# 

# DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

**EKSAMEN I: KJE100 Miljøkjemi og HMS DATO: 27 november 2013**

**TID FOR EKSAMEN: 4 timer**

**TILLATTE HJELPEMIDDEL : Kategori C: Kalkulator av type Citizen SR-270X, HP-30S, Casio FX82 eller TI-30, Tabell og Formelsamling kun av Cappelen m. fl.**

**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

1. Sett navn på følgende stoffer: KHCO3, PCl5, Cr(NO2)2. Skriv formlene til følgende stoffer: titan(III)sulfat, kalsiumhydrid, aluminiumoksid.
2. Kjemikaliet 1,3,5-trishydroksietylheksahydrotriazine (THET, strukturformel er vist nedenfor) brukes som en «scavenger» (H2S fjerner) for fjerning av hydrogensulfidgass (H2S) i oljeindustrien. THET reagerer med hydrogensulfid ifølge denne ligningen:

THET + 3H2S 🡪 H2O + flere svovelhydrokarboner

Hvis en gassbrønn produserer 22 kg hydrogensulfid gass per døgn hvor mange tonn THET

må du bruke hvert år for å teoretisk fjerne all hydrogensulfidgass?



**Oppgave 2**

1. Balanser følgende likevektsligning:

MnO4- + HSO3- + H+ 🡨🡪 Mn2+ + SO42- + H2O

1. Hva menes med begrepet ”buffer”? Gi et spesifikk eksempel med kjemien som er involvert. Vil en vannløsning av natriumformat (HCOONa) være nøytral, sur eller basisk? Begrunn svaret.

**Oppgave 3**

1. Hva blir pH i en blanding av 200 ml 1,5 mol/l NaOH vannløsning blandet med 300 ml 0,8 mol/l HCl vannløsning?
2. Vil et overskudd av grunnstoffet klor, som gass løst i vann, reagere med metallisk jern? Bruk spenningsrekka i Tabell og Formellsamlingen til å bestemme om det blir en reaksjon. Og hvis ja, hvilke produkter vil man få?

**Oppgave 4**

1. Hvor mange milligram sølvbromid kan bli løst i 6 liter 0,2 mol/liter natriumbromid løsning? (Bruk Tabell og Formellsamlingen)

1. Tegn strukturene til 1,3-dibromsyklobutan, trietylamin og 3-metylheksanal.

I tillegg, skriv navnene til følgende 3 strukturer:



**Miljødelen**

**Oppgave 5**

1. Nevn de to typer resirkuleringer som kan brukes i industri og et spesifikt eksempel med detaljer av hver av disse.

Hva er en miljørevisjon? Gi et eksempel på en godkjent sertifisert miljørevisjon.

1. Hvorfor er ozonlaget nødvendig for livet? Nevn 2 kjemikaliegrupper som inneholder forbindelser som bryter ned ozonlaget. Hvordan bryter CF3Cl ned ozonlaget? Skriv reaksjonsligninger som kan forklare dette. Hvordan går det med ozonlaget i Antarktis for tiden - blir det mindre, større eller er det stabilt?

**Oppgave 6**

1. I Stavanger får vi drikkevannet fra en råvannskilde. Gjør rede for hvilke behandlingstrinn drikkevannet har vært gjennom før det kommer ut av springen i hver enkel husstand. Det er 3 hovedtrinn for drikkevannsbehandling. Det finnes andre tiltak som kan være nødvendige. Nevn kort 2 av disse andre tiltakene.
2. Nevn i rekkefølge, med økende grad av energiutnyttelse, alle de 5 kategorier for avfallsbehandling.

Hvilke 3 kjemikaliekategorier som finnes i farlig avfall er det mest fokus på i Norge for tiden pga. faren for miljøgiftspredning?

Hvordan blir farlig avfall *som inneholder tungmetaller* behandlet i Norge?

**Oppgave 7**

1. Hva menes med passiv og aktiv soloppvarming?
2. Hvordan kan hydrogen bli fremstilt kjemisk industrielt? Diskuter om hydrogen kan være en *forurensingsfri* *energikilde* for fremtiden. (Tenk på begge de uthevede stikkordene her. Er prosessen alltid forurensingsfri og er hydrogen en energikilde?).

**FASIT**

**Kjemidelen**

**Oppgave 1**

1. Kaliumhydrogenkarbonat, fosforpentaklorid, krom(II)nitritt, Ti2(SO4)3, CaH2, Al2O3.

(3 poeng)

1. Formelen til THET er C9H21N3O3 og formelmassen (Fm) er derfor (12,01\*9) + (21\*1,0079) + (3\*14,01) + (3\*16) = 219,286 g/mol

Formelmassen til H2S = (2\*1,0079) + 32,07 = 34,086 g/mol

Antall mol H2S = masse/Fm = 22000/34,086 = 645,4 mol

Ifølge ligningen, 1 mol THET reagerer med 3 mol H2S

* + Antall mol THET som trengs hvert døgn = 645,4/3 = 215,1
  + Antall gram THET per døgn = 215,1\*219,286 = 47175,7g
  + Antall gram THET per år = 47175,7 x 365 = 17,22 tonn (3 poeng)

**Oppgave 2**

a) Halv-ligninger er:

Mn7+ + 5e- 🡪 Mn2+ (A) reduksjon

S4+ 🡪 S6+ + 2e- (B) oksidasjon

Ingen endringer i oksidasjonstallene til oksygen og hydrogen.

2(A) + 5(B) gir kansellering av elektronene:

2Mn7+ + 5S4+ 🡪 2Mn2+ + 5S6+

Tilskuerioner:

2MnO4- + 5SO3- 🡪 Mn2+ + 5SO42- + 3O2-

2MnO4- + 5HSO3- + H+ 🡪 2Mn2+ + 5SO42- + 3H2O (3 poeng)

b) En buffer hindrer store svingninger i pH når moderate mengder syre eller base blit tilsatt.

En buffer er en blanding av en svak syre og basen til denne svak syren.

Eks. CH3COOH + CH3COONa (Natrium acetat + eddiksyre)

HCOONa i vann 🡪 Na+ + HCOO-

CH3COO- er den korresponderende basen av den svake syren HCOOH (maursyre). Derfor reagerer den korresponderende basen med vann i følge likevekten:

HCOO- + H2O <=> HCOOH + OH-

Det dannes hydroksid ioner. Derfor HCOONa løst i vann er basisk.

(1 poeng for definisjonen av buffer, 1 poeng for forståelsen bak hvorfor CH3COONa i

vannet er basisk, 1 poeng for svaret, at løsningen er basisk: 3 poeng totalt)

**Oppgave 3**

1. Dette er et nøytraliseringsspørsmål men i dette tilfelle har vi et overskudd av hydroksidioner.

NaOH 🡪 Na+ + OH-

HCl + H2O 🡪 H3O+ + Cl-

Antall mol n = V\*C

Antall mol NaOH = (200/1000)\*1,5 = 0,3 = antall mol OH- ioner

Antall mol HCl = (300/1000)\*0,8 = 0,24 = antall mol OH- ioner

H3O+ + OH- 🡸🡺 2H2O Vi antar at likevekten er 100% til høyre.

Dvs. NaCl + HCl 🡪 NaCl + H2O

Overskudd av OH- ioner etter nøytralisering = 0,3-0,24 = 0,06 mol

Total volumet til vannløsning = 300ml + 200ml = 0,5 liter

[OH-] = n/V = 0,5/0,06 = 0,12

pOH = -log[OH-] = -log0,12 = 0,92

pH + pOH = 14

pH = 14 - pOH = 14 - 0.92 = 13,08 (3 poeng)

1. Klor i vann finnes i spenningsrekka i følgende ligning:

Cl2 + 2e- 🡪 2Cl- Eored = +1,36 V

Jern finnes slik:

Fe2+ + 2e- 🡪 Fe Eored = -0,44 V

Vi bruker regelen «Det høyeste Eored er den som skjer».

Siden 1,36 > -0,44 vil Cl2 ta opp 2 elektroner og bli redusert til 2Cl-. Samtidig må det

skje en oksidasjon, dvs. Fe metall blir oksidert til Fe2+.

Men det er ikke alt som kan skje. Videre i spenningsrekka finner vi:

Fe3+ + e- 🡪 Fe2+ Eored = 0,77 V

Vi bruker regelen en gang til:

1,36 > 0,77

Da blir mer Cl2 redusert til 2Cl-. Og samtidig blir Fe2+ oksidert videre til Fe3+ ioner.

Vi ender opp med en løsning som innneholder Fe3+ og Cl- ioner.

(3 poeng)

**Oppgave 4**

1. NaBr 🡪 Na+ + Br-

AgBr 🡸🡺 Ag+ + Br- Bromidioner (Br-) er fellesioner.

Ksp = [Ag+][Br-] = 5,0\*10-13 (tallet er tatt fra tabell og formelsamlingen)

Tenk at vi har 1 liter NaBr løsning

La antall mol AgBr som kan løses per liter være x.

* Ksp = x\*(x+0,2) = 5,0\*10-13

Siden Ksp er veldig liten kan vi gjøre en tilnærming:

* x+0,2 ≈ 0,2
* 0,2x = 5,0\*10-13
* x = 2,5\*10-12 mol/liter = 2,5\*10-12 \* 187,77 = 4,69\*10-10 g/liter
* Antall milligram AgBr i 6 liter = 1000\*6\*4,69\*10-10 = 2,82\*10-6 mg/liter

(3 poeng)

b) fenol, trans-2,3-diklorbuten, 2,4-dimetylheptan.



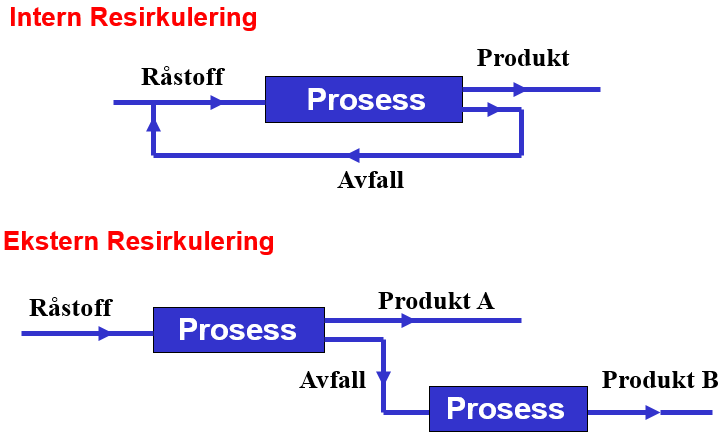
(3 poeng)

**Fasit til Miljødelen**

NB: Svarene under er veldig omfattende. Du trenger ikke å ha alle detaljene for å få alle poengene på noen spørsmål.

**Oppgave 5**

1. Intern og ekstern resirkuklering, illustreres slik:



* Et eksempel av Intern Resirkulering
  + aluminium elektrolyse smelteverk
  + fluor i avgassen fanget på Al2O3
  + brukt igjen i elektrolyse ovnene
* Et eksempel av Ekstern Resirkulering
  + ferrosilisium industri
  + silika støv (SiO2) i avgassen fanges
  + brukes igjen for å forbedre sementen i betong

Eksempler fra kommune arbeid (for eks. kloakk behandling) eller resirkukering av kjølevann er er representativ.

(3 poeng)

En miljørevisjon er for å dokumentere innsats på et miljøområde. Den bør foretas av en uhildet instans. Godkjente miljørevisjon er for eks. ISO 14001 eller EMAS (Eco Management and Audit Scheme). Sertifikatet er en godkjennelse av at bedriften faktisk gjør det de sier de gjøre, ikke at de har nådd en viss miljøstandard. Svanemerket og miljøfyrtårn er ikke godkjent. (1 poeng)

(4 poeng totalt)

# Ozonlaget er nødvendig for livet fordi den beskytter oss mot farlig UV stråling (UV-C og noe UV-B) som kan føre til kreft, grå stær osv.

# KFKer (klorfluorkarboner), HKFKer (men ikke HFKer), haloner (eks. bromerte flammehemmere), noen nitrogenoksider som for eks. N2O, og HCl bryter ned ozonlaget (NOx er ikke riktig fordi den består av NO og NO2 og NO er raskt oksidert til NO2 i lufta). Det aktive stoffet dannet fra, fra eksempel, CF3Cl og UV stråling er Cl (dvs. et Cl atom, ikke Cl-, klorid ionet). Reaksjonen med ozon er slik:

O3 + Cl 🡪 O2 + ClO

ClO reagerer videre med O atomet som dannes i likevekten mellom O3 og O2 :

ClO + O 🡪 O2 + Cl

Oppsummert:

O3 + O 🡪 2O2

Da er Cl atomet (også kalt Cl radikal) med på å skyve O3/O2 likevekten mer mot O2 og derfor til mindre ozon i ozonlaget.

# Ozonlaget har nå vært stabilt i noen år (dvs. det har ikke vært den samme akselerering i økningen i ”hullet” som tidligere). Men det er et stort hull over Antarktis fremdeles og mindre hull over Arktis området. Ozon konsentrasjonen i ozonlaget i Antarktis forventes å øker mot normalt nivå i løpet av 21. århundret fordi vi slipper ut mindre KFKer, haloner osv..

# (4 poeng)

**Oppgave 6**

1. Det 3 hovedtrinnen er:

**Siling** (filtrering): Fjerner gjenstander som løv, små dyr, greiner, partikler.

**Alkalisering** eller pH justering: Gjøre vannet mer basisk vanligvis. Tilsetter base for å gjøre vannet mindre surt, eks. CaCO3 (marmor, kalk), NaOH, Ca(OH)2.

**Desinfisering**: Drepe bakterier og virus. Etter behandling skal ikke vannet inneholde farlige bakterier. Alle vannverk burde bruke desinfisering. 3 måter: klor (mest vanlig, kloraminer kan også brukes), UV-bestråling av vannet, tilsette ozon. ( 3 poeng)

Andre tiltak er:

**Bløtgjøring:** hardt vann må bløtgjøres, dvs fjerne Ca2+ ioner. Dette gjøres med felling eller ionebytter. Fellingsreagens: Na2CO3 eller Na3PO4

**Kjemisk felling** med Al(III) ioner eller Fe(III) ioner eller spesielle polymerer: brukes på vann som er forurenset av veldig små dispergerte partikler (kolloider) for å hjelpe koagulering av partiklene og deres utfelling.

**Adsorpsjon** kan også brukes: aktivt kull til å fjerne lukt, smak, klororganiske forbindelser og løsemidler osv.

**Avsalting av sjøvann** i område som har lite eller ingen tilgang til ferskvann (1 poeng)

(4 poeng totalt)

1. Avfallsdeponi, forbrenning, kompostering, gjenvinning og ombruk. (1 poeng)

Kvikksølvholdige ting, PCB-holdige ting, bromerte flammehemmere. (1,5 poeng)

Tungmetaller blir utfelt som hydroksider eller sulfider eller overført til silikater i et glasssmelte. Disse materialene smeltes inn i betong for deponering (på NOAHs anlegg på Langøya).

Tungmetaller (som bly, kadmium, sink osv.) fra batterier samles ved Norsk Batteriretur. Mest blir eksportert for gjenvinning, f. eks. bly til Sverige. (1,5 poeng)

(4 poeng totalt)

**Oppgave 7**

1. **Passiv soloppvarming** – utnyttelse av solvarme uten noe spesielt utstyr

* Riktig plassering av boligen slik at solenergi kan utnyttes mest mulig.
* Store vinduer mot syd, små og mindre mot nord (motsatt i Australia/NZ)
* Massive gulv og vegger – fungerer som varmelagre, for eks. Trombevegg
* God isolasjon

(2 poeng for 80 % av fasit)

**Aktiv soloppvarming** – konsentrering av solvarme i solpanel/solfanger:

* Vannrør i isolert boks med glass på toppen og svart absorbatorplate under

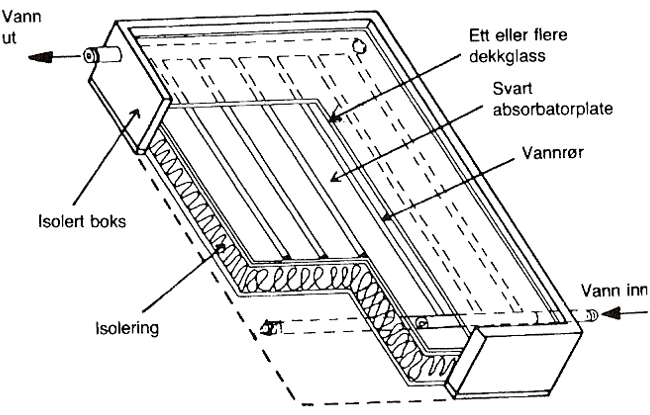
vannrørene. Panelene plasseres ofte på taket.

* Vannet blir oppvarmet av solenergi
* Varmen brukes til varmtvann i husholdingen eller husoppvarming.

Bilder/diagrammer av passiv soloppvarming og solpanel er nyttige, for eks.

bildet under.

(2 poeng for 80 % av fasit)



(4 poeng)

1. Hydrogen (H2) kan omdannes til vann ved forbrenning med O2:

2H2 + O2 🡪 H2O + energi (0,5 poeng)

Det kan skje for å produsere varme eller i en brenselcelle til å lage strøm.

Hydrogen finnes ikke naturlig i større mengde. Hydrogen er derfor ikke en energikilde men en *energibærer* eller energilagringsmedium. (0,5 poeng)

Hydrogen kan lages industrielt på 2 måter:

Metode 1. Enten fra naturgass (som stort sett består av metan, CH4) ved høy temperatur: (0,5 poeng)

CH4 + H2O 🡪 vanligvis via syntese gass 🡪 3H2 + CO2

(OBS! CH4 + O2 🡪 CO2 + H2 er feil! Dette er forbrenning som gir H2O ikke H2)

Metode 2. Eller fra elektrolyse av vann:

2H2O 🡪 2H2 + O2 (0,5 poeng)

CO2 er en drivhusgass og mange tror at økende utslipp av CO2 kan bidra til globaloppvarming. (1 poeng)

Hvis man bruke metode 1 får man like mye CO2 dannet som om man hadde brent metan direkte (CH4 + 2O2 🡪 CO2 + 2H2O). Derfor blir det ingen miljøgevinst for utslipp av CO2 hvis man ikke fanger CO2. (Det er forskning på gang som kan omdanne CH4 direkte til karbon grunnstoff og H2, men det er ikke kommersielt)

(1 poeng)

Metode 2 gir ingen CO2 utslipp men den krever at man har en forurensningsfri fornybar energikilde for produksjon av strøm, for eksempel geotermisk energi som på Island, eller via vindkraft, solkraft osv.

(Spørsmålet spør om hvordan hydrogen kan bli laget kjemisk industrielt. Hvis du svarte med *laboratorie*metoder for å lage hydrogen får du ikke poeng desverre).

(1 poeng)

(4 poeng)

(maks 4 poeng dvs 80% av 5 mulige)