

# DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

**EKSAMEN I: KJE100 Miljøkjemi og HMS DATO: 2 desember 2015**

**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**

1. Skriv formlene til følgende stoff: kaliumdihydrogenfosfat, mangan(VII)oksid, fosforpentaklorid. Sett navn på følgende stoffer: NaClO2, Li2S, CuCl2.
2. En 2 liter beholder inneholder 5 mol CO og 1 mol H2O. Beholderen varmes til 600oC og følgende likevekt innstilles:

CO(g) + H2O(g) 🡸🡺 CO2(g) + H2(g) Kc = 23,25

Hvor mange gram H2 finnes i beholderen ved likevekt?

**Oppgave 2**

1. Er Fe(OH)3 mer løselig i rent vann enn i en natriumhydroksid løsning? Begrunn svaret skikkelig med ligninger.

Hvor mange gram Fe(OH)3 kan jeg løse i 1 liter 0,1 M natriumhydroksid? (Bruk Tabell og Formelsamling. Hint: Bruk en tilnærming.).

1. En Jern(III)karbonat avleiring i et rør ble fjernet ved å tilsette saltsyre. Da skjedde det en reaksjon som er gitt ved denne balanserte ligningen:

Fe2(CO3)3 + 6HCl 🡪 2FeCl3 + 3CO2 + 3H2O

130 milliliter vannløsning ble samlet etterpå, og konsentrasjonen av Fe3+ i denne løsningen ble målt til 0,27 M. Hvor mange gram jern(III)karbonat avleiring hadde blitt løst opp og fjernet fra røret? Er ligningen vist ovenfor en redoksreaksjon? Begrunn svaret.

**Oppgave 3**

1. Gitt likningen:

Fe2+ + Mo2O72- + H+ 🡪 Fe3+ + MoO32- + H2O

Hvilket stoff er oksidert/redusert? Skriv halvreaksjoner og gi på dette grunnlag den balanserte reaksjonslikningen.

Basert på ditt kunnskap om elektrokjemi, nevn et oksidasjonsmiddel som er sterkere enn klor (Cl2).

1. Hva kjennetegner en svak og en sterk syre? Jeg blander 1,20g ren svovelsyre og 0,60g ren salpetersyre med vann til totalvolumet blir 600ml. Hva blir pH til sluttløsningen hvis vi antar fullstendig spalting av alle protoner fra begge sterke syrer? (Dvs. dette spørsmål har ingenting å gjøre med svake syrer).

**Oppgave 4**

1. Forklar hvorfor vi ofte skriver benzenstrukturen med en ring i midten. Bruk gjerne strukturtegninger i ditt svar. Nevn minst 2 karakteriske forskjeller i egenskapene til benzen og sykloheksen.

Skriv navnet til det følgende molekylet:



1. Skriv navnene til følgende molekyler:

I tillegg, tegn strukturene til følgende kjemikalier:

4-kloro-2-heksyn, 1,3-propandiol, butanal.

**Oppgave 5**

1. På dette kurset har jeg kalt «sur nedbør» for «ekstra sur nedbør». Hvorfor brukte jeg utrykket «ekstra sur nedbør» og ikke bare «sur nedbør»?

Hvilken svake syrer kan dannes fra ekstra sur nedbør?

Ekstra sur nedbør kan faktisk være til hjelp for plantevekst. Hvordan da? (Hint: Tenk på hva planter trenger for å vokse). Samtidig kan sur nedbør hindre plantevekst på en annen måte. Forklar hvordan.

1. Hva er forskjellen mellom London SMOG og Los Angeles SMOG? Hvordan oppstår begge typer SMOG og hva består disse SMOGene av? Har disse SMOGene en farge?

**Oppgave 6**

1. Hva er EU’s (og derfor Norge’s) krav på kvaliteten til drikkevann?

Noen land i Midt-Østen har begrenset tilgang til drikkevann fra innsjøer. Hvordan kunne de skaffe seg mer drikkevann?

Hva er hardt vann? Hvilket problem oppstår fra hardt vann?

1. Hva er de viktigste ingrediensene og betingelsene for å lage god kompost fra matavfall? Må vi tilsette noe til matavfallet? Er kompostering en eksotermisk eller endotermisk prosess? Hva betyr ”anaerobisk”?

**Oppgave 7**

1. Hva er navnet til væsken som renner ut på bunnen av et avfallsdeponi? Hvordan kan tungmetaller havne i denne væsken i et avfallsdeponi? Hva er det andre produktet som ledes ut fra et deponi og hva består den av? Nevn 3 organiske miljøgifter som er lite nedbrytbare og kan skape kroniske skader for dyr og mennesker i miljøet.

# Hva er forskjellen mellom et kraftvarmeverk og et varmekraftverk? Husk å nevn hvilket «verk» du omtaler i ditt svar.

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

**Fasit**

***NB. Du trenger ikke å ha skrevet alt beskrivende stoff som står i fasiten til å få maks poengsum, særlig miljødelen.***

# Oppgave 1

# KH2PO4, Mn2O7, PCl5. Natriumkloritt, litiumsulfid, kobber(II)klorid. (3 poeng)

# Ligningen er balansert allerede. Kc = [CO2][H2]/[CO][H2O] = 23,25

Det må dannes noe CO og H2O.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ved start** | **Ved likevekt** |
| 5 mol CO | 5-x mol CO |
| 1 mol H2O | 1-x H2O |
| 0 mol CO2 | x mol CO2 |
| 0 mol H2 | x mol H2 |

Kc = (x/2)\*(x/2) / [(5-x)/2]\*[(1-x)/2] = x2/(5-x)(1-x) = 23,25

Volumet spiller ingen rolle siden det finnes like mange mol gass på hver side av likevekten.

x2 = 23,25(5-6x+x2)

22,25x2 – 139,5x + 116,25 = 0

Løsningen til annengradsligningen: x = 5,280 eller 0,9895 mol

x kan ikke være 5,28 ellers vil “3-x” og “1-x” være negativ.

Derfor x = 0,9895 mol som er antall mol H2 fra definisjonen.

Antall gram H2 = antall mol H2 \* Formelmassen til H2 = 0,9895 \* 2,016 = 1,995g

(1.99g er godkjent også)

**(3 poeng)**

**Oppgave 2**

1. Fellesioneffekt. OH- ionet er fellesionet i både Fe(OH)3 og NaOH.

Fe(OH)3(s)Fe3+(aq) + 3OH-(aq)

NaOH 🡪 Na+ + OH-

Når du tilsetter NaOH tilsetter du flere OH- ioner. Dette driver likevekten for Fe(OH)3 til venstre i følge Le Chateliers prinsippet. Da blir det mindre Fe(OH)3 løst i en løsning av NaOH.

Fra tabell og formelsamling: Ksp = [Fe3+][OH-]3 = 8,0 \* 10-40

[OH-] fra NaOH er 0,1 mol/l

Antar at X mol/l Fe(OH)3 ble løst. Dette danner X mol/ Fe3+ og 3X mol/l OH-.

Ksp = X\*[3X+0,1]3 = 8,0 \* 10-40

Siden Ksp er veldig liten og [OH-] fra NaOH er høy (1,0 mol/l) kan vi bruker en tilnærming: 3X + 0,1 ≈ 0,1

Ksp = X\*[0,1]3 = 8,0 \* 10-40

X = 8,0 \* 10-40 / [0,1]3 = 8,0 \* 10-37 mol/l

X = [Fe(OH)3] = 8,0 \* 10-37 mol/l

= 106,87 \* 8,0 \* 10-37 = 8,55 \* 10-35 g/l **(3 poeng)**

# b)

# Antall Mol = Volum \* molaritet

Mol Fe3+ = Volum \* [Fe3+] = 130/1000 \* 0,27 = 0,0351 mol Fe3+

Fra ligningen, 2 mol Fe3+ dannes fra 1 mol Fe2(CO3)3

Derfor 0,0351 mol Fe3+dannes fra 0,0351/2 = 0,01755 mol Fe2(CO3)3

Formelmasse (Fm) Fe2(CO3)3 = (55,85\*2) + 3\*[12,01 + 3\*16)] = 291,73 g/mol

Antall mol = masse/ Fm

Masse Fe2(CO3)3 = mol \* Fm = 0,01755 \* 291,73 = 5,12g Fe2(CO3)3

5,12g Fe2(CO3)3 ble fjernet fra røret.

Ikke en redoksreaksjon. Det er ingen endring i oksidasjonstallene til noen av

grunnstoffene. **(3 poeng)**

**Oppgave 3**

a)

Fe2+ + Mo2O72- + H+ 🡪 Fe3+ + MoO32- + H2O

Fe2+ blir oksidert til Fe3+ i følge:

Fe2+ 🡪 Fe3+ + e- (A)

La oksidasjonstallet til Mo i Mo2O72- = x

2x + (-2 x 7) = -2

* x = +6

Mo6+ i Mo2O72- blir redusert til Mo4+ som finnesi MoO32-:

Mo6+ + 2e- 🡪 Mo4+ (B)

Balansering av likningen:

2(A) + (B):

2Fe2+ + Mo6+ + 2e- 🡪 2Fe3+ + 2e- +Mo4+

* 2Fe2+ + Mo6+ 🡪 2Fe3+ +Mo4+

Vi må ha 2 Mo atomer til venstre siden vi skal ha Mo2O72- til slutt:

4Fe2+ + 2Mo6+ 🡪 4Fe3+ + 2Mo4+

Tilskuerioner:

4Fe2+ + Mo2O72- 🡪 4Fe3+ + 2MoO32- + O2-

4Fe2+ + Mo2O72- + 2H+ 🡪 4Fe3+ +2MoO32- + H2O

Eored for Cl2 +2e- 🡪 2Cl- er 1,36 V. Jo lavere ned i spenningsrekka jo sterkere er oksidasjonsmidlet. Det finnes flere oksidasjonsmidler lavere ned i spenningsrekka med en høyere Eored enn 1,36 V. Det betyr at om du bare nevner kun et av disse, for eks. Au3+, PbO2, MnO4-/H+ (H+ er viktig å nevne siden potensialet er annerledes i en basis løsning), F2, H2O2 så har du et godkjent svar. (Ikke godkjent å skrive en hele halv-ligning uten å neven hvilket stoff som er egentlig oksidasjonsmiddelet).

**(3 poeng)**

b) En svak syre spalter bare en liten del protoner (vanligvis < 1%), mens en sterk syre antas å spalte 100% protoner (dvs. H+).

H2SO4 (svovelsyre) spalter 2 protoner (2H+) og HNO3 (salpetersyre) spalter 1 proton (H+).

Du kan hvis du vil skrive reaksjonsligninger slik:

H2SO4 🡪 2H+ + SO42-

HNO3 🡪 H+ + NO3-

Antall mol = masse/Fm

Fm (H2SO4) = 98,076g/mol

Fm (HNO3) = 63,018g/mol

Antall mol H2SO4 = 1,20g/98,076g/mol = 0,0122

0,0122 mol H2SO4 danner 2\*0,0122 = 0,0245 mol H+ ioner

Antall mol HNO3 = 0,6g/63,018g/mol = 0,00952

0,09052 mol HNO3 danner 0,0952 mol H+ ioner

Total mengde H+ ioner = 0,0245 + 0,00952 = 0,0340 mol

Mol n = V\*C

[H+] = C = n/V = 0,340/(600/1000) = 0,0567 M (eller mol/liter)

pH = -log[H+] = -log0,0567 = 1,25 **(3 poeng)**

**Oppgave 4**

1. De 3 C=C dobbeltbindinger av elektroner i benzen er ikke fast men bevege seg rundt 6-ringen som vist under. Ringen tegnet i midten er en måte å oppsummere denne bevegelsen av elektroner. (Dette kalles for resonansstabilisering men dette ordet ble ikke brukt i pensumet).

Sykloheksen,

til sammenligning

Fire mulige forskjell er følgende:

1) Alle karbon-karbon bindingene er like lange i benzen (pga. bevegende C=C dobbeltbindinger) men ikke i sykloheksen.

2) Karakteristisk aromatisk lukt til benzen.

3) Benzen er meget stabilt, for eksempel, det reagerer ikke med halogener (eks. Br2) men det gjør sykloheksen.

4) Benzen er kreftfremkallende.

Andre gode svar godtas også. (ikke kokepunkt, de er nesten helt like)

Molekylet er trans-2-penten.

**(3 poeng)**

1. 1,3-dimetylsykloheptan, 4-metylpentansyre, trietylamin.



**(3 poeng)**

**Oppgave 5**

1. CO2 i vanlig luft danner kullsyre i vannet (Ingen poeng å si at nedbøren er naturlig sur. Det er årsaken til det som vi er ute etter). Derfor blir vanlig nedbør alltid litt sur. Nedbøren er ekstra sur pga syrene som dannes hovedsakelig fra SO2 og NOx. Reaksjonen av SO2 med vann danner den svake syren svovelsyrling (H2SO3). På lik vis dannes den svake syren salpetersyrling (HNO2) fra reaksjonen av NO2 med vann.

Hydrogenfluorid (HF) som er også en svak syre i vann (flusssyre), er en mulig gassforurensing fra aluminiumsindustrien. (H2S og NH4+ godkjennes ikke. Her er det de svake syrene fra pensumet vi er ute etter. Svovel eller svovel partikler godkjennes heller ikke).

Planter trenger nitrogen for å vokse. Dette er tilgjengelig fra syrene som dannes fra NOx gass (CO2 er ikke godkjent som plantenæring fra sur nedbør). Samtidig vil jordsmonnet forringes pga syrene i jorden. Syrene spalter H+ ioner og disse ioner kan bytte ut nyttige næringstoffene K+, Na+, Ca2+, Mg2+ osv i jordsmonnet. Da blir jorda næringsfattig som kan hindre plantevekst. Tørravsetning av sure gasser kan også skade planter ved høye konsentrasjoner. (Surstøtt er ikke godkjent).

**(4 poeng)**

1. London SMOG 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). I dag renses avgassen fra forbrenning av kull for å hindre dannelse av London SMOG. Los Angeles (eller fotokjemisk) SMOG er en brunlig dis. Den brune fargen kommer fra NO2 forurensing. Gassene NOx (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 LA 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).

NOx + VOC + O2 + UV lys 🡪 O3 (bakkenært) + andre oksidanter

**(4 poeng)**

**Oppgave 6**

1. Drikkevann skal være:

* Klart
* Uten lukt
* Ingen sykdomsfremkallende bakterier

De kunne skaffe mer vann ved å boret langt ned til dype grunnvannskilder, eller bruker avsalting («desalination») av sjøvannet. «Cloud seeding», tankskip med ferskvann, rør med import av ferskvann fra et annet land, og sleping av isfjell er alle mulige løsninger men ikke de billigste eller beste langsiktede metodene.

Hardt vann inneholder for mye Ca2+ ioner (Mg2+ er også med) og bikarbonationer, HCO3-, slik at de kan føre til kalsiumkarbonat (CaCO3) avleiring når temperatur og trykk endres i systemene.

2HCO3- 🡸🡺 CO32- + CO2 + H2O

Såpe og sjampoo må brukes mer i områder med hardt vann pga reaksjon med kalsium ioner. **(4 poeng)**

1. God kompostering krever

* Rikelig tilgang på luft (oksygen). Uten luft dannes det syrer og metan.
* Riktig fuktighet ca. 50%, men ikke for mye.
* Et rimelig forhold mellom karbon, nitrogen og fosfor.
* Riktig temperatur (50-70oC). Isolering er nyttig for små hauger.

Komposteringsprosessen tar vanligvis flere måneder. Matavfall er ofte for vått (> 50% fuktighet). Da er det best å blande det med tørrere stoff som bark eller sagflis. Det blir for mye nitrogen i kompostblandingen hvis man for eksempel bruker mye nyklippet gress. Da er det best å tilsette noe med en høy prosent karbon, for eksempel bark eller sagflis.

Kompostering er en eksotermisk prosess. Varme blir dannet.

Kompostering er hovedsaklig en aerobisk prosess, dvs. med tilgang på oksygen. Derfor er det vanlig å snu komposten under kompostering for å tilføre mer oksygen.

Anaerobisk betyr uten oksygen til stedet. **(4 poeng)**

**Oppgave 7**

1. Sigevannet.

Organiske stoffer brytes sakte ned i et avfallsdeponi. Noen av produktene er organiske syre som etansyre (eddiksyre). Disse syrene kan reagere med metallavfall i deponiet og løser dem i vannet som metall kationer. (Sigevannet uten syrer kan ikke gjøre dette). Eksempler av tungmetallene er kvikksølv, bly og kadmium. Senere når systemet er anaerobisk blir det mindre organiske syrer men H2S kan dannes som også kan reagerer med metallene men det dannes vanligvis tungløselige metallsulfider.

Det andre produktet er deponigass (eller biogass) og består hovedsakelig av metan (CH4) og karbondioksid (CO2).

DDT, PCB, dioksiner, PAHer (polyaromatiskehydrokarboner), (tinn-organiske forbindelser som for eksempel TBT), PFOS (polyfluorooktylsulfonat), toksafener er gode eksempler.

**(4 poeng)**

# Et varmekraftverk produsere bare strøm fra fossile brennstoff eller biomasse. Virkningsgrad er omtrent 40%. Et kraftvarmeverk bruker samme brennstoffene men produsere både strøm og fjernvarme (som varmt vann til bolig osv.). Virkningsgraden til sammen er mye høyere, ca. 80%.

# 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:

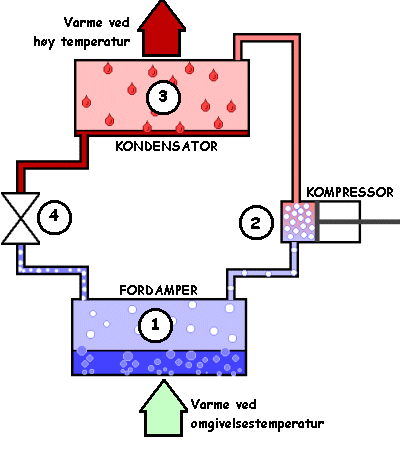
1. Kuldemediet koker på lav temperatur (minus 10-20oC)

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:



**(4 poeng)**