordamping?

b) Hva krever mest energi, smelting eller fordamping av vann?

c) Gi en kort forklaring på svaret i oppgave b)

Varmekapasitet er definert som den varmemengde som skal tilføres 1 mol av et stoff for at temperaturen skal øke med 1 grad:

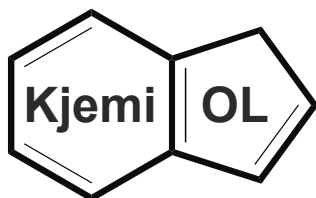
$$C = \left(\frac{\text{Tilført energi pr mol}}{\text{Endring i temperatur}} \right)$$

d) Les av nødvendige data fra figuren og gjør et overslag over varmekapasiteten til flytende vann.

e) Hvor mye energi skal til for å omdanne 1 kg is med temperatur -25°C til vanndamp med en temperatur på 100°C ?

1 kalori er definert som den energimengden som skal til for å øke temperaturen til 1 gram flytende vann med 1 grad.

f) Vis at 1 kalori $\approx$ 4 Joule



2. UTTAKSPRØVE



til den

39. Internasjonale Kjemiolympiaden 2007 i Moskva, Russland



Dag: Onsdag 24. januar

Varighet: 180 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og "Tabeller og formler i kjemi".

Maksimal poengsum: 100 poeng

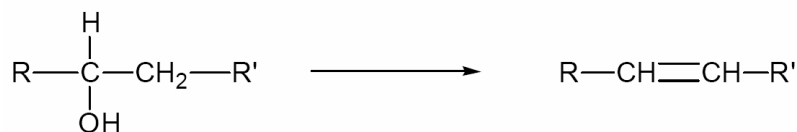
Oppgavesettet er på **8** sider (inklusive forsiden) og har **7** oppgaver

Oppgave 1 (30 poeng)

Oppgave 1 er en flervalgsoppgave der du bare skal svare ved å angi bokstaven som viser riktig alternativ. Det er kun ett svar som er helt riktig. Flervalgsoppgavene teller 3 poeng hver.

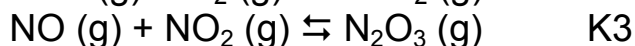
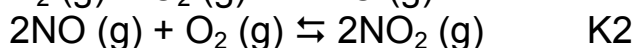
- 11) Den molare massen til glukose ($C_6H_{12}O_6$) er 180 g/mol og N_A er Avogadros konstant. Hvilket av følgende utsagn er ikke korrekt
- A) 1,00 mmol av glukose har massen 180 mg
 - B) 0,0100 mol glukose inneholder $0,0100 \times 24 \times N_A$ atomer
 - C) 100 mL av en 0,10 M løsning inneholder 18 g glukose
 - D) 90,0 g glukose inneholder $3 \times N_A$ atomer karbon
- 12) Hvis tettheten av en veske B er ρ (i g/mL), M er den molare massen av B (g/mol) og N_A er Avogadros konstant, så vil antall molekyler av B i 1 liter være gitt ved
- A) $(1000 \times \rho) / (M \times N_A)$
 - B) $(1000 \times \rho \times N_A) / M$
 - C) $(N_A \times \rho) / (M \times 1000)$
 - D) $(N_A \times \rho \times M) / 1000$
- 13) Hvilket av følgende grunnstoffer har størst ioniseringsenergi for det tredje ytterste elektronet?
- A) B
 - B) C
 - C) N
 - D) Mg
- 14) Gitt en bestemt reaksjon. Hvilken parameter blir endret ved tilsetning av en katalysator?
- A) Aktiveringsenergien
 - B) Likevektskonstanten
 - C) Entropien
 - D) Den totale energiendringen

- 15) En vanlig reaksjon for alkoholer er dehydrering hvor det dannes en dobbeltbinding (se figur). Noen ganger dannes ett enkelt produkt, mens andre ganger dannes en blanding av flere isomerer. Hvor mange isomerer dannes fra alkoholen heksan-3-ol ?

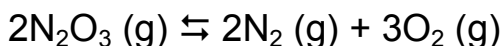


- A) 2
B) 3
C) 4
D) 5
- 16) Hvilken av følgende type forbindelser består ikke av monomerer (enkeltmolekyler) knyttet sammen i lange kjeder?
- A) Fettsyrer
B) Polysakkarider
C) Proteiner
D) DNA
- 17) Hvilken av disse blandingene danner en buffer:
- A) Na_3PO_4 (50 mL, 0,10 M) og NaOH (50 mL, 0,10 M)
B) H_3PO_4 (50 mL, 0,10 M) og HCl (50 mL, 0,050 M)
C) Na_2HPO_4 (50 mL, 0,050 M) og H_2SO_4 (50 mL, 0,10 M)
D) Na_3PO_4 (50 mL, 0,10 M) og H_2SO_4 (50 mL, 0,050 M)
- 18) Dijod (I_2) kan adderes til dobbeltbindinger i fettsyrer (ett dijodmolekyl pr. dobbeltbinding). Hvor mange dobbeltbindinger er det i ett molekyl av arachidonsyre ($M = 304,5 \text{ g/mol}$), når du vet at 0,125 gram av syren forbruker 0,417 gram dijod før alle dobbeltbindinger er mettet med jod?
- A) 2
B) 3
C) 4
D) 8

19) Gitt følgende tre likevekter med tilhørende likevektkonstanter

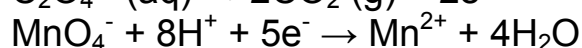
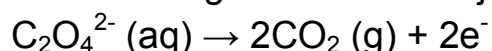


Hva er likevektkonstanten for reaksjonen



- A) $(K1)^2 \cdot K2 \cdot (K3)^2$
- B) $1 / ((K1)^2 \cdot K2 \cdot (K3)^2)$
- C) $K1 \cdot K2 \cdot K3$
- D) $1 / (K1 \cdot K2 \cdot K3)$

20) Oksalationer $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$ kan bli oksidert av permanganationer $[\text{MnO}_4^-]$ i henhold til følgende halvreaksjoner:

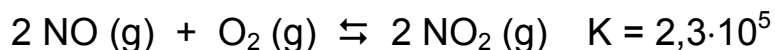


Hvor mange mol MnO_4^- kreves for oksidasjon av 1 mol $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ til CO_2 ?

- A) 0,4
- B) 2
- C) 2,5
- D) 5

Oppgave 2 (8 poeng)

De to vanlige nitrogenoksidene i forurenset luft inngår i følgende likevekt med hverandre:



Vi starter med 0,10 M NO (g) og 0,20 M O₂ (g).

- h) Sett opp et molregnskap som viser konsentrasjonene av alle forbindelser før reaksjonen starter, etter antatt fullstendig reaksjon og til slutt etter at likevekt har stilt seg inn (bruk symbolet Δ for endring mot likevekt)
- i) Beregn hva konsentrasjonen av NO vil være ved likevekt. Begrunn kort eventuelle antagelser som du må gjøre for å forenkle regningen.

Oppgave 3 (10 poeng)

En elektrokjemisk celle oppbygges av en sølvstang i 100 mL av en 1,0 M AgNO_3 -løsning i ett begerglass og en nikkelstang i 100 mL av en 1,0 M $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ -løsning i et annet begerglass. De to løsningene er forbundet med en saltbro, og de to metallstengene er forbundet med en ledning. Temperaturen er 25 °C under hele eksperimentet.

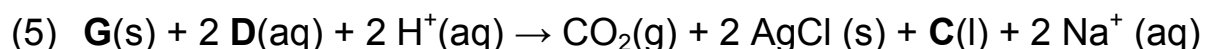
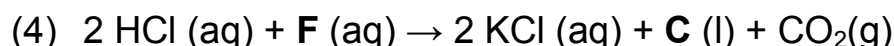
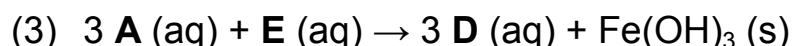
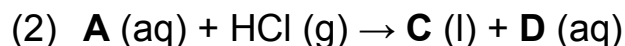
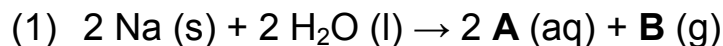
- Tegn en enkel skisse av denne elektrokjemiske cellen, og angi på tegningen hva som er katode, anode og retningen på elektronstrømmen i den ytre lederen.
- Skriv en balansert reaksjonslikning for totalreaksjonen som danner denne elektronstrømmen.
- Beregn utgangscellespenningen til dette "batteriet" ?

Til begerglasset med nikkel-løsningen tilsettes 200 mL rent vann slik at løsningen fortynnes

- Forklar kort hvilken vei likevekten i punkt b forskyves.
- Vil dette nye batteriet ha en lavere eller høyere utgangsspenning en batteriet i punkt c?

Oppgave 4 (14 poeng)

Angi kjemisk formel på forbindelsene **A** – **G** i følgende reaksjoner (NB! Symbolene **B**, **C** og **F** er **ikke** bor, karbon og fluor, men ukjente forbindelser du skal finne frem til)



Oppgave 5 (12 poeng)

0,1152 gram av en forbindelse **A**, som inneholder karbon, hydrogen, nitrogen og oksygen forbrennes med overskudd oksygen. De dannede gassene behandles ytterligere for å omdanne alle nitrogenholdige forbindelser til ren N_2 -gass.

I den resulterende gassblandingen av CO_2 , H_2O og N_2 bestemmes massen av de to produktene vann og karbondioksid til å være $m(H_2O) = 0,09912$ gram og $m(CO_2) = 0,2081$ gram. Volumet av $N_2(g)$ måles til 17,89 mL ved $0^\circ C$ og 1 atmosfæres trykk (STP).

- d) Beregn massen av N i forbindelse **A**.
- e) Beregn massen av C, H, og O i forbindelse **A**.
- f) Beregn den empiriske formel for **A**.

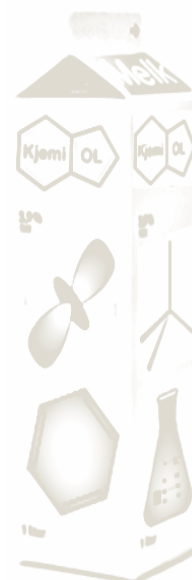
Oppgave 6 (15 poeng)

Magnesium er et viktig grunnstoff for mennesker. Det finnes hovedsakelig i muskler og ben, men også en del enzymer (katalytiske proteiner) trenger magnesium for å fungere. Mg^{2+} felles som $Mg(OH)_2(s)$ i basiske løsninger ved 25 grader celsius med sin K_{sp} på $2.0 \cdot 10^{-11} M^3$.

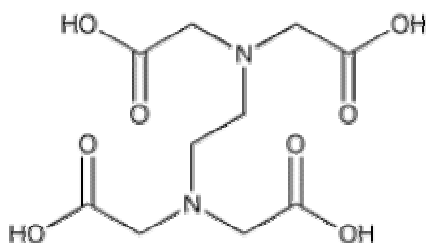
- a) Hva er løseligheten (målt i milligram/liter) av $Mg(OH)_2$ i rent vann ?
- b) Hva er løseligheten (målt i milligram/liter) av $Mg(OH)_2$ i vann ved pH = 10 ?

Kalsium er også et vitalt grunnstoff, og finnes i hovedsak i tenner og ben. I motsetning til magnesium vil ikke kalsium felles som tungtløselig hydroksid ved pH rundt 13. I en Mg/Ca-blanding vil det ved pH 13 bare være fritt Ca^{2+} i løsningen, mens det ved pH rundt 10 vil være både Mg^{2+} og Ca^{2+} i løsningen. Dette kan vi utnytte til å bestemme innholdet av magnesium og kalsium i melk ved titrering.

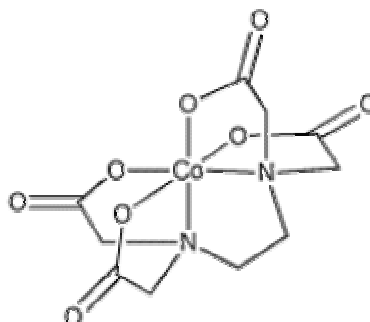
EDTA er et organisk anion som inneholder flere karboksylsyregrupper og som kan binde opp ulike kationer dersom ioneradius og ladning har bestemte verdier. I figuren under er det vist hvordan et Co^{2+} ion bindes opp av



EDTA. Syregruppene på EDTA har pK_a -verdier rundt 2,0 2,7 6,2 og 10,3 henholdsvis for de fire syregruppene. (Tilsvarende K_a verdier er: $1,0 \cdot 10^{-2}$ $2,0 \cdot 10^{-3}$ $6,3 \cdot 10^{-7}$ og $5,0 \cdot 10^{-11}$)



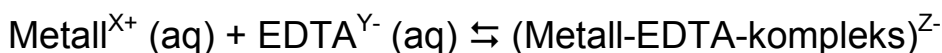
EDTA (nøytral form)



Metallbundet EDTA (ladning ikke vist)

- c) Hva er ladningen på hovedformen av EDTA i en vannløsning med pH i området 8 – 9?

Forbruket av EDTA måles ved å bruke en passende indikator som gir fargeomslag når det blir overskudd fritt EDTA i løsningen. Reaksjonslikningen er som følger (Y og Z avhenger av pH i løsningen, se svaret på oppgave c, men det er uten betydning for titreringen her):

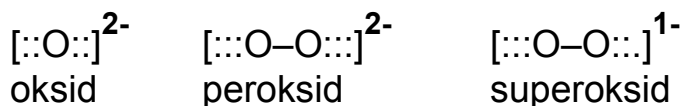


10,0 mL melk ble titrert mot 12,0 mL 0,040M EDTA^{4-} løsning ved pH = 10 før omslag ble registrert. En ny prøve med melk ble tilsatt litt KOH slik at pH = 13. Titrering av 10,0 mL melk ga nå et forbruk på 9,25 mL av den samme EDTA-løsningen.

- d) Beregn hvor mye kalsium det er totalt i melken (i milligram/liter)
e) Beregn hvor mye magnesium det er totalt i melken (i milligram/liter)

Oppgave 7 (11 poeng)

Når et alkalimetall eller jordalkalimetall reagerer med oksygen, dannes ulike oksider. Produktene kalles oksider, peroksider eller superoksider, avhengig av hvilken form oksygenanionet har i forbindelsen (hver prikk representerer ett elektron i det ytterste elektron/valensskallet til oksygenatomene):



a) Hvilken av de tre typer oksider er følgende metalloksider



b) Skriv balansert reaksjonslikning for oppløsning av natriumperoksid i vann under dannelse av hydrogenperoksid.

Kaliumsuperoksid kan dannes ved forbrenning av smeltet kaliummetall i oksygen (og også i luft).

c) Skriv balansert reaksjonslikning for dannelse av kaliumsuperoksid.

Kaliumsuperoksid brukes som oksygenkilde i ulike situasjoner, for eksempel i masker brukt av røykdykkere, gruvearbeidere og til og med i romdrakter for astronauter. Av sikkerhetsmessige årsaker brukes det ikke til dykking fordi kaliumsuperoksidet reagerer voldsomt med flytende vann. Reaksjonen mellom oksidet og svakt fuktig luft fra brukeren av masken er derimot så rolig at det dannes oksygen som kan pustes inn samt et hydroksid.



g) Skriv balansert likning for reaksjon mellom fast kaliumsuperoksid og vanndamp slik at det dannes oksygen.

Det andre produktet i reaksjonen i forrige spørsmål vil reagere med karbondioksidet som brukeren puster ut, og dermed fjerne denne giftige gassen. Det dannes et tungtløselig salt.

e) Skriv balansert reaksjonslikning for fjerning av karbondioksid i slike masker.