

## DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: KJE100 Miljøkjemi og HMS

DATO: 3 desember 2018

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 formlene til følgende stoffer: litiumhydrid, ammoniumnitrat, krom(III)dihydrogenfosfat.

Sett navn på følgende stoffer:  $Mn_2O_7$ ,  $Sr(ClO_2)_2$ ,  $P_2O_5$ .

- b) En prøve som veier 2,40g inneholder en ukjent mengde nikkell(II)nitrat. Prøven ble oppvarmet og følgende reaksjonen skjedde:



Hva er prosentvis mengde nikkell(II)nitrat i prøven hvis 265ml gass ble dannet ved 160°C og 1,0 atmosfære trykk? Resten av stoffet i prøven avgir ikke gass ved oppvarming. (Hint: Bruk Tabell og Formelsamlingen).

#### Oppgave 2

- a) Metanol har kokepunkt på 64,7°C. Tror du  $CH_3SH$  (metantiol) vil ha høyere eller lavere kokepunkt enn metanol? Begrunn svaret med strukturtegninger.

- b) Hva skjer med en løsning av saltsyre når den blir elektrolysert? Og hva skjer med pH-en til løsningen?
- c) Tegn strukturer og gi navn til alle isomerer som er alkoholer og som har bruttoformel  $C_4H_{10}O$ .

Tegn strukturen og gi et navn til produktet fra reaksjonen av 1-penten med brom ( $Br_2$ ).

### Oppgave 3

- a) Hvilket er det sterkeste oksidasjonsmiddelet,  $Ni^{2+}$  eller  $I_2$ ? Begrunn svaret.

Hva er det som blir redusert og oksidert i et vanlig bilbatteri (dvs. vanlig bensinbil, ikke e-bil)?

Hva skjer under korrosjon av et metall?

Bortsett fra maling, plast eller en annen dekning, nevnt 2 vanlige metoder for å hindre korrosjon av et metall.

- b) Vi har følgende likevekt:  $PF_5(g) \rightleftharpoons PF_3(g) + F_2(g)$ .

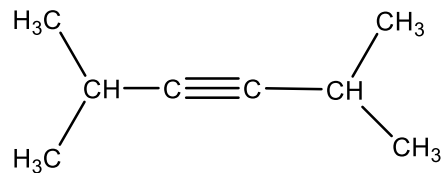
5,0 mol  $PF_5$  føres inn i en beholder med volum 10 liter. Likevekten innstiller seg og en analyse viser at beholderen da inneholder 1,0 mol fluorgass.

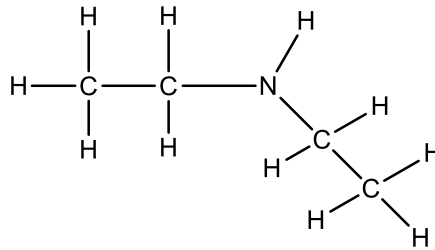
1. Hva er konsentrasjonen av  $PF_5$  i gram/liter ved likevekt?
2. Hva er likevektskonstanten for denne likevekten?

### Oppgave 4

- a) Et vannrenseanlegg i industrien har krav om at konsentrasjonen av jern ( $Fe^{3+}$ ) i utslippet maksimalt skal være 0,1 mg/liter. Hvor lav kan pH være uten å overstige dette kravet? Gitt  $K_{sp}$  til  $Fe(OH)_3 = 5 \times 10^{-10}$

- b) Gi navn til følgende organiske molekyler:





I tillegg, tegn strukturene til følgende stoffer:

1,3-dimetylsykloheptan, heksan-2-on, 2,4-dinitro-1-propyl-benzen.

## Miljødelen

### Oppgave 5

- a) I en vanlig bensinbil, hvor kommer NO gass i eksosen fra?  
 Beskriv hva slags forurensingsproblemer NO kan bidra til?  
 Hva slags luftforurensingsproblemer kan N<sub>2</sub>O gass bidra til? (bare kort svar)  
 Hvilken størrelse partikler/svevestøv er mest farlig for helse?  
 Hva er de 3 største kildene til utslipp av dette svevestøvet?
- b) Hvilke 3 krav er satt av EU direktivet for drikkevannskvalitet? (Ikke hvordan man renser vannet).

Hva er de 2 største forbruksområder til ferskvann?

Hvordan kan vi skaffe oss mer ferskvann enn det er tilgjengelig i dag (ikke hvordan kan vi spare vann)?

### Oppgave 6

- a) Hva er eutrofiering? Forklar hvordan en innsjø kan bli selvforsynt med de viktigste næringsstoffene.
- b) Nevn i rekkefølge, med økende grad av energiutnyttelse, alle de 5 kategorier for avfallsbehandling.

Hvilke to biprodukter oppstår fra en avfallsdeponi, og hva burde vi gjøre med dem?

Nesten alt farlig avfall som Norge importerer er av en type. Hvilken type avfall er dette og hvordan blir det behandlet i Norge?

Tungmetaller deponeres i Norge på NOAH anlegget på Langøya. Hvordan deponeres tungmetaller på Langøya?

## Oppgave 7

- a) Hva skjer i et fisjons kjernekraftverk? En reaksjonsligning er en del av svaret (eller et bilde som forklarer reaksjonen).  
Oppsummer kort fremtidsmulighetene for de ulike typer kjernekraft.
- b) Hva menes med ordene "ressurs" og "reserve" i forbindelse med fossile brennstoff?

Hva slags kjemikalier består råoljen av? Beskriv så mye du kan. Bruk gjerne strukturtegninger.

Hvilke andre kommersielle ikke-fornybare energikilder gir mindre CO<sub>2</sub> utslipp per enhet energi enn forbrenning av råolje?

## Fasit

### Oppgave 1

- a) LiH,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ . Mangan(VII)oksid, strontiumkloritt, difosforpentoksid.

(3 poeng)

- b)  $pV = nRT$  (Verdien for R finnes i Tabell & Formelsamling som vist på forelesningen)

$$\text{Antall mol gass} = pV/RT = 1 \cdot 0,265 / (0,08206 \cdot 433) = 0,00746 \text{ mol}$$

5 mol gass ( $4\text{NO}_2 + 1\text{O}_2$ ) dannes fra 2 mol  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$

$$\Rightarrow 1 \text{ mol gass dannes fra } 2/5 \text{ mol } \text{Ni}(\text{NO}_3)_2$$

$$\Rightarrow 0,00746 \text{ mol gass dannes fra } 0,00746 \cdot 2/5 \text{ mol } \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 = 0,002984 \text{ mol}$$

$$\text{Fm for } \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 = 58,69 + 14,01 \cdot 2 + 6 \cdot 16 = 182,71$$

Mol = masse / Fm

$$\Rightarrow 0,002984 \text{ mol} = \text{masse} / 182,71$$

$$\Rightarrow \text{Masse } \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 = 0,002984 \cdot 182,71 = 0,545 \text{ g}$$

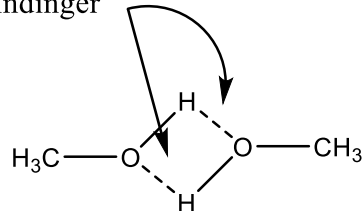
$$\Rightarrow \% \text{ Ni}(\text{NO}_3)_2 = 0,545 / 2,40 \cdot 100 = 22,7\%$$

(3 poeng)

### Oppgave 2

- a) Metanol har en alkohol (-OH) gruppe som gir mulighet for hydrogen-binding (se bildet under). Denne bindingen mellom metanol molekyler øker kokepunktet betydelig. Metantiol har ikke denne mulighet og er en gass ved romtemperatur.

Hydrogen-bindinger

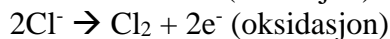


(1,5 poeng)

- b) Saltsyre er en sterk syre:



Når løsningen blir elektrolysert skjer det en reduksjon og en oksidasjon:



Dvs. det dannes klorgass og hydrogengass.

Fordi konsentrasjonen til  $\text{H}^+$  ioner minker vil pH til løsningen øker.

(1,5 poeng)

- c) Det finnes 4 isomerer: oppe i figuren har vi 1-butanol (eller butan-1-ol) og 2-butanol (eller butan-2-ol). Nede har vi 2-metyl-2-propanol (eller 2-metylpropan-2-ol) og 2-metyl-1-propanol (eller 2-metylpropan-1-ol).



b)

	start	likevekt
<b>PF<sub>5</sub></b>	5,0 mol	4,0 mol
<b>PF<sub>3</sub></b>	0,0 mol	1,0 mol
<b>F<sub>2</sub></b>	0,0 mol	1,0 mol

Like mye PF<sub>3</sub> og F<sub>2</sub> må være til stedet ved likevekt. Hvis 1 mol F<sub>2</sub> har blitt dannet, da må 1 mol PF<sub>5</sub> ha spaltet. Det blir derfor dannet like mye PF<sub>3</sub> (1 mol).

Mengden PF<sub>5</sub> igjen er 5-1 = 4mol.

$$1. \quad [\text{PF}_5] = 4,0 \text{ mol}/10,0 \text{ liter} = 0,4 \text{ mol/l (eller } 0,4 \text{ M)}$$

$$F_m(\text{PF}_5) = 30,97 + 5 \cdot 19 = 125,97$$

$$[\text{PF}_5] = 125,97 \cdot 0,4 = 50,39 \text{ g/l}$$

$$2. \quad K = [\text{PF}_3] \cdot [\text{F}_2] / [\text{PF}_5] = 0,1 \text{ M} \cdot 0,1 \text{ M} / 0,4 \text{ M} = 0,025 \text{ M (eller mol/l)} \quad \text{(3 poeng)}$$

#### Oppgave 4

a) Atommassen (Am) til Fe = 55,85.

$$\text{Mol } n = \text{masse}/\text{Am} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 55,85 = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Fe(III) konsentrasjonen ([Fe<sup>3+</sup>]) må ikke overstige 1,7 · 10<sup>-6</sup> mol/liter



$$K_{sp} = [\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = 5 \cdot 10^{-10}$$

Ved å finne maks verdi av [OH<sup>-</sup>] kan vi finne pH fra pH + pOH = 14

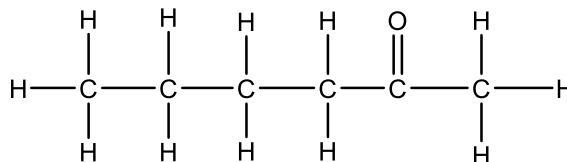
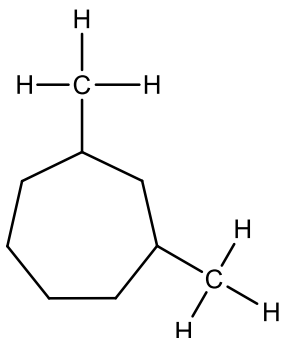
$$[\text{OH}^-] = \sqrt[3]{5 \cdot 10^{-10} / [\text{Fe}^{3+}]} = \sqrt[3]{5 \cdot 10^{-10} / 1,7 \cdot 10^{-6}} = \sqrt[3]{2,94 \cdot 10^{-4}} = 0,0665 \text{ mol/l}$$

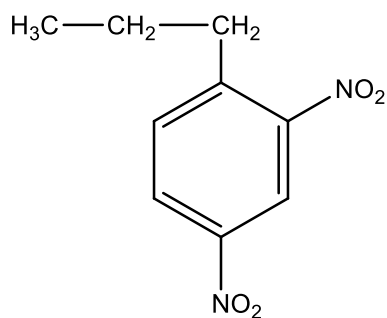
$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0,0665 = 1,177$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,177 = 12,8$$

(3 poeng)

b) 1,2-Syklopropandiol (eller syklopropan-1,2-diol), 2,5-dimethylhex-3-yn, dietylamin.





(6 x 0,5 = 3 poeng)

## Miljødelen

**Jeg vil understreke at du trenger ikke å ha alle deler/detaljene av svarene her for å få alle poengene**

### Oppgave 5

- a) I en vanlig bensinbil, kommer NO gass fra reaksjonen av  $N_2$  og  $O_2$  i luften under forbrenning av drivstoffet, særlig når temperaturen stiger over  $1000^\circ C$ . NO kan bidra til sur nedbør etter oksidasjon til  $NO_2$  ( $NO + NO_2 = NO_x$ ) og bakkenært ozon.

(1,5 poeng)

$N_2O$  gass bidra til ødeleggelsen av ozonlaget og til drivhuseffekten. (1 poeng)

$PM_{2,5}$  (diameter =  $0,1-2,5\mu m$ ) er den mest farlige partikkelstørrelsen. (Den øker sjansen for lungekreft og er en mulig årsak til demens (siden den kan nå frem til hjernen fra nesen/munnen). (0,5 poeng)

Disse partikler kommer hovedsakelig fra biltrafikken, kullfyring og vedfyring. (1,0 poeng, 0,5 poeng for 2 av 3)  
**(4 poeng totalt)**

- b) De 3 kravene til drikkevannskvalitet er at det må være:

- Klart
- Uten lukt og smak
- Ingen sykdomsfremkallende bakterier

(1 poeng)

De 2 største forbruksområder er jordbruk og industri (0,5 poeng)

Vi kan skaffe oss mer ferskvann enn det er tilgjengelig i dag ved bruk av:

- mer demninger
- avsalting (eller "desalination") av saltvann/sjøvann (kostbart)
- gjenvinning av avløpsvann (eller kloakkvann)



- boring etter dype vannreservoarer
- tette lekkasjer i vannrør og irrigeringssystemer
- Vi kan øke nedbøren på en kunstig måte ved sprøyting i lufta med spesielle kjemikalier (eks. sølvpartikler)

Sleping av isfjell er også mulig men dyrt og lite praktisk. (2,5 poeng)

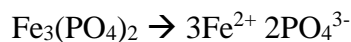
**(4 poeng til sammen)**

## Oppgave 6

- a) Eutrofiering er betegnelsen på innsjøer eller kystområdet som inneholder større enn normale mengder av næringssaltene, fosfat og nitrat (P og N forbindelser). Det kalles for overgjødsling. Det vises synlig som store mengder algeoppblomstring.

Selvforsyning kan skje ved følgende prosesser:

1. Nedbryting av alger selv danner næringsalter. De viktigste næringsstoffer for ny plantevekst i disse næringsalter 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  $\text{FePO}_4$  (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  $\text{Fe}^{3+}$  i  $\text{FePO}_4$  redusert til  $\text{Fe}^{2+}$ . Da dannes  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  som er lettere løselig. Dette frigjør  $\text{PO}_4^{3-}$  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  $\text{N}_2$  fra lufta. Dvs. omdanning av  $\text{N}_2$  til nyttige nitrogenforbindelser.

**(4 poeng)**

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

Metan gass burde gå til forbrenning og varme/strøm generering, siden metan er et verre drivhusgass enn  $\text{CO}_2$ . (0,5 poeng)

Sigevann som inneholder organiske syrer og tungmetaller. Kvaliteten bør analyseres regelmessig, og må spesialbehandles som farlig avfall hvis det inneholder høye verdier av tungmetaller. På Sele (Klepp kommune) renner sigevann direkte ut til havet etter analyse. (1 poeng)

Norge importerer aluminiums avfall (aluminiumsaltslagg, pluss noe flygeaske) som resirkuleres via elektrolyseprosessen til å lage nytt aluminiummetall. (0,5 poeng)

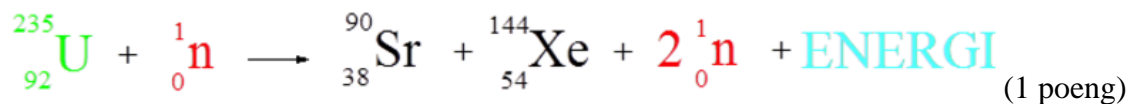
Tungmetaller blir utfelt som hydroksider eller sulfider eller overført til silikater i et glasssmelte. Disse materialene smeltes inn i betong for deponering (på NOAHs anlegg på Langøya).

(1 poeng)

**(4 poeng til sammen)**

### Oppgave 7

a) Uran-235 isotop brukes slik som vist i reaksjonen under:



Massen avtar ved reaksjon og blir til energi ( $E = mc^2$ ). Energi i form av varme tas opp av kjølevann (eller andre væsker som smeltet natrium) som blir til damp som driver turbin og lager strøm. (0,5 poeng)

Kjedereaksjon må unngås (pga. flere nøytroner dannet enn brukt). Derfor brukes det kontrollstaver laget av bor som fanger opp overskuddet av nøytroner.

(0,5 poeng)

#### Mulighetene innenfor fisjonskjernekraftverk:

I dag bruker vi isotop Uran-235 i kjernekraftverk. Dette har vi nok av for kanskje 100 år. Men 99,3% av uran på jorda er uran-238 isotop. Foreløpig har vi ikke utviklet en kjernekraftverk som kan baseres på uran-238 selv om det forskes aktivt på. Hvis det lykkes har vi nok uran-238 til kjernekraft for over 10 000 år. Det forskes mye på andre typer kjernekraftverk, som for eksempel bruk av thorium eller radioaktivt avfall. Disse nye kraftverkene vil være billigere, sikrere, ha bedre virkningsgrad, og danne mindre mengder radioaktivt avfall.

#### Mulighetene innenfor fusjonskjernekraftverk:

Fusjon krever flere millioner grader Celsius. Dermed ligger utfordringen i å bygge stabile anlegg som kan kontrollere plasmaet og tåler både den ekstremt høye temperaturen i tillegg til den intense nøytronstrålingen over lengre tid uten å ta skade. Dette forskes på i flere land. Men det kan gå flere ti-år før vi har et kommersielt anlegg som kan levere stabil og økonomisk kraft.

(2 poeng)

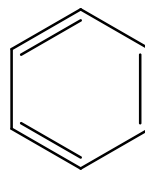
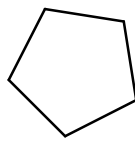
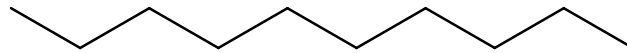
NB. Dette var ikke et spørsmål om fordeler/ulempene med kjernekraft.

**(4 poeng til sammen)**

- b) Ressursen er hvor mye det finnes av et stoff (for eks. råolje). Reserven er anslag over den mengden som er påvist og som kan utvinnes lønnsomt ved kjent teknologi.

(1 poeng)

Råolje består av en blanding av mange forskjellige hydrokarboner, noen som er langkjedede og noen som er ring-formede (se figur under). Disse hydrokarboner er både alifatiske og aromatiske (de som inneholder benzen ringer). Råolje inneholder også litt svovel og noen tungmetaller.



(2,0 poeng)

Både naturgass og kjernekraft er kommersielle ikke-fornybare energikilder som gir mindre CO<sub>2</sub> utslipp per enhet energi enn forbrenning av råolje. (Kull gir mer CO<sub>2</sub> enn råolje, geotermisk er fornybar siden mengden energi tilgjengelig er så stor).

(1 poeng)

**(4 poeng til sammen)**