Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: Miljøkjemi og HMS (KJE100)

DATO: 24112021

VARIGHET: 4 timer

TILLATTE HJELPEMIDDEL: Valgfri kalkulator, Tabell og Formelsamling (kun av Cappelen), og vedlagte formler og tabeller.

FAGANSVARLIG: Emil Lindbäck

TLF.NR.: 45520468

Problem 1

a. Identifiser det korrekte navnet for hver av de følgende forbindelse (kun ett navn er riktig for hver forbindelse) (**4%**):

	Forbindelse	Navneforslag
i.	$BaCl_2$	bariumklorid, barium(II)klorid og bariumdiklorid?
ii.	$CoPO_4$	kobalt(III)fosfat, kobalt(II)fosfat og kobaltfosfat?
iii.	$Co_3(PO_4)_2$	kobalt(III)fosfat, kobalt(II)fosfat og kobaltfosfat?
iv.	CsOH	cesiumhydroksid, cesium(I)hydroksid, og mono cesiumhydroksid?

b. Balanser følgende reaksjoner (**2%**):

   i. $Sr(OH)_2 + HCl \rightarrow SrCl_2 + H_2O$

   ii. $C_{12}H_{22}O_{11} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

   iii. $C_4H_6 + H_2O \rightarrow C_4H_{10}O_2$

   iv. $Hg_2^{2+} + Al \rightarrow Hg + Al^{3+}$

c. Identifiser oksidasjonstallet for hvert atom i følgende forbindelser (**4%**):

   i. Co_2O_3

   ii. $C_2H_3O_2^-$

   iii. HSO_4^-

   iv. SnH_4

d. Den balanserte reaksjonen mellom acetylen (C_2H_2) og O_2 som danner CO_2 og vann er:

$$2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

   Hvor mange gram CO_2 dannes fra 2.00 g acetylene? (**2.5%**)

Problem 2

a. Identifiser syren, basen, den korresponderende syren, og den korresponderende basen i den følgende reaksjonen (**2%**):

$$HCl(g) + NH_3(g) \rightarrow Cl^-(g) + NH_4^+(g)$$

b. Forklar om HCl reagerer som en Brønsted-syre og/eller en Arrhenius-syre i reaksjonsligningen i **Problem 2a** (begrunn svaret ditt). (**4%**)

c. Beregn pH-en ved 25 °C i løsningen du får når 2.50 g $Ba(OH)_2$ løses opp i nok vann til å lage en 1.00 L $Ba(OH)_2(aq)$-løsning. (**2.5%**)

d. Hvor mange gram benzosyre ($C_6H_5CO_2H$) er nødvendig for å lage en 10.0 L $C_6H_5CO_2H$(aq)-løsning med pH = 3.00? ($K_a = 6.3 \times 10^{-5}$ for $C_6H_5CO_2$) (**4%**)

Problem 3

a. Beregn antall mol CH_3CH_2OH i en 1.00 L CH_3CH_2OH(aq)-løsning, som inneholder 20-masse% med CH_3CH_2OH. Anta at tettheten til en 20-masse% CH_3CH_2OH(aq)-løsning er lik 0.972 g/mL. (**2%**)

b. Beregn de nødvendige volumene av en HCO_2H(aq)-løsning som inneholder 85.0-masse% med HCO_2H og vann for å tilberede 4.00 L av en 3.00 M HCO_2H(aq)-løsning. Tettheten er lik 1.22 g/mL i en 85.0-masse% med HCO_2H(aq)-løsning. (**5%**)

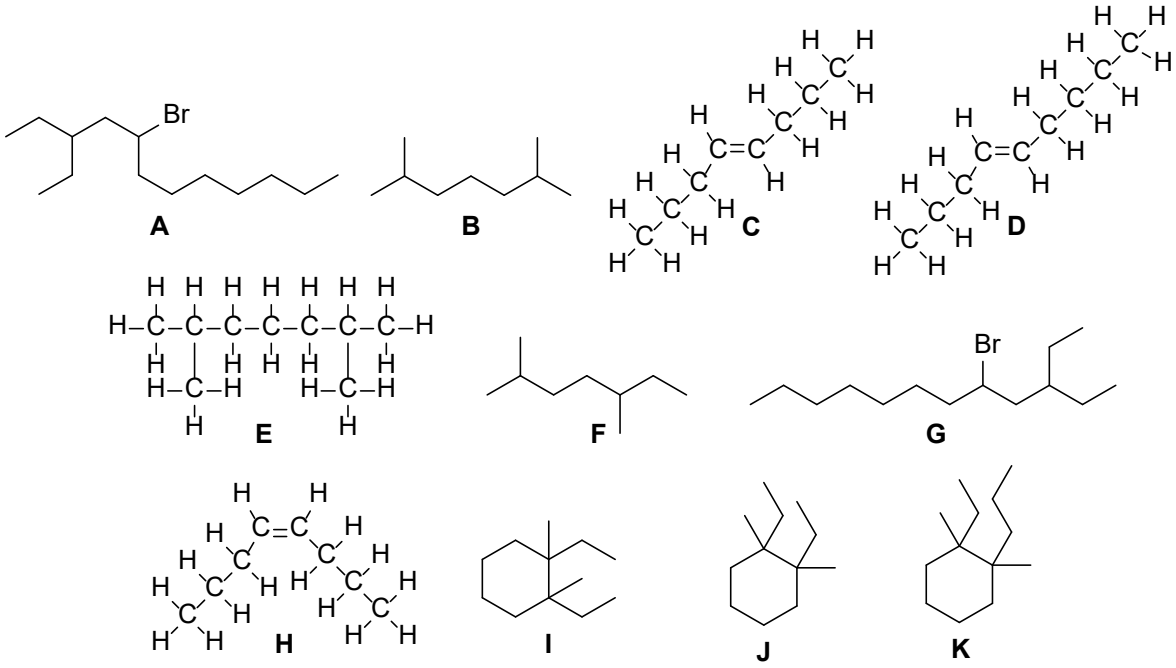
c. Når reaksjon **1** er ved sin første kjemiske likevekt ved 80.0 °C, er trykket 1.00 atm for NO_2(g) og 5.30 atm for N_2O_4(g). Beregn den kjemiske likevektkonstanten (K_c) til reaksjonen. (**1.5%**)

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \quad (\mathbf{1})$$

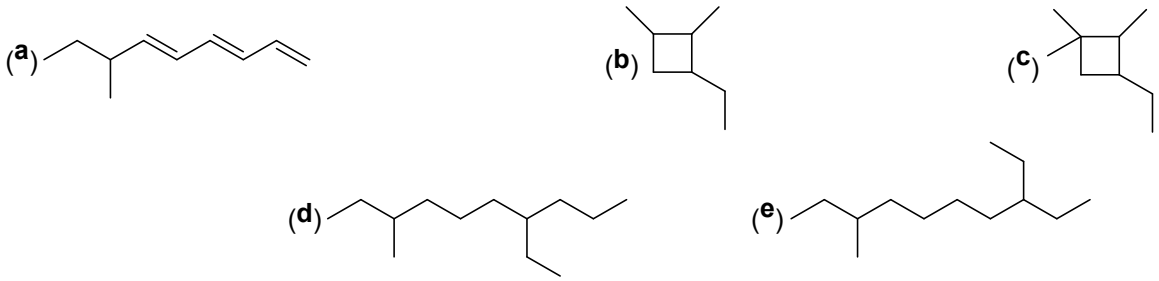
d. Beregn trykket til NO_2 og N_2O_4 ved den nye likevekten som vil oppstå om reaksjonen blir tvunget bort fra sin første likevekt ved 80.0 ^oC, i **Problem 3c**, ved å øke trykket til NO_2 til 10.0 atm. (**4%**)

Problem 4

a. Identifiser hvilke av følgende forbindelse som er identiske, geometriske isomerer, og strukturisomere: (**5%**)



b. Navngi følgende forbindelser: (**2.5%**)



c. En galvanisk celle har følgende cellereaksjon:

$$2Al(s) + 3Ni^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Ni(s)$$

i. Skriv celldiagrammet til den galvaniske cellen. (**2.5%**)

ii. Tegn den galvaniske cellen, marker anoden (**0.5%**), og katoden (**0.5%**), indiker retningen til elektronstrømmen (**0.5%**), og til hvilken av halvcellene saltbroens anion og kation forflytter seg mot (**1%**). Anta at saltbroen inneholder K^+- og NO_3^-ioner.

Problem 5

a. **Drivhuseffekten:** Gi et eksempel på en gruppe drivhusgasser i atmosfæren som ikke har naturlig opphav. (**3%**)

b. **Drivhuseffekten:** Forklar positive og negative tilbakekoblinger ift global oppvarming, og beskriv kort ett eksempel på hver! Hvorfor er vi mer bekymret over positive enn over negative tilbakekoblinger i den globale oppvarmingen? (**7%**)

c. **Ozonlaget:** I hvilket atmosfærisk lag finner vi (det "gode") ozonlaget? Av 10 millioner luftmolekyler er omtrent 2 millioner O_2-molekyler. Hvor mange O_3-molekyler er det tilsvarende? Hvor mange prosent av UV-B -og av UV-C-ståling fra sola mot jorda absorberer det? (**6%**)

Problem 6

a. Beskriv (kort) en metode for gassrensing av partikler. (**7%**)

b. Hvordan fjernes NO_x og VOC (flyktige organiske komponenter) fra eksosen til bensinbiler? (Skriv reaksjonsligningene) (**6%**)

c. Hvilket verdifullt produkt kan SO_2 (g) omdannes til ved gassrensing? (**3%**)

Problem 7

Selv om miljø, bærekraftighet og grønn omstilling i samfunnsdebatten har oppmerksomheten rettet mot klimasaken er likevel vannforurensing og behandling det viktigste miljøområdet for ingeniørers virke. Dette er nok knyttet til at tekniske krav og standarder er definert for mange vannkvalitetsparametre og at teknologi er utviklet for å motvirke miljøkonsekvenser av utslipp.

a. Nevn minst tre viktige miljøproblemer som negativt påvirker det akvatisk miljø og forklar kort hva som forårsaker disse (kilder og effekt). (**6%**)

Selv om man i Norge har god tilgang på reint drikkevann vil de fleste tilknyttet et kommunalt drikkevannsanlegg motta vann som har gjennomgått flere behandlingstrinn.

b. Nevn to enhetsprosesser som er vanlig i norske drikkevanns renseanlegg, og indiker hvilke vannkvalitets parametre disse endrer. (**6%**)

Avløpsnettet samler forbrukt vann fra husholdninger og industri. I tillegg samles overflatevann (drensvann) for å forhindre oversvømmelser og vannskader på konstruksjoner. I eldre deler av avløpsnettet kombineres avløps- og dreneringsvann, mens ved nybygging (og renovering) legger såkalte separate system.

c. Forklar forskjellen mellom separate og kombinerte avløpsnett, og forklar hvorfor man ønsker å gå over til separate anlegg. (**6%**)

University of Stavanger

FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

SUBJECT: Environmental Chemistry and HES (KJE100)

DATE: 24112021

TIME: 4 hours

AID: optional calculator, Tabeller og formelsamling (P. T. Capellen *et al.*), and enclosed tables and formulas

COURSE RESPONSIBLE: Emil Lindbäck
TELEPHONE NUMBER: 45520468

Problem 1

a. Identify the correct name for each of the following compounds (only one name is correct for each compound) (**4%**):

	Compound	Suggested names
i.	$BaCl_2$	barium chloride, barium(II) chloride, or barium dichloride?
ii.	$CoPO_4$	cobalt(III) phosphate, cobalt(II) phosphate, or cobalt phosphate?
iii.	$Co_3(PO_4)_2$	cobalt(III) phosphate, cobalt(II) phosphate, or cobalt phosphate?
iv.	CsOH	cesium hydroxide, cesium(I) hydroxide, or monocesium hydroxide?

b. Balance the following reactions (**2%**):

i. $Sr(OH)_2 + HCl \rightarrow SrCl_2 + H_2O$

ii. $C_{12}H_{22}O_{11} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

iii. $C_4H_6 + H_2O \rightarrow C_4H_{10}O_2$

iv. $Hg_2^{2+} + Al \rightarrow Hg + Al^{3+}$

c. Identify the oxidation number for each atom in the following compounds (**4%**):

i. Co_2O_3

ii. $C_2H_3O_2^-$

iii. HSO_4^-

iv. SnH_4

d. The balanced reaction between acetylene (C_2H_2) and O_2 to form CO_2 and water is:

$$2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

How many grams of CO_2 is formed from 2.00 g of acetylene? (**2.5%**)

Problem 2

a. Identify the acid, base, conjugate acid, and conjugate base in the following reaction (**2%**):

$$HCl(g) + NH_3(g) \rightarrow Cl^-(g) + NH_4^+(g)$$

b. Explain whether HCl reacts as a Brønsted acid and/or an Arrhenius acid in the reaction equation in **Problem 2a** (motivate your answer). (**4%**)

c. Calculate the pH at 25.0 °C of the solution obtained when 2.50 g $Ba(OH)_2$ is dissolved in enough water to prepare a 1.00 L $Ba(OH)_2(aq)$ solution. (**2.5%**)

d. How many grams of benzoic acid ($C_6H_5CO_2H$) is required to prepare 10.0 L of a $C_6H_5CO_2H(aq)$ solution of pH = 3.00? ($K_a = 6.3 \times 10^{-5}$ for $C_6H_5CO_2H$) (**4%**)

Problem 3

a. Calculate the number of moles CH_3CH_2OH present in 1.00 L of a $CH_3CH_2OH(aq)$ solution, which contains 20.0-mass% of CH_3CH_2OH. Assume the density to be 0.972 g/mL for a 20-mass% $CH_3CH_2OH(aq)$ solution. (**2%**)

b. Calculate the volumes required of a $HCO_2H(aq)$ solution that contains 85.0-mass% of HCO_2H and water to prepare 4.00 L of a 3.00 M $HCO_2H(aq)$ solution. The density is 1.22 g/mL for an 85.0-mass% $HCO_2H(aq)$ solution. (**5%**)

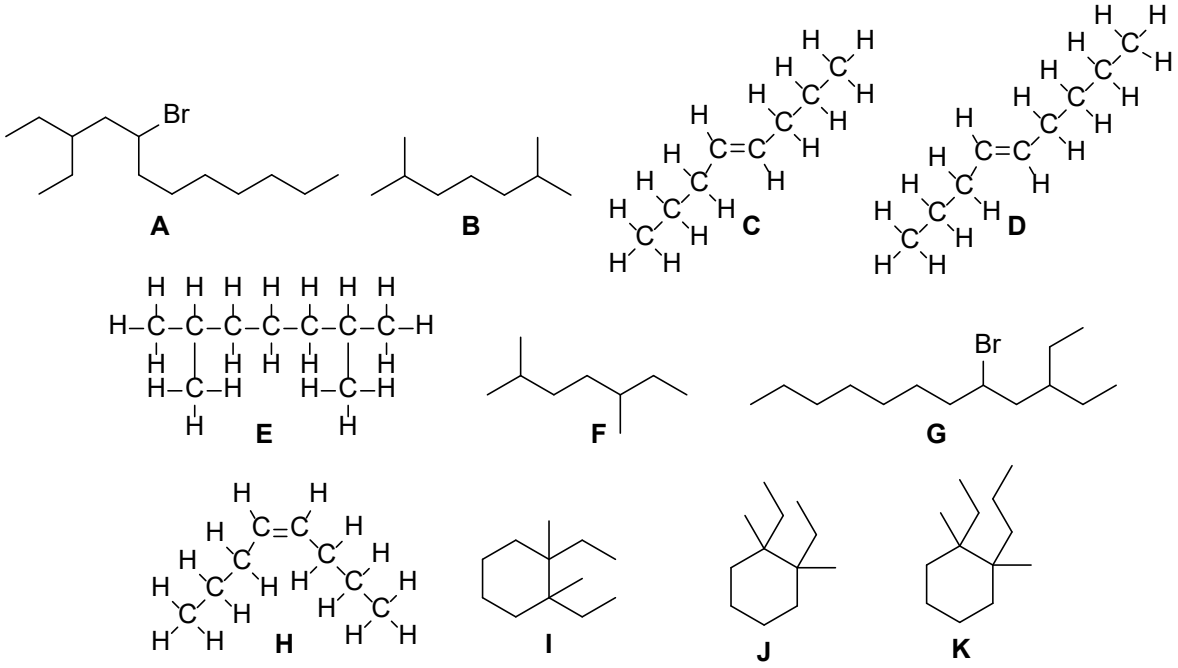
c. When reaction **1** is at its first chemical equilibrium at 80.0 ^oC the pressure is 1.00 atm for NO_2 and 5.30 for $N_2O_4(g)$. Calculate the chemical equilibrium constant (K_c) for the reaction. (**1.5%**)

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \text{ (}\mathbf{1}\text{)}$$

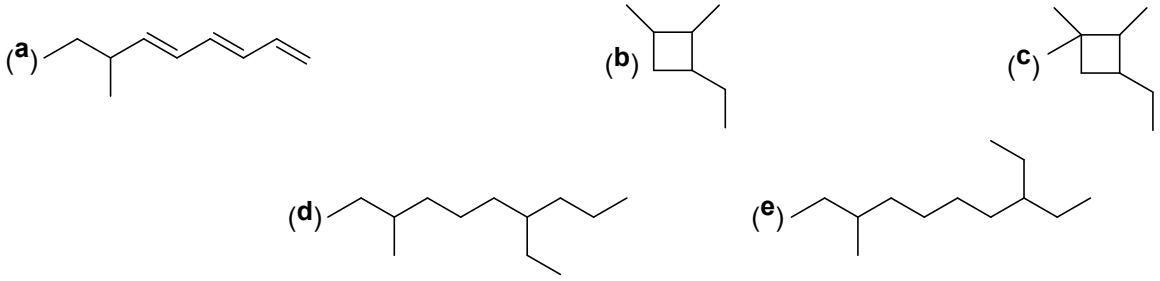
d. Calculate the pressure of NO_2 and N_2O_4 at the new equilibrium if the reaction is forced away from its first equilibrium at 80.0 ^oC, in **Problem 3c**, by increasing the pressure of NO_2 to 10.0 atm. (**4%**)

Problem 4

a. Identify which of the following compounds that are identical, geometric isomers, and constitutional isomers (**5%**):



b. Name the following compounds (**2.5%**):



c. A galvanic cell uses the following cell reaction:

$$2Al(s) + 3Ni^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Ni(s)$$

i. Write the cell-diagram of the galvanic cell. (**2.5%**)

ii. Sketch the galvanic cell, label the anode (**0.5%**) and cathode (**0.5%**), indicate the direction of electron flow (**0.5%**), and to which half-cell the salt bridge's anion and cations migrate towards (**1%**). Assume the salt bridge to contain K^+ and NO_3^- ions.

Problem 5

a. **Greenhouse effect:** Give an example of a group of greenhouse gases in the atmosphere that has no natural sources. (**3%**)

b. **Greenhouse effect:** Explain positive and negative feedbacks in relation to global warming and describe shortly one example of each! Why are we more concerned about positive than about negative feedback effects regarding the global warming? (**7%**)

c. **Ozone layer:** In which atmospheric layer do we find (the ”good”) ozone layer? Of 10 million air molecules are approximately 2 millions O_2 molecules. How many O_3 molecules are there respectively? How large percentages of UV-B and of UV-C radiation from the sun towards the earth does it absorb? (**6%**)

Problem 6

a. Describe (in short) a method for gas purification of particles. (**7%**)

b. How is NOx and VOC (volatile organic compounds) removed from the exhaust of a petrol car? (Include the reaction equations) (**6%**)

c. Which valuable product can SO_2(g) be converted to by gas purification? (**3%**)

Problem 7

Even though the public environmental discussion and attention today is focused on global warming/climate change, most environmental engineers (and other engineering disciplines) daily environmental work is aimed at the aquatic environment and water/wastewater treatment. This might be due to the numerous technical requirements and quality parameters defined for water quality and the availability of technical unit processes for treatment.

a. List at least <u>three</u> environmental problems that deteriorate the aquatic environment and name their main/typical sources. (**6%**)

In Norway we have good access to good quality potable water sources, but still most inhabitants receive drinking/potable water that has undergone treatment.

b. Present at least two typical unit processes commonly applied in Norwegian (any modern) water treatment plants, and indicate which water quality parameters these address. (**6%**)

The sewer system collects water consumed in households and industrial facilities. In addition, drainage and storm water is collected in order to avoid water damage to installations and structures. Historic sewer systems combined household wastewaters and drainage water, while modern sewers are designed with separate systems.

c. Describe the difference between the two types of sewer systems and explain why new and retrofitted systems are preferred? (**6%**)

Formulas

Avogadro's law:	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$
°C to K:	$T_K = T_{°C} + 273.15$
Density:	$d = \frac{m}{V}$
Molar concentration:	$c = \frac{n}{V}$
Number of moles:	$n = \frac{m}{M}$
The ideal gas law:	$PV = nRT$
Expression for pH:	$pH = -\log[H_3O^+]$
Expression for pOH:	$pOH = -\log[OH^-]$
Relationship between K_a and K_b	$K_a \times K_b = K_w$
Expression for the autoprotolysis constant of H_2O:	$K_w = [H_3O^+][OH^-]$
Standard cell potential:	$E^\circ_{cell} = E^\circ_{ox} + E^\circ_{red}$
Nernst equation:	$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.059}{n}\log Q$

Fundamental constants

Name	Symbol	Value
Atomic mass unit:	u	1.66054×10^{-24} g
Avogadro constant:	N_A	$6.02214086 \times 10^{23}$/mol
Boltzmann constant:	k	1.38066×10^{-23} J/K
Elementary charge:	e	1.60218×10^{-19} C
Faraday constant:	F	96485.3 C/mol
Gas constant:	R	8.31451 J/K mol
		8.31451 L kPa/K mol
		0.0820578 L atm/K mol
		62.3639 L Torr/K mol
		0.0831451 L bar/K mol
Autoprotolysis constant for water at 25 °C	K_w	1.00×10^{-14}