

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: KJE100 Miljøkjemi og HMS

DATO: 26 februar 2019

TID FOR EKSAMEN: 4 timer

TILLATTE HJELPEMIDLER : Kategori C: Kalkulator av type Citizen SR-270X, HP-30S, Alle Casio FX82 typer, Alle Texas Instruments TI-30 typer, Texas BA ii Plus eller HP17bii; Tabell og Formelsamling kun av Cappelen.

OPPGAVESETTET BESTÅR AV 7 OPPGAVER

MERKNADER: Hver av oppgavene 1-4 (kjemi) teller 6 poeng, og hver av oppgavene 5-7 (miljø) teller 8 poeng.

Kjemidelen

Oppgave 1

a) Skriv formelene til følgende stoffer: Mangan(VII)oksid, klorsyre, strontiumselenid.

Skriv navnene til følgende stoffer $\text{Co}(\text{HSO}_4)_2$, $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$.

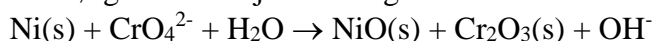
b) 3g av 68,0vekt% salpetersyre og 5g av 37,0vekt% saltsyre ble løst i vann og fortynnet til 300ml. Hva ble pH til slutt?

Oppgave 2

a) Finn pH til en 0,3M løsning av natriumacetat (CH_3COONa). Bruk Tabell og Formelsamling.

b) Hva er det sterkeste oksidasjonsmiddelet i spenningsrekka i Tabell og Formelsamlingen?

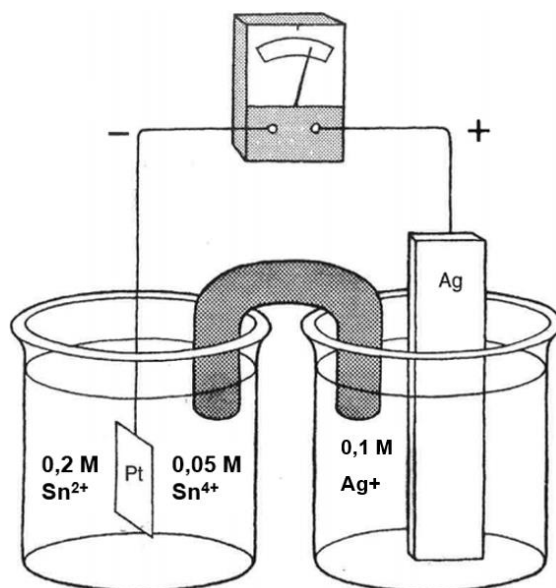
Gitt følgende reaksjonslikning:



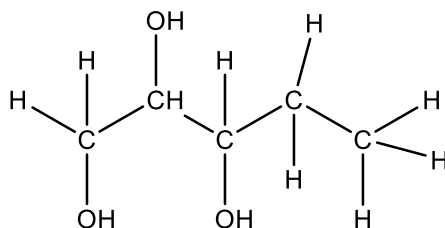
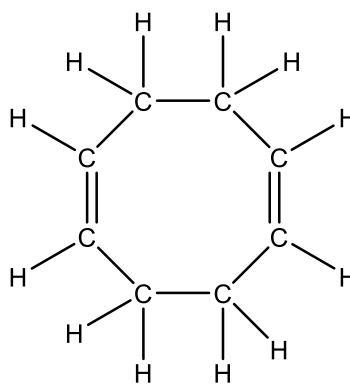
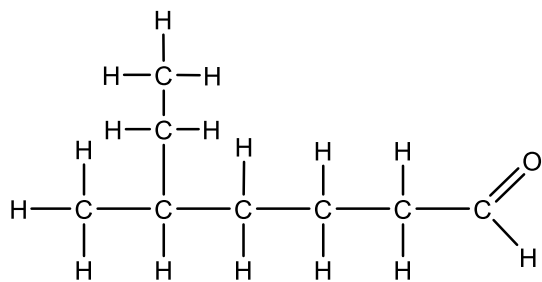
Bruk oksidasjonstall til å avgjøre hvilket stoff som blir oksidert og hvilket stoff som blir redusert. Vis hvilket stoff som blir oksidert, hvilket som blir redusert samt oksidasjonstall før og etter reaksjonen. Til slutt balanser reaksjonslikningen.

Oppgave 3

- a) Finn cellepotensialet til følgende celle. Hvilken elektrode blir katode? Bruk spenningsrekke Tabellen.



- b) Skriv navnene til følgende organiske strukturer:



I tillegg, tegn strukturformlene til 1-brom-2,4-dinitrobenzen, 4,4-dimetyl-2-pentyn, og dipropylamin.

Oppgave 4

- a) Hvorfor er vann et godt løsemiddel for mange salter, for eksempel NaCl? Bruk gjerne strukturtegninger i ditt svar.

Hvorfor er kalsiumkarbonat tungtløselig i vann mens kalsiumklorid er lettløselig i vann?

Hvorfor er etanol lettløselig i vann mens 1-oktanol er tungtløselig i vann? Begrunn svaret, helst med strukturtegninger.

- b) Følgende likevekt innstilles i en beholder ved 10 atm. og 200°C:



- 1) Hvilket ord brukes for å forklare en reaksjon som ikke avgir men tar opp varme?
- 2) Nitrogenmonoksid gass er tilsatt beholderen ved likevekt. Hva skjer med reaksjonsblandingen? Begrunn svaret.
- 3) Trykket i beholderen økes til 20 atm. Hva skjer med reaksjonsblandingen? Begrunn svaret.
- 4) Temperaturen til reaksjonsblandingen økes til 300°C? Hva skjer med reaksjonsblandingen? Begrunn svaret.
- 5) En katalysator ble tilsatt reaksjonsblandingen. Nevn en katalysator eller en gruppe av katalysatorer diskutert i dette pensumet, enten fra kjemi- eller miljødelen.
- 6) Likevektskonsentrasjonene ble målt til $[\text{NH}_3] = 0,2\text{mol/l}$, $[\text{O}_2] = 0,4\text{mol/l}$, $[\text{NO}] = 0,3\text{mol/l}$, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,1\text{mol/l}$. Likevektskonstanten er $8,82 \cdot 10^{-4}$ ifølge Tabell og Formelsamlingen. Var likevekten innstilt? Begrunn svaret.

Miljødelen

Oppgave 5

- a) Det finnes 2 typer SMOG. Forklar forskjellen mellom disse SMOG-ene og hvordan de dannes. Diskuter hvilken av disse er mest farlig for menneskehelse i dag.
- b) Hva menes med oligotrofe? Forklar hvordan en innsjø kan bli selvforsynt med de viktigste næringsstoffene.

Oppgave 6

- a) Naturgass inneholder mer enn bare metan. Hva ellers kan den inneholde?
Det finnes flere kilder til metangass eller naturgass som vi kan utnytte, enten naturlig eller menneskeskapt prosesser. Nevn så mange kilder du kan (det var minst 6 diskutert i pensumet) og gi en kort forklaring hvordan denne gassen dannes fra disse kildene.
- b) Hva er en miljørevisjon? Hvem bør utføre denne? Nevn et eksempel av en kjent miljørevisjon som brukes i dag.

Hvilke fordeler kan en teknisk miljøanalyse medføre?

Oppgave 7

- a) Hva er en varmepumpe, og hvordan virker en luft-til-luft varmepumpe? Bruk gjerne en tegning i din forklaring.

To andre metoder for omforming av energi beskrives i pensumet. Hva er de to metodene og hvilken gir best virkningsgrad?

- b) Hvilke tre behandlingstiltak bør råvannet gå gjennom før det kan brukes til drikkevann? Begrunn svaret ditt. Hva er hensikten med disse tre trinnene? Råvannet i Sør-England er ofte veldig hardt. Hva menes med hardt vann? Beskriv 2 metoder for å bløtgjøre hardt råvann.

Fasit

Kjemidelen

Oppgave 1

- a) Mn_2O_7 , HClO_3 , SrSe .
Kobolt(II)hydrogensulfat, bariumnitritt, ammoniumfosfat. **(3 poeng)**

- b) Antall gram salpetersyre (HNO_3) = $3 \cdot (68/100) = 2,04\text{g}$
Antall gram saltsyre (HCl) = $5 \cdot (37/100) = 1,85\text{g}$

$$\text{Antall mol HNO}_3 = n = \text{mass}/F_m = 2,04/(1,008 + 14,01 + 3 \cdot 16) = 0,0324 \text{ mol}$$

$$\text{Antall mol HCl} = n = \text{mass}/F_m = 1,85/(1,008 + 35,453) = 0,0507 \text{ mol}$$

Begge syrer er sterke syrer, dvs. i vann vil de spalte 100% H^+ slik:



Det betyr at mengde H^+ ioner i løsningen er $0,0324 + 0,0507 = 0,0831 \text{ mol}$

Konsentrasjonen $C = \text{mol}/V = 0,0831/(300/1000) = 0,277 \text{ M}$ eller mol/l

$$\text{pH} = -\lg\{\text{H}^+\} = -\lg 0,277 = 0,56$$

(3 poeng)

Oppgave 2

- a) CH_3COONa er et lettløselig salt som danner CH_3COO^- (acetat) og Na^+ ioner i vann.
 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

K_a er for eddiksyre (CH_3COOH) og er fra Tabell og Formelsamlingen. K_b er for acetationet, den korresponderende basen.

$$K_a \cdot K_b = 10^{-14}$$

$$K_b = 10^{-14}/K_a = 10^{-14}/1,8 \cdot 10^{-5} = 5,56 \cdot 10^{-10}$$

Derfor:

$$K_b = [\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]/[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 5,56 \cdot 10^{-10}$$

$$\text{La } x = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = x \text{ M også}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,3 - x \approx 0,3 \text{ M}$$

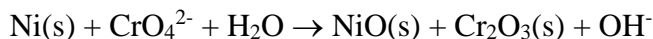
$$K_b = x \cdot x / 0,2 = 5,56 \cdot 10^{-10}$$

$$x = \sqrt{0,3 \cdot 5,56 \cdot 10^{-10}} = 1,29 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg[\text{OH}^-] = 14 - 4,89 = 9,11$$

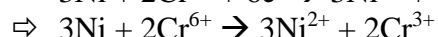
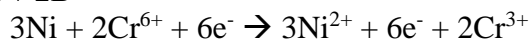
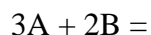
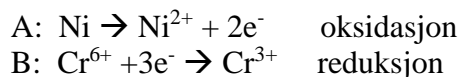
(3 poeng)

- b) Fluor (F_2) grunnstoff er det sterkeste oksidasjonsmiddelet. (Den ligger lengst nede i spenningsrekka med høyest E°_{red} verdi). **(0,5 poeng)**

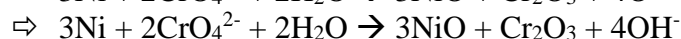
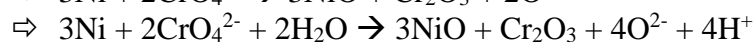
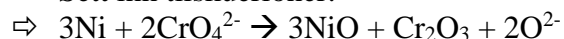


Oksidasjonstall før: Ni^0 , Cr^{6+} , O^{2-} , H^+ , O^{2-}

Oksidasjonstall etterpå: Ni^{2+} , O^{2-} , Cr^{3+} , O^{2-} , H^+ , O^{2-}



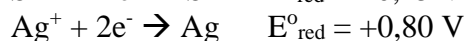
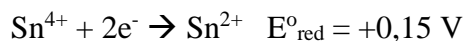
Sett inn tilskuerioner:



(3 poeng)

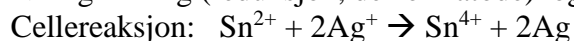
Oppgave 3

a)



Den høyeste E°_{red} er den som skjer

$\Rightarrow \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}$ (reduksjon, derfor katode) og $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$ (oksidasjon, anode)



$E_{\text{oks}} = -E_{\text{red}}$ (for en halv-reaksjon)

$E^\circ_{\text{celle}} = E^\circ_{\text{oks}} + E^\circ_{\text{red}} = -0,15 + 0,8 = 0,65 \text{ V}$

Nernst ligning:

$E_{\text{celle}} = E^\circ_{\text{celle}} - (0,059/n)\lg Q$

$\Rightarrow E_{\text{celle}} = 0,65 - (0,059/2)\lg[\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}]\cdot[\text{Ag}^+]^2$

$\Rightarrow E_{\text{celle}} = 0,65 - (0,059/2)\lg(0,05)/(0,2)(0,1)^2$

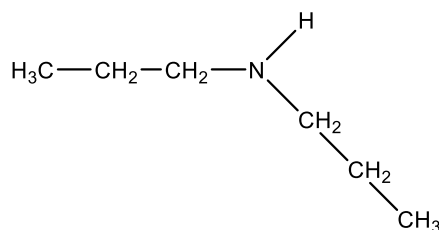
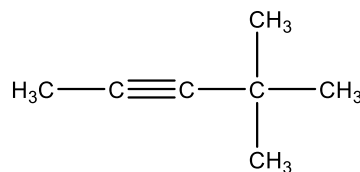
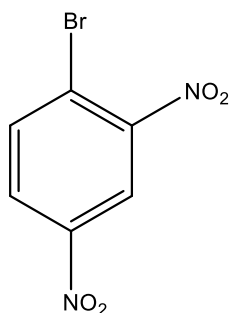
$\Rightarrow E_{\text{celle}} = 0,65 + (0,059/2)*1,397$

$\Rightarrow E_{\text{celle}} = 0,65 - 0,0412$

$\Rightarrow E_{\text{celle}} = 0,61 \text{ V}$

(3 poeng)

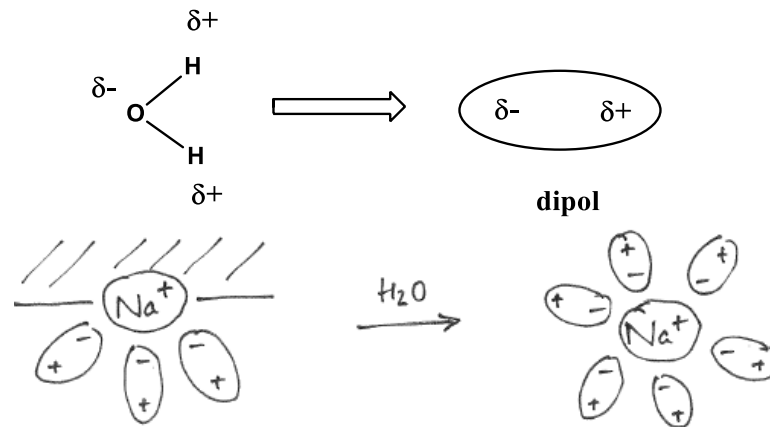
b) 5-metylheptanal, 1,5-syklooktadien (cis form, men her er det ikke nødvendig), 1,2,3-pentantriol (eller pentan-1,2,3-triol).



(3 poeng)

Oppgave 4

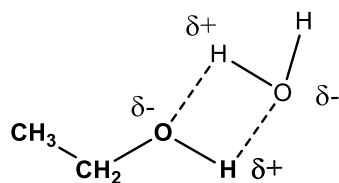
- a) Vann et godt løsemiddel (spesielt for polare molekyler) fordi vann er et polart molekyl og oppfører seg som en liten dipol (se diagrammet under).



Disse vannmolekyler kan binde seg til ionene i salter som NaCl. For kationer som Na^+ er det δ^- som peker imot) og anioner som Cl^- , da er det δ^+ som peker imot.

Kalsiumkarbonat (CaCO_3) er tungtløselig fordi gitterstrukturen er så sterk pga sterk tiltrekning av $2+$ kationer og $2-$ anioner. Kalsiumklorid (CaCl_2) er lettøselig pga en svakere gitterstruktur fra -1 anioner.

Etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) har en kort etyl hydrokarbon gruppe og en alkohol gruppe. Etanol er lettøselig fordi alkoholgruppen kan danne hydrogenbindinger med de polare vann molekyler (se diagrammet under). Oktanol kan også danne hydrogenbindinger med vann, men nå er det den upolare oktyl kjeden som er den største og dominerende delen av molekylet. Og upolare oktyl gruppe vil ikke løse seg i polart vann. Derfor blir oktanol tungtløselig i vann.



(3 poeng)

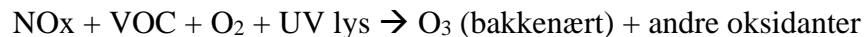
- b) Til spørsmålene 2-4 brukes Le Chateliers prinsipp som må siteres minst en gang. Prinsippet er at en likevekt utsatt for en forandring vil flytte i retningen som går imot denne forandringen.
- 1) Endotermisk
 - 2) Reaksjonslikevekten flyttes til venstre for å bli kvitt tilsatt NO
 - 3) Pga Avogadro's lov finnes det mer trykk til høyre (10 mol gass) enn til venstre (9 mol gass). En økning i trykket vil skyve likevekten til venstre for å prøve å minke det ekstra trykket.

- 4) Reaksjonslikevekten flyttes til venstre for å minke temperaturen siden reaksjonen er eksotermisk (varme utgitt som skrevet venstre til høyre).
- 5) Enzymer er katalysatorer i kroppen. Klor- eller bromatomet eller nitrogenmonoksid (fra spalting av KFKer, haloner eller N₂O) er katalysatorer i nedbrytning av ozonlaget.
- 6) $Q = \frac{[\text{NO}]^4 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{NH}_3]^4 \cdot [\text{O}_2]^5}$
 $= (0,3)^4 (0,1)^6 / (0,2)^4 (0,4)^5$
 $= 0,0081 \cdot 10^{-6} / 0,0016 \cdot 0,01024$
 $= 4,94 \cdot 10^{-4}$
 $\Rightarrow Q \neq K_{sp}$ (som er $8,82 \cdot 10^{-4}$) Likevekten var ikke innstilt. **(3 poeng)**

Miljødelen

Oppgave 5

- a) SMOG = SMOke + fOG. Navnet ble opprinnelig brukt for London SMOG som består hovedsaklig av svoveldioksid gass (SO₂) og partikler (ofte svarte, og kalles også for svevestøv). London SMOG dannes oftest i kald og fuktig luft når kull eller olje forbrennes ufullstendig (som i en kald dieselmotor). Den kan den være dødelig for mer utsatte mennesker men i dag renses avgassen fra forbrenning av kull for å hindre dannelse av London SMOG. Los Angeles (eller fotokjemisk) SMOG er en brunlig dis og er mye mer vanlig i dag skadelig for flere mennesker enn London SMOG. Den brune fargen kommer fra NO₂ forurensing. Gassene NO_x (NO + NO₂) og VOC (flyktige organiske stoffer, f. eks. metan, etan, uforbrent bensin osv.) kommer vanligvis fra biler. I kombinasjon med UV lys fra sollys og luft (O₂) kan disse gassene danne Los Angeles SMOG. I tillegg til NO₂, gir LA SMOG bakkenært ozon (O₃) og andre fotokjemiske oksidanter, for eksempel PAN (peroksiacetylnitrat). (Salpetersyre (HNO₃) og hydrogenperoksid (H₂O₂) er andre eksempler).



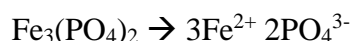
Termisk inversjonssjikt kan øke sjansen spesielt for Los Angeles SMOG. Inversjonssjikt dannes lettest over byer og steder som ligger i en gryte, slik som Oslo og Los Angeles.

(4 poeng)

- b) Et oligotroft system er en innsjø eller kystområde som er næringsfattig, dvs. fattig på fosfat og nitrat (P og N forbindelser). (Her skjer det lite algeoppblomstring)

Selvforsyning kan skje ved følgende prosesser:

1. Nedbryting av alger selv danner næringsalter. De viktigste næringstoffer for ny plantevekst i disse næringssalter er fosfor og nitrogen. Hvis disse saltene blir dannet i, eller brakt opp i, den fotiske sonen, vil de da inngå i ny algeproduksjon.
2. Under aerobiske betingelser er den tungtløselige forbindelsen FePO₄ (jern(III)fosfat) stabil i sedimentene. Når innsjøen er sterkt eutrof kan det utvikles anaerobe forhold i bunnelaget pga. oksygenforbruk knyttet til nedbrytning av organisk materiale og vanlig cellerespirasjon når det er mørkt og fotosyntesen dermed stopper. Under anaerobiske forhold blir Fe³⁺ i FePO₄ redusert til Fe²⁺. Da dannes Fe₃(PO₄)₂ som er lettere løselig. Dette frigjør PO₄³⁻ anionet slik:



Disse ionene kan sirkuleres opp til overflatelaget og inngå i ny algeproduksjon. (Disse ionene kan med strømminger fraktes opp til overflatelaget og inngå i ny algeproduksjon. Fosfat er ofte den begrensende faktoren i innsjøer, dermed er graden av eutrofi direkte avhengig mengden løst fosfat i vannmassene).

3. Blågrønnalger kan tilføre vannet nitrogenforbindelser ved nitrogenfiksering av løst N_2 fra lufta. Dvs. omdanning av N_2 til nyttige nitrogenforbindelser.

(4 poeng)

Oppgave 6

- a) Naturgass er metan sammen med mindre mengde etan, propan og butan. Det kan også inneholde H_2S og CO_2 .

- Naturgass – finnes i bakken, dannes fra nedbrutt plantemateriale
- Gasshydrat (eller metanhydrat) - finnes grunt i bakken og dannes fra vann og metangass under høyt trykk og lav temperatur
- Forråtnelse av alger i innsjøer - danner metangass men helst pga menneskelig eutrofiering
- Bygass - fra gassifisering av kull, dvs. anærobisk oppvarming
- Deponigass – dannes sammen med CO_2 fra nedbrytning avfallsdeponi under anærobisk betingelser
- Slamgass - fra forråtnelse av slam fra kloakkrensingsanlegg

(4 poeng)

- b) En miljørevisjon utføres for å dokumentere en innsats på et miljøområde. Eksempler er ISO 14001 sertifisering eller EMAS (Eco Management and Audit Scheme). Den bør foretas av et uavhengig instans. En miljørevisjons-sertifikat kan gi en bedrift økt omsetning pga. at kundene vet at den er godkjent til en visst miljøstandard.

Fordeler som kan komme fra en teknisk miljøanalyse:

- ⇒ Lavere forbruk av råmaterialer
- ⇒ Mindre forurensing
- ⇒ Mindre avfall (bi-produkter uten marked)
- ⇒ Bedre arbeidsmiljø
- ⇒ Færre uhell og ulykker (dvs. økt sikkert)
- ⇒ Bedre nabo og kundeforhold

(4 poeng)

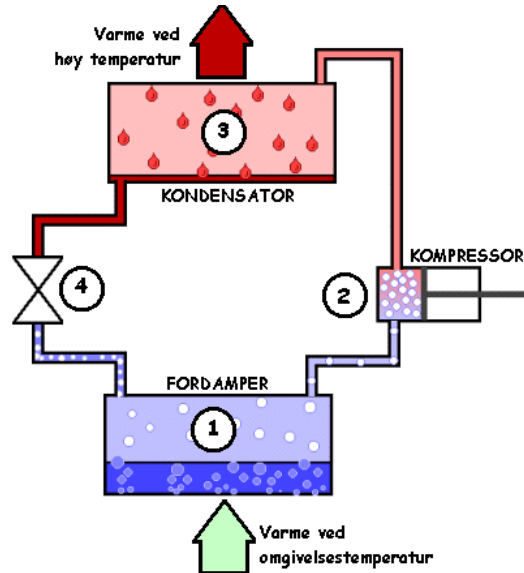
Oppgave 7

- a) En varmepumpe tar varme fra omgivelse og gjøre det om til varme ved høyere temperatur. Varme kan komme fra vann (sjø, grunn, elv) eller luft. En luft-til-luft varmepumpe virker slik:

1. Kuldemediet koker på lav temperatur (minus 10-20°C)

2. Kompressoren øker trykket og dermed også temperaturen
3. Dampen avgir varme ved at det skjer en kondensering
4. Strupeventil – trykk og temperaturen senkes

Et sånn slik diagram med forklaring kan også brukes:



Varmekraftverk og kraftvarmeverk er de 2 andre metoder for omdanning av energi. Et kraftvarmeverk gir best virkningsgrad (ca. 80%)

(4 poeng)

b) De tre trinnene er:

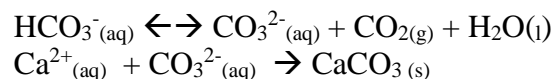
Siling - fjerner/filtrerer vekke grener, blader, smådyr

Alkalisering - øker pH, gjør vannet mindre surt, mindre korrosjon/tæring på rørene. Her brukes ofte marmor (CaCO_3), eller andre basiske stoffer som Na_2CO_3 , NaOH osv.

Desinfisering - dreper bakterier/viruser med klor, klorforbindelser (eks. kloraminer), UV stråling eller ozon.

Hensikten er også å holde EU reglene om 1. Klart vann 2. Uten lukt 3. Ingen sykdomsfremkallende bakterier.

Hardt vann inneholder for mye Ca^{2+} ioner (Mg^{2+} er også med) og bikarbonationer, HCO_3^- , slik at de kan føre til kalsiumkarbonat avleiring når temperatur og trykk endres i vannsystemene:



Bløtgjøring kan gjøres enten med 1. kjemikalietilsetning som fjerne Ca^{2+} som CaCO_3 (eks. tilsetning av Na_2CO_3) eller ionebytting (sende vannet gjennom en spesiell kolonne). I begge tilfeller byttes Ca^{2+} med Na^+ ioner.

(4 poeng)