

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: KJE100 Miljøkjemi og HMS

DATO: 1 desember 2017

TID FOR EKSAMEN: 4 timer

TILLATTE HJELPEMIDDEL : Kategori C: Kalkulator av type, HP30S, alle Casio FX82, Texas Instruments TI-30XB, Texas Instruments TI-30X Pro, Citizen SR-270X, Texas BA II Plus, HP17bII+, Citizen SR-260N og Casio FX85GT Plus; Tabell og Formelsamling kun av Cappelen.

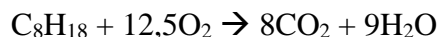
OPPGAVESETTET BESTÅR AV 7 OPPGAVER

MERKNADER : Oppgaver 1-4 teller 6 poeng, oppgaver 5-7 teller 8 poeng.

KJEMIDELEN

Oppgave 1

- a) Sett navn på følgende stoffer: FeH_4 , $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$, P_2O_5 . Skriv kjemisk formel for følgende stoffer: natriumsulfid, aluminiumnitritt, kobber(II)klorat.
- b) Etanol er en type biodiesel og kan brukes alene eller det kan blandes med vanlig bensin. Vi skal anta at formelen til etanol er $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ og formelen til bensin er C_8H_{18} . Bensin brennes med oksygen ifølge denne ligningen:



Skriv en balansert reaksjonsligning for forbrenning av etanol med oksygen til CO_2 og vanndamp.

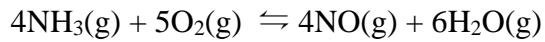
Det sies at «Etanol har lavere klimautslipp enn vanlig bensin.» Er det sant? For å svare på dette spørsmål må du finne ut hvilket stoff som gir mest CO_2 utslipp, 1kg etanol eller 1 kg bensin.

Oppgave 2

- a) Hva kalles egenskapen til et stoff som kan spalte eller ta opp protoner?

Finn pH til en 0,01M vannløsning av flussyre, HF. Bruk Tabell og formelsamlingen.

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

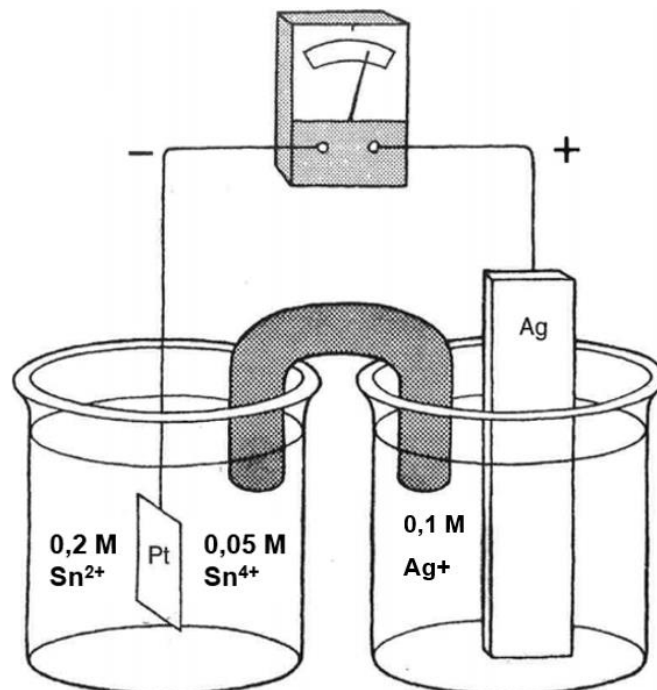


Reaksjonen er eksotermisk.

- 1) Nitrogenmonoksid gass er tilsatt beholderen ved likevekt. Hva skjer med reaksjonsblandingen? Begrunn svaret.
- 2) Trykket i beholderen økes til 20 atm. Hva skjer med reaksjonsblandingen? Begrunn svaret.
- 3) Temperaturen til reaksjonsblandingen økes til 300°C? Hva skjer med reaksjonsblandingen? Begrunn svaret.
- 4) En katalysator er tilsatt reaksjonsblandingen ved likevekt. Hva skjer med reaksjonsblandingen? Begrunn svaret.
- 5) Nevn en katalysator eller en gruppe av katalysatorer diskutert i dette faget, enten fra kjemi- eller miljødelen.
- 6) Likevektskonentrasjonene 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 ifølge Tabell og Formelsamlingen $4,94 \cdot 10^{-4}$. Var likevekten faktisk innstilt? Begrunn svaret.

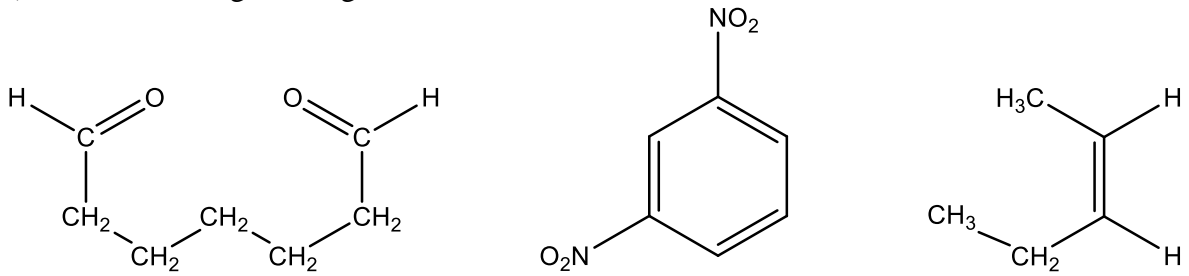
Oppgave 3

- a) 5g NaOH ble løst i vann og fortynnet til 1 liter. En mengde $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ble tilsatt og løsning rørt godt til likevekten ble innstilt. Hva er konsentrasjonen av oppløst $\text{Fe}(\text{OH})_2$ i gram/liter ved likevekt? Hint: Du må bruke Tabell og Formelsamling.
- b) Finn cellepotensialet til følgende celle. Hvilken elektrode blir katode? Bruk spenningsrekketabellen.



Oppgave 4

a) Gi navn til følgende organiske strukturer:



I tillegg, tegn de kjemiske strukturene til følgende stoffer:

1,2-dimetylsyklopropan, 4-fluorfenylamin, 2-pentanon

b) Hva blir pH dersom vi blander 52 ml 0,123 M HCl og 46 ml 0,092 M NaOH ?

MILJØDELEN

Oppgave 5

a) Hvorfor kaller jeg sur nedbør for «Ekstra sur nedbør» under forelesningene? Begrunn svaret ditt skikkelig.

Hva er de 2 største kilde til antropogen SO₂ utslipp?

Nevn to andre gasser som ikke inneholder svovel men som bidrar til sur nedbør.

Hvis NH₃ er en basisk gass, hvorfor er den diskutert i sammenheng med sur nedbør?

Begrunn svaret, helst med reaksjonsligninger.

Hvordan kan plantevekst være hindret i områder med mye sur nedbør?

b) Hvilken størrelse partikler/svevestøv er mest farlig for helse?

Hva er de 3 største kildene til utslipp av dette svevestøvet?

Hva er VOC? Hvorfor er det umulig å hindre med dagens motorer utslipp av noe VOC?

Nevn 2 miljøproblemer som VOC bidrar til.

Oppgave 6

- a) For mye gjødselbruk kan skape eutrofiering i innsjøer og langs kysten. Hvordan kan vi redusere kunstig gjødselbruket i landbruket?

Hva menes med minimumsfaktor i forhold til plantevekst og eutrofiering?

- b) Nevn kilder og hovedoperasjoner som bidrar til utslipp til sjøen fra oljeplattformer offshore. Nevn alle kilder men inkluder kilder til olje og oljefeltkjemikalier.

Hvordan kan vi redusere eller hindre utslipp av kjemikalier fra petroleumsvirksomheter?

Oppgave 7

- a) Forklar hva som skjer i komposteringsprosessen og de optimale forholdene for best kompostering.

Hvorfor sendes ikke matavfall til forbrenningsanlegget?

- b) Geotermisk energi anses å være fornybar siden det finnes enormt mye i jordas indre. Hvorfor bruke vi ikke geotermisk energi i Norge?

Hvordan kan Norge bruke gamle oljebrønner til geotermisk energi?

List opp fordeler og ulemper med geotermisk energi.

FASIT

KJEMIDELEEN

Oppgave 1

- a) Jern(IV)hydrid, kalsiumhydrogensulfat, difosforpentoksid.

Formelen: Na_2S , $\text{Al}(\text{NO}_2)_3$, $\text{Cu}(\text{ClO}_3)_2$

(3 poeng)

- b) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Først finner vi antall gram CO_2 fra 1kg etanol

$$F_m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = (2 \cdot 12,01) + (6 \cdot 1,008) + 16 = 46,068 \text{ ?}$$

$$\text{Antall mol etanol} = m/F_m = 1000/46,026 = 21,707$$

1 mole etanol gir 2 mol CO_2 .

$$1000/46,068 \text{ mol etanol gir } 2 \cdot 1000/46,068 \text{ CO}_2$$

$$F_m \text{ CO}_2 = 12,01 + 2 \cdot 16 = 44,01$$

$$2 \cdot 1000/46,026 \text{ CO}_2 \text{ gir } 44,01 \cdot 2 \cdot 1000/46,026 \text{ CO}_2 = 1911 \text{ g} = 1,91 \text{ kg CO}_2$$

Først finner vi antall gram CO_2 fra 1kg bensin

$$F_m(\text{C}_8\text{H}_{18}) = (8 \cdot 12,01) + (18 \cdot 1,008) = 114,224 \text{ g/mol}$$

1 mol bensin gir 8 mol CO_2

$$\text{Antall mol bensin} = 1000/114,224 = 8,755 \text{ mol}$$

$$\text{Antall mol CO}_2 = 8,755 \cdot 8 = 70,038 \text{ mol CO}_2$$

$$70,038 \cdot 44,01 = 3082 \text{ g CO}_2 = 3,08 \text{ kg fra 1 kg bensin:}$$

Bensin gir mer CO_2 utslipp per kg drivstoff enn etanol.

(3 poeng)

Oppgave 2

- a) Et stoff som kan spalte eller ta opp protoner er amfotær (eller mer riktig amfoprotisk) (I Tabell og Formelsamlingen står det H_2F_2 og ikke HF. Begge blir godkjent).



$$\text{La } [\text{H}_3\text{O}^+] = x$$

$$7,2 \cdot 10^{-4} = \frac{x \cdot x}{0,1 - x}$$

Selv om K_a er ganske liten, siden konsentrasjonen av syre er kun 0,01 bør vi i dette tilfelle løse en annengradsligning, og ikke bruke en tilnærming. (dvs. å skrive $K_a = x^2/0,01$ er ikke godt nok).

Dvs. når konsentrasjonen (av syre her) er så lav at den nærmer seg K verdien (ca faktor 10^2 i forskjell), da kan du ikke bruke en tilnærming.

Løsning fra annengradsligning:

$$(0,1 - x) \cdot 7,2 \cdot 10^{-4} = x^2$$

$$7,2 \cdot 10^{-5} - 7,2 \cdot 10^{-4}x = x^2$$

$$x^2 + 7,2 \cdot 10^{-4}x - 7,2 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$x = 0,002347 \quad (x \text{ må være positiv})$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg x = 0,002347 = 2,63$$

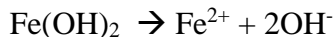
(3 poeng)

b) Til spørsmål 1-3 brukes Le Chateliers prinsipp, dvs. en likevekt utsatt for en forandringen vil flytte i retningen som går imot denne forandringen.

- 1) Reaksjonslikvekten flyttes til venstre for å bli kvitt tilsatt NO
- 2) 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.
- 3) Reaksjonslikevekten flyttes til venstre for å minke temperaturen siden reaksjonen er eksotermisk (varme utgitt som skrevet venstre til høyre).
- 4) Ingenting. Katalysatoren øker kun hastigheten frem til likevekten.
- 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) $Q = \frac{[\text{NO}]^4 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{NH}_3]^4 \cdot [\text{O}_2]^5}$
 $= \frac{(0,3)^4 (0,1)^6}{(0,2)^4 (0,4)^5}$
 $= \frac{0,0081 \cdot 10^{-6}}{0,0016 \cdot 0,01024}$
 $= 4,94 \cdot 10^{-4}$
 $\Rightarrow Q = K_{sp}$ Likevekten var faktisk innstilt. (3 poeng)

Oppgave 3

a) 5g NaOH: antall mol $n = m/F_m = 5/(22,99+16+1,008) = 0,125$ mol



$$K_{sp} = [\text{Fe}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 6,0 \cdot 10^{-15} \text{ fra Tabell og Formelsamlingen}$$

Tilnærming: alle OH⁻ ioner kommer fra NaOH siden K_{sp} er så liten (dvs. Fe(OH)₂ er så tungtløselig).

$$\Rightarrow K_{sp} = [\text{Fe}^{2+}][0,125/1]^2 = 6,0 \cdot 10^{-15}$$

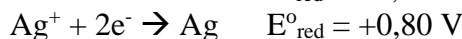
$$\Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] = 6,0 \cdot 10^{-15} / [0,125]^2 = 3,84 \cdot 10^{-13} \text{ mol/l}$$

$$F_m \text{ til } \text{Fe}(\text{OH})_2 = 55,85 + 2 \cdot (16 + 1,008) = 89,866$$

$$\text{Antall g } \text{Fe}(\text{OH})_2 = F_m \cdot n = 89,866 \cdot n = 89,866 \cdot 3,84 \cdot 10^{-13} = 3,45 \cdot 10^{-11} \text{ g/liter}$$

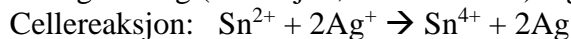
(3 poeng)

b) $\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$ $E_{\text{red}}^0 = +0,15 \text{ V}$



Den høyeste E_{red}^0 er den som skjer

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



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

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

Nernst ligning:

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

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

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

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

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

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

(3 poeng)

MILJØDELEN

OBS: Du trenger ikke å nevne alle tingene i fasit for å få alle poengene.

Oppgave 5

- a) CO₂ i vanlig luft danner kullsyre i vannet (Ingen poeng gis for 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 NO_x. Reaksjonen av SO₂ med vann danner den svake syren svovelsyring (H₂SO₃). På lik vis dannes den svake syren salpetersyring (HNO₂) fra reaksjonen av NO₂ med vann.

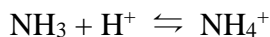
De to største kildene til SO₂ er:

1. Forbrenning av fossile drivstoff, hovedsakelig kull.
2. Røsting av metallsulfid malmer (eks. FeS, ZnS, PbS osv.) i metall fremstillingsindustri.

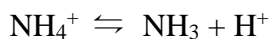
Gasser uten svovel er for eks. CO₂, NO, NO₂, HCl, HF.

Ammoniakk (NH₃) er med i sur nedbør prosessen men skaper ikke surhet i seg selv.

Ammoniakk formidler surheten, dvs. H⁺ (eller H₃O⁺) ioner. Ammoniakk må bli protonert fra syrer i sur nedbør til ammoniumionet, NH₄⁺, slik:



Det er dette ionet som er en svak syre og kan senere spalte H⁺ slik:



Spalting av H⁺ kan også skje med hjelp fra mikroorganismer.

Syrene spalter H⁺ ioner og disse ioner kan bytte ut de nyttige næringsstoffene K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ osv i jordsmonnet. Da blir jorda næringsfattig som kan hindre plantevekst. (Inge poeng for dannelse av bakkenært ozon, vi vet ikke om NO_x er til stede i sur nedbør).

(4 poeng)

- b) PM_{2,5} (diameter = 0,1-2,5µm) 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).

Disse partikler kommer hovedsakelig fra biltrafikken, kullfyring og vedfyring.

VOC er flyktige organiske komponenter («volatile organic compounds» på engelsk). Stort sett små hydrokarboner som metan og andre små alkaner.

Treveiskatalysator kan redusere utslipp av VOC, NO_x og CO. For å fjerne VOC må de reagere med oksygen (ved hjelp av en katalysator) til å danne CO₂ og vanndamp. Men for mye oksygen vil også føre til oksidasjon av alt CO til CO₂. Og da blir det ingen CO igjen for å redusere NO_x til N₂. En kompromissløsning er begrenset oksygen inntak som betyr at ikke alt VOC blir fjernet.

VOC bidrar til fotokjemisk SMOG/bakkenært ozon dannelse, og drivhuseffekten.

(4 poeng)

Oppgave 6

a) Metoder for å redusere gjødselforbruket i landbruk:

- Bruk mer husdyrgjødsel enn kunstgjødsel
- Gjødselforbruket må reduseres
 - Utarbeide gjødselplaner
- Kjemiske analyser av jorda
 - Antall dyr bestemmes av spredearealet
 - Gjødsel må spres i vekstsesongen (Stat/landbruksdirektoratet tillater kun kunstgjødsling i et begrenset tidsrom av sesong/året, eller en begrenset mengde kunstgjødsel)
 - Mindre pløying om høsten (erosjon)
- Tette siloer, lagringsplasser
- Avgift på kunstgjødsel
- Kontroll på kunstig vanning

Minimumsfaktor er det stoffer som begrense plantevekst mest. Det er vanligvis fosfor på kysten og nitrogen for innsjøer.

(4 poeng)

b) Utslippskilder:

- Boreoperasjoner
 - olje, borekaks med borekjemikalier (også kjemikalier til rensing og «completion» av brønnene)
- Produsert vann
 - som inneholder litt olje og produksjonskjemikalier
- Fortrenningsvann
 - I kontakt med olje under føring av olje til tanker
- Kjøle vann og avløpsvann fra boligplattformer

Mottiltak for utslipp fra petroleumsvirksomhet:

- Vannseparasjon
 - mindre vann å behandle med produksjonskjemikalier
- Reinjisering
 - borekaks, produsert vann
- Resirkulasjon
 - eks. frostvæske
- Bedre kjemikalier
 - Mer effektive
 - lavere dose
 - Mer miljøvennlige
- Rense produsert vann før utslipp – tar vekk oljerester osv.
 - C-TOUR prosess, Typhonix
- Miljøkrav/avtaler
 - Miljødirektoratet, EU

(4 poeng)

Oppgave 7

- a) Kompostering er mikrobiell biologisk nedbryting av organiske materialer (helst matavfall og hageavfall) til et jordliknende produkt (dvs. et økologisk kretsløp). Kommunal kompostering er på en stor skala, er optimalisert og tar minimum 6 uker. Kompostering hjemme kan ta flere måneder. Anti-biotika utvikles og derfor skadelige mikro-organismer drepes. Luktstoffer dannes. (1,5 poeng)

Kompostering krever:

- Luft (aerob kompostering)
- Aerob prosess er eksoterm (60-70°C) derfor isolasjon hjelper
- Riktig fuktighet (ca. 50%) – hold regnvann vekk
- Riktig C vs. N vs. P forhold (2 poeng)

Matavfall inneholder veldig mye vann og mye energi vil gå tapt til å dampe vekk vannet i et forbrenningsanlegg. (0,5 poeng)

(4 poeng til sammen)

- b) Norge bruker ikke geotermisk energi fordi Norge ligger ikke på jordplatene hvor geotermisk varme kommer nærmere bakkenivået. (0,5 poeng)

Varmt vann kan injiseres i varme brønner og damp tatt opp til å drive turbiner. (0,5 poeng)

Fordeler:

- Lite plass
- Lite forurensing ift. kull/olje/gass forbrenning
- Billig

Ulemper:

- Få plasser i verden
- Riktig type varm stein bergart
- Passelig dybde
- Vanskelig å bore gjennom hardt stein
- Boring lykkes ikke alltid – treffer ikke alltid varmt vann
- Et geotermisk reservoar kan plutselig slutte å gi energi
- Forurensingsproblemer fra stoffet som følger vannet og dampen (H₂S, CO₂).

(3 poeng)

(4 poeng til sammen)

