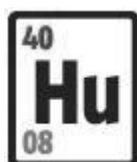


1. UTTAKSPRØVE



til den

40. Internasjonale Kjemiolympiaden 2008 i Budapest, Ungarn



**40th International
Chemistry Olympiad**
2008 Budapest, Hungary

Dag: En dag i ukene 36-38.

Varighet: 100 minutter.

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

Maksimal poengsum: 100 poeng

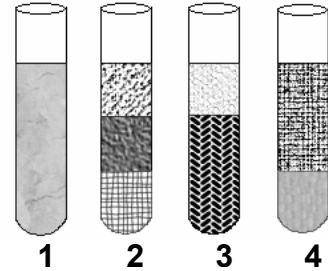
Oppgavesettet er på **9** sider (inklusive forsiden) og har **3** oppgaver

Oppgave 1 (60 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) Hvilken skisse representerer best situasjonen dersom du blander tre like volumer av etanol, vann og heksan i et reagensrør?

- A) Reagensrør 1
- B) Reagensrør 2
- C) Reagensrør 3
- D) Reagensrør 4



2) I hvilken av reaksjonene utvikles det **ingen** gass?

- A) .. Na_2CO_3 + .. $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
- B) .. HNO_3 + .. $\text{Zn} \rightarrow \dots$
- C) .. FeS + .. $\text{HCl} \rightarrow \dots$
- D) .. SO_2 + .. $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

3) Hva er oksidasjonstallene til nitrogen i følgende forbindelser:
 N_2O , NO_2 og NH_3 ?

- A) +II, +IV, +III
- B) +I, +II, +III
- C) +I, +IV, -III
- D) +II, +I, +I

4) Hvilken av forbindelse har korrekt systematiske navnene i forhold til den oppgitte formelen?

- A) SnS_2 tinn(II)sulfid
- B) CuSO_4 kobber(I)sulfat
- C) NaClO natriumhypokloritt
- D) $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ tribariumdifosfitt

- 5) Hvilket utsagn er korrekt?
- A) $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ er en redoksreaksjon
 - B) I reaksjonen $2\text{NaCl} + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{NaF} + \text{Cl}_2$, natrium blir oksidert
 - C) I reaksjonen $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$, jernatomet mottar elektroner
 - D) I reaksjonen $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ er H_2 reduksjonsmiddelet
- 6) Et glass inneholder 20 ml 0,1M amoniakk-løsning og et annet glass inneholder 20 ml 0,1M saltpetersyre. De to løsningene blandes sammen. pH i blandingen vil da være (omtrent):
- A) 1
 - B) 5
 - C) 7
 - D) 14
- 7) Du har en svak syre som utgangspunkt for å lage en buffer med $\text{pH} = \text{pK}_a$. For å klare dette må du tilsette:
- A) halvparten stoffmengde av en sterk base
 - B) dobbel stoffmengde av den korresponderende basen
 - C) halvparten stoffmengde av den korresponderende basen
 - D) dobbel stoffmengde av en sterk base
- 8) En forbindelse bestående av to atomslag inneholder per gram hydrogen syv gram nitrogen. Mulig formel er:
- A) N_2H_2
 - B) N_2H_4
 - C) NH_3
 - D) Ingen av de foreslåtte formlene
- 9) Hva er den totale konsentrasjonen av nitrat i en løsning som er laget ved å blande 100 ml 0,25M bly(II)nitrat og 100 ml 0,10M kaliumnitrat ?
- A) 0,30M
 - B) 0,25M
 - C) 0,20M
 - D) 0,175M

10) Massen av silisium i en mikroprosessor er 0,23 milligram.
Hvor mange silisiumatomer består en slik brikke av ?

- A) $4,9 \cdot 10^{18}$
- B) $1,4 \cdot 10^2$
- C) $3,9 \cdot 10^{21}$
- D) $2,6 \cdot 10^{27}$

11) Likevekten av en eksoterm reaksjon vil forskyves mot mer
produkt dannelse dersom:

- A) Et eller flere av produktene fjernes under reaksjonens gang
- B) Temperaturen økes
- C) Det tilsettes/benyttes en effektiv katalysator
- D) Det er ikke mulig å påvirke mengden av produkt som dannes

12) Ranger følgende forbindelser etter økende bindingsstyrke
mellom atomene

- A) $\text{He} < \text{Ar} < \text{Mg} < \text{Al}_2\text{O}_3 < \text{C}$
- B) $\text{Ar} < \text{He} < \text{Al}_2\text{O}_3 < \text{C} < \text{Mg}$
- C) $\text{He} < \text{Ar} < \text{C} < \text{Mg} < \text{Al}_2\text{O}_3$
- D) $\text{C} < \text{Mg} < \text{Al}_2\text{O}_3 < \text{He} < \text{Ar}$

13) Den kjemiske formel for jern(III) oksid er

- A) Fe_3O_2
- B) Fe_2O_3
- C) FeO
- D) FeO_2

14) Hvis MBr_2 er formelen for et metallbromid, er formelen for
oksidet av metallet M gitt ved

- A) M_2O
- B) MO
- C) M_2O_3
- D) MO_2

- 15) Hvilket oksid reagerer med vann og gir basisk løsnings?
- A) SO_2
 - B) CO_2
 - C) CaO
 - D) P_4O_{10}
- 16) Hvor mange strukturisomere former finnes det av molekyler med formel C_4H_8 ?
- A) 7
 - B) 6
 - C) 5
 - D) 4
- 17) Hvilken type binding er årsaken til at vann har så høyt kokepunkt ?
- A) Van der Waals / dipol binding
 - B) Hydrogenbinding
 - C) Ionebinding
 - D) Elektronparbinding
- 18) Man har staver av fire metaller A, B, C og D som alle kan danne toverdige ioner A^{2+} . De fire stavene settes etter tur i saltløsninger av de andre metallene. I tabellen nedenfor er det vist med symbolet "R" i hvilke tilfelle en reaksjon skjer og med symbolet "-" hvor det ikke skjer en reaksjon.

X	A^{2+}	B^{2+}	C^{2+}	D^{2+}
A	X	-	R	-
B	R	X	R	-
C	-	-	X	-
D	R	R	R	X

De fire metallene har økende reduserende evne i følgende rekkefølge

- A) $\text{A} < \text{B} < \text{D} < \text{C}$
- B) $\text{D} < \text{B} < \text{A} < \text{C}$
- C) $\text{C} < \text{A} < \text{B} < \text{D}$
- D) Ingen av de over nevnte rekkefølge

19) Man har løsninger av de fire saltene KBr, AgNO₃, BaCl₂ og Na₂SO₄. Løsningene blandes i tur og orden to og to. Blandinger der det skjer kraftig felling er markert "BF" i tabellen nedenfor. Svak felling er markert med "b". Symbolet "-" betyr ingen synlig felling.

X	1	2	3	4
1	X	BF	BF	b
2	BF	X	-	BF
3	BF	-	X	-
4	b	BF	-	X

De fire saltene har nummer:

- A) KBr = 3, AgNO₃ = 2, BaCl₂ = 1, Na₂SO₄ = 4
- B) KBr = 2, AgNO₃ = 4, BaCl₂ = 3, Na₂SO₄ = 1
- C) KBr = 4, AgNO₃ = 2, BaCl₂ = 3, Na₂SO₄ = 1
- D) KBr = 3, AgNO₃ = 1, BaCl₂ = 2, Na₂SO₄ = 4

20) Ranger følgende organiske forbindelser etter økende kokepunkt:

A = propansyre; B = etan; C = metanol; D = butan

- A) A < C < D < B
- B) B < D < C < A
- C) D < A < B < C
- D) C < B < A < D

Oppgave 2 (20 poeng)

A. TinBort® veisalt (10 poeng)

Både kalsiumklorid og natriumklorid kan anvendes for å smelte snø og is på vinterveier. Et firma markedsførte en blanding av disse to saltene under navnet TinBort®. Som kjemiker vil du se på blandingsforholdet mellom de to saltene. Du vil prøve to ulike fremgangsmåter. Først løser du opp 2,463 gram TinBort® i vann før du tilsetter natriumoksalat, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, for å felle ut tungtløselig kalsiumoksalat.

a) Skriv balansert likning for utfellingsreaksjonen.

Det utfelte produktet ble vasket godt i vann før det ble oppløst i en svovelsyreløsning til alt utfelt salt igjen er oppløst. Oksalysyren ble så titrert mot en 0,10M kaliumpermanganatløsning (KMnO_4) under dannelse av karbondioksid og Mn^{2+} -ioner. Omslagspunktet for titreringen ble nådd når 21,62 ml kaliumpermanganatløsning var tilsatt.

b) Hvordan kan du se omslaget i denne titreringen?

c) Skriv en balansert reaksjonslikning for reaksjon mellom oksalysyre og permanganationer.

d) Beregn hvor mye kalsiumklorid (i masseprosent) det er i TinBort®.

I et annet forsøk løser du opp 4,167 gram TinBort® i vann og tilsetter en sølvnitratløsning i overskudd. Det utfelte bunnfallet filtreres fra, tørkes godt og veies. Vekten ble målt til 9,041 gram.

e) Skriv reaksjonslikning for utfellingsreaksjonen.

f) Beregn hvor mye kalsiumklorid (i masseprosent) det er i TinBort®.

B. En likevekt (10 poeng)

I en lukket beholder er følgende gasser i likevekt:



a) Vil likevekten forskyves, og i tilfelle i hvilken retning, hvis vi:

1. fjerner noe SO_3
2. øker trykket ved å tilføre N_2
3. varmer opp blandingen
4. tilsetter en katalysator.

b) I hvilke(t) av tilfellene ovenfor vil likevektskonstanten for reaksjonen forandres?

I et forsøk ved romtemperatur blandes 0,40 mol SO_2 , 0,65 mol O_2 og 3,95 mol N_2 i en 500 ml beholder. Når det er blitt likevekt i blandingen, inneholder beholderen 0,38 mol SO_3 .

c) Beregn likevektskonstanten for reaksjonen mellom SO_2 og O_2 .

[Normalt skal likevekter for gasser beregnes ved å bruke de enkelte gassenes deltrykk, men i denne oppgaven skal du for enkelthets skyld beregne konsentrasjonen av hver gass og bruke dette måltallet i beregningen]

Oppgave 3 (20 poeng)

Avgjør om pH i løsningene øker, blir uforandret, eller avtar ved prosessene nedenfor. Kryss av i feltet for riktig svar.

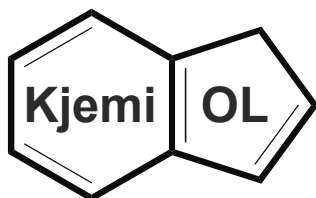
Prosess	pH øker	pH uendret	pH avtar
Natriumklorid løses i 2 M salpetersyre			
Fast magnesium løses i 0,1 M saltsyre			
Svoveldioksidgass løses i 0,1 M natriumhydroksid			
2 M eddiksyre fortynnes			
6 M ammoniakk kokes			
Ammoniumnitrat løses i 1 M ammoniakk			
Sølv løses i 6 M salpetersyre			
Korken på en brusflaske tas av			

Det er gitt 4 løsninger av svovelsyre med forskjellige volum og konsentrasjoner, de er nummerert 1-4:

1. 800 mL 1,0 M
2. 500 mL 2,0 M
3. 100 mL 3,0 M
4. 600 mL 2,5 M

Gi svar ved å krysse av i tabellen.

Hvilken løsning	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
... er mest konsentrert				
... har minst tetthet				
... inneholder flest sulfationer				
... inneholder 1,0 mol H ₂ SO ₄				



2. runde
for uttakning til den



40. internasjonale kjemiolympiaden
i Budapest, Ungarn, 12.-21. juli 2008



**40th International
Chemistry Olympiad**
2008 Budapest, Hungary

Fredag 16. januar 2008

Tid: 180 minutter

Hjelpemidler: Lommeregner og Tabeller i kjemi

Maksimal poengsum: 100 poeng

Oppgavesettet er på 8 sider medregnet forsiden og har 7 oppgaver

Øverst på besvarelsen må du skrive *skole, navn, fødselsdato, hjemmeadresse og eventuelt e-postadresse og mobilnummer*, slik at vi kan kontakte deg dersom du kvalifiserer deg til finaleuken.

SKRIV TYDELIG SÅ DU IKKE MISTER POENG PGA UKLARHETER !!

Besvarelsen føres på egne ark. Du kan beholde oppgaveheftet.

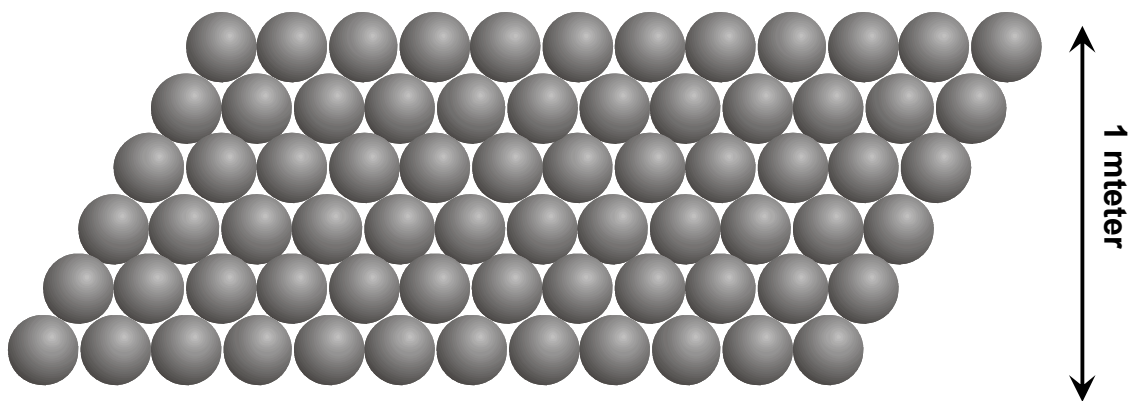
Oppgave 1 (20 poeng)

- 1) Rangér følgende forbindelser etter økende kokepunkt (alle er væsker ved romtemperatur)
- A) Vann < Etanol \approx Benzen < Eter
 - B) Eter < Etanol \approx Benzen < Vann
 - C) Vann < Eter < Etanol \approx Benzen
 - D) Etanol \approx Benzen < Eter < Vann
- 2) Rangér følgende forbindelser etter økende smeltepunkt (alle er faste stoffer ved romtemperatur; sukrose = glukose + fruktose = vanlig sukker).
- A) Sukrose < Tinn < NaCl < Wolfram
 - B) NaCl < Sukrose < Wolfram < Tinn
 - C) NaCl < Wolfram < Sukrose < Tinn
 - D) Wolfram < NaCl < Tinn < Sukrose
- 3) Rangér følgende grunnstoffer etter avtagende elektronegativitet
- A) F > O > C > Na
 - B) O > F > C > Na
 - C) Na > F > O > C
 - D) Na > C > O > F
- 4) Hvilket av følgende tre-atom molekyler har en vinklet struktur **og** danner en elektrisk dipol
- A) CO₂
 - B) HCN
 - C) H₂S
 - D) CS₂
- 5) Hvilke(n) reagens(er), **A** - **C**, er begrensende for reaksjonen **A + 2B + 3C** \rightarrow produkter, dersom startmengdene er 2 mol **A**, 3 mol **B** og 6 mol med **C**.
- A) **A**
 - B) **B**
 - C) **C**
 - D) Både **A** og **C**

6) En organisk forbindelse **A** er løselig i eter. En løsning av **A** i eter ristes sammen med en vandig løsning av NaOH. Etter at de to fasen skiller fra hverandre igjen, finnes det ikke noe **A** igjen i eterfasen. En annen løsning av **A** i eter ristes sammen med en vandig løsning av HCl. Nå vil **A** befinne seg i eterfasen etter at de to veskene er separert. Hvilken av følgende klasser av organiske forbindelser er det sannsynlig at **A** tilhører ifølge de to nevnte forsøkene?

- A) Eter
- B) Organisk syre
- C) Organisk base
- D) Alkohol

7) En aluminiumsboks for kullsyreholdig drikke veier omtrent 2,5 gram. Anta at aluminiumen i denne boksen vales ut til en plate som bare har en tykkelse tilsvarende 1 atom i en bredde på 1 meter, og at aluminiumsatomene i dette laget pakkes sammen som vist på figuren (vinkelen er 60°). Radius til et enkelt atom er $120 \text{ pm} = 120 \cdot 10^{-12} \text{ meter}$. Hvor lang vil denne minimalt tykke aluminiumsplatene være ?



- A) 696 m
- B) 1391,5 m
- C) 2783 m
- D) 3214 m

8) Hvor mange valenselektroner har et atom med elektronkonfigurasjon $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 6

9) En kaffetrakter har fått et belegg av CaCO_3 på elementet sitt og har økt sin vekt med 23 g. Kaffetrakteren har et væskevolum på 1 L. Hvor mange ganger må du minst fylle kaffetrakteren med 0.1 M CH_3COOH for å få løst opp all CaCO_3 ?

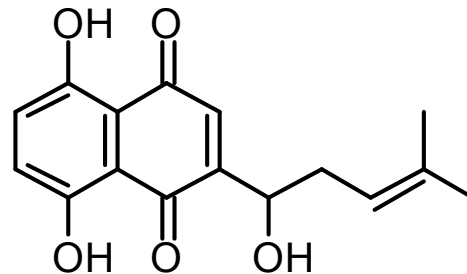
- A) 3 ganger
- B) 6 ganger
- C) 9 ganger
- D) 1 gang

10) Hvor mange **stereoisomerer** finnes det av shikonin?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4



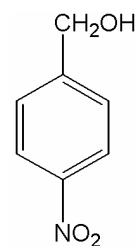
Shikonin er en rød forbindelse som finnes i røttene til planten *Lithospermum erythrorhizon* som vokser i Asia. Ekstrakter fra røttene har blitt brukt i folkemedisinen for århundrer.



Shikonin

Oppgave 2 (15 poeng)

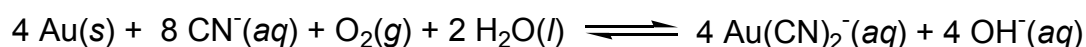
Forbindelsen 4-nitrobenzylalkohol (**A**) (se figur) oksideres med dikromat ($K_2Cr_2O_7$) til forbindelse **B**.



- Tegn struktur og skriv systematisk navn på forbindelse **B**.
- Forbindelse **B** reagerer med $H_2N-CH_2-CH_2-OH$ og danner et amid. Tegn strukturen til dette amidet. Hint: amid = ...—CO—NH—...
- Forbindelse **B** kan også reagere med $H_2N-CH_2-CH_2-OH$ på en annen måte. Tegn strukturformel til dette produktet
- Hvilken stoffklasse hører dette produktet til?
- Er denne reaksjonen en addisjon, eliminasjon, kondensasjon eller polymerisasjon?

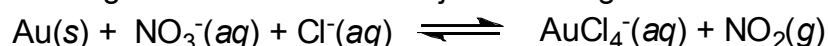
Oppgave 3 (15 poeng)

Kaliumcyanid, KCN, er tradisjonelt brukt til å ekstrahere gull fra malm. Gull oppløses i cyanidløsninger (CN^-) i nærvær av luft under dannelse av $Au(CN)_2^-$, som er stabilt i vandig løsning.



- Tegn strukturen til $Au(CN)_2^-$ slik at molekylets romlige form kommer klart frem.
- Hvor mange gram av KCN trengs for å ekstrahere 20 gram gull fra malmen?

Kongevann (Aqua regia) er en 3:1 blanding (volumforhold) mellom konsentrert saltsyre og salpetersyre. Blandingen ble utviklet av alkymister for å "løse opp" gull. Prosessen er i virkeligheten en redoks-reaksjon med følgende forenklete likning:



- Skriv ned de to halvreaksjonene, og kombiner dem til en fullstendig balansert redoks reaksjonslikning for denne prosessen. Hint: Du trenger også H^+
- Hva er oksidasjonsmiddelet og hva er reduksjonsmiddelet i reaksjonen nevnt i punkt b) / c) ?

Oppgave 4 (14 poeng)

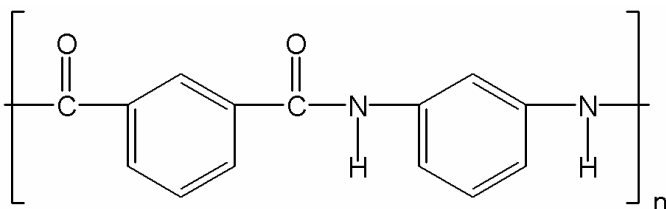
Du får utlevert 4 flasker **A - D** med følgende løsninger: $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (aq), $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ og ZnSO_4 (aq) som alle er laget av relativt lettløselige salter oppløst i vann. Du setter opp følgende forsøk hvor to og to løsninger blandes i ulike reagensglass. Bunnfall er markert med "Bf", mens "—" betyr at ingen tungtløselige salter felte ut ved blanding.

	B	C	D
A	Bf	Bf	—
B		Bf	—
C			Bf

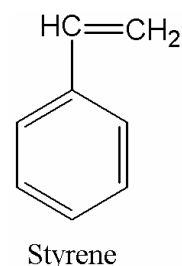
- To av løsningene **A - D** kan identifiseres med sikkerhet. Hvilke? Skriv opp alle tre reaksjoner mellom hver av disse to og de tre andre løsningene, også der hvor det ikke skjer noen reaksjon (skriv da "ingen reaksjon").
- Kom med et forslag til en løsning av et lettløselig salt som kan brukes til sikker identifisering av de to siste løsningene. Skriv likning(er) som begrunner svaret.

Oppgave 5 (6 poeng)

Nylonforbindelsen Nomex™ har følgende struktur:



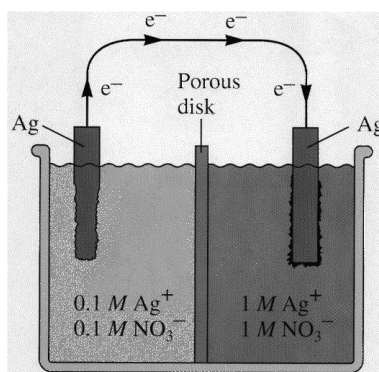
- Tegn strukturformler for de to ulike monomerene som danner Nomex™.
- Tegn polymeren som dannes ved polymerisering av monomeren styren.
- Hvilken klasse av polymerer tilhører de to polymerene nevnt i punkt a) og b) ? [med klassifisering menes her hvilken type reaksjon som skjer ved dannelse av polymeren]



Oppgave 6 (5 poeng)

Vanligvis lages elektrokjemiske celler (batterier) ved å kople sammen en reduksjon og en oksidasjon av **to ulike kjemiske forbindelser**. Jo større forskjell det er i reduksjonspotensiale, desto større blir spenningen i batteriet. F.eks. i alkaliske batterier inngår sink og manganforbindelser, og det gir en spenning på rundt 1,5 volt per batteri/celle.

En annen måte å lage en elektrokjemisk celle på er å kople sammen en anode og en katode hvor **den samme reaksjonen foregår på begge sider**, men hvor komponentene finnes i ulike konsentrasjoner. Dette kalles en **konsentrasjonscelle**. For eksempel kan man bruke sølvplater nedsenket i sølvnitratløsninger hvor sølvkonsentrasjonen er ulik ved de to elektrodene, se figur.



Elektroner vil strømme i den ytre lederen så lenge det er forskjell i metallkonsentrasjonen ved de to elektrodene. Når likevekt er oppnådd, er batteriet "flatt".

- Hvilken elektrode er anode i dette batteriet, den med lav eller den med høy sølvkonsentrasjon ?
- Hva er konsentrasjonen av sølv i de to elektrodekarene i det øyeblikket batteriet er helt utladet ?

Spenningen (i volt) i en slik sølvbasert konsentrasjonscelle er gitt ved følgende likning:

$$E = -0,0592 \log \left(\frac{[Ag^+]_{\text{lav konsentrasjon}}}{[Ag^+]_{\text{høy konsentrasjon}}} \right)$$

- Beregn forholdet mellom lav og høy konsentrasjon av sølv som må benyttes for å lage et batteri med 1,5 volt spenning

Oppgave 7 (25 poeng)

Cheddarost inneholder [ifølge Schroeder *et al.* (1998) *J. Dairy Sci.*, **71**, 2010-2020] typisk 1-2% natriumklorid. For å kunne få en prøve som kan brukes til bestemmelse av innholdet av natriumkloridinnholdet må osten behandles på en spesiell måte. Hvordan dette gjøres kan du lese om senere på: (http://www.outreach.canterbury.ac.nz/chemistry/documents/chloride_volhard.pdf). Du skal i denne oppgaven benytte to metoder for å bestemme natriumklorid innholdet i en ukjent prøve. Du har fått utdelt en 100 mL løsning som inneholder like mye natriumklorid som 28,4 g cheddar ost.



A. Gravimetrisk: Du tar ut 10,00 mL natriumkloridløsning som tilsettes 90,00 mL 0,0500 M sølvnitratløsning. Sølvkloridet felles og filtreres fra, vaskes, tørkes og veies. (Det ble testet at alt kloridet var felt ut ved å tilsette mer sølvnitratløsning til filtratet uten å observere mer felling av sølvklorid). Vekten av det utfelte sølvkloridet var 122,1 mg.

- Skriv oppløsningsreaksjonen for sølvklorid i vann og beregn hvor mange milligram sølvklorid som kan løses i 1,0 L rent vann.
- Hvor mange milligram sølvklorid kan du derimot få løst opp i 1,0 L 0,090 M sølvnitratløsning.
- Beregn antall mg natriumklorid det er i ostebiten som veier 28,4 g.
- Bunnfallet i **A** ble vasket. Under er det foreslått tre vaskeløsninger. Hvordan vil vasking av bunnfallet med hver av disse påvirke mengden AgCl som bestemmes? Bruk gjerne likevekten i a) til å forklare.
 - Rent vann
 - 1 M HCl
 - 1 M NH₃

B. Titrering: Du tar ut 10,00 mL natriumkloridløsning som tilsettes 90,00 mL 0,0500 M sølvnitratløsning. Kloridet felles fullstendig (se **A.**), og utfelt AgCl filtreres fra løsningen. Sølvioner ble tilsatt i overskudd, og mengden av overskuddet bestemmes ved titrering mot en 0,100 M KSCN-løsning. Som fargeindikator for å bestemme når sølvionene er oppbrukt og endepunktet nådd tilsettes 1 mL Fe³⁺-løsning. Forbruket av kaliumtiocyanatløsning før løsningen skifter farge er 36,49 mL. Denne tiltreringen kalles Volhard, og er et eksempel på en såkalt tilbaketitrering.

- Skriv titreringsreaksjonen.
- Skriv reaksjonen mellom jern(III) og tiocyanat. Hvilke farge har komplekset som dannes?
- Beregn antall mg natriumklorid det er i ostebiten som veier 28,4 g.
- Hvorfor må utfelt sølvklorid fjernes før titreringen med KSCN begynner?