

EKSAMEN - løsningsforslag

Emnekode: IRK 10013	Emnenavn: Generell kjemi
Dato: 11.12.2018 Sensurfrist: 02.01.2019	Eksamenstid: 09:00 – 13:00
Antall oppgavesider: 5 Antall vedleggsider: 3	Faglærer: Birte J. Sjursnes – mobil: 472 62 307 Oppgaven er kontrollert: Ja
Hjelpemidler: «Book of data» eller andre godkjente formelsamlinger Godkjent kalkulator	
Om eksamensoppgaven: ALLE SVAR SKAL BEGRUNNES (vis beregninger, ikke bare svaret)! Alle hovedoppgaver teller likt	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



- Vedlegg 1: Det periodiske system til bruk etter behov (2 stykker, det «gamle» som har vært gitt før og ett nytt med elementnavn).
- Vedlegg 2: Oksidasjonstilstander til bruk i oppgave 1a)

Oppgave 1

a) Angi manglende navn eller formel

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) KBr | Kaliumbromid |
| 2) Cu(NO ₃) ₂ | Kobber(II)nitrat |
| 3) N ₂ O | Dinitrogenmonoksid |
| 4) Ammoniumhydroksid | NH₄OH |
| 5) Jern(III)oksid | Fe₂O₃ |
| 6) Dinatriumhydrogenfosfat | Na₂HPO₄ |

b) For hvilke av følgende forbindelser er hydrogenbinding en viktig intermolekylær kraft? Begrunn hvorfor – hvorfor ikke.

CH₄ (metan), CH₃OH (metanol), NH₃ (ammoniakk) og CHCl₃ (kloroform)

For å kunne danne hydrogenbindinger så må vi ha hydrogen bundet til oksygen, nitrogen eller fluor, dvs.:

H-O- eller H-N- eller H-F

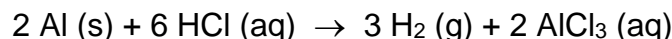
Vi ser at dette bare er tilfelle for metanol hvor vi har –O-H, og ammoniakk hvor vi har –N-H. Hydrogenbinding er derfor en viktig intermolekylær kraft for metanol og ammoniakk.

c) Identifiser følgende:

- | | |
|--|------------------------|
| 1) Et kation med 3 plussladninger (M ³⁺) og 23 elektroner. | Fe³⁺ |
| 2) To grunnstoffer som i grunntilstand har to uparede elektroner i 2p. | C og O |
| 3) Et kation med 3 plussladninger som har følgende elektronkonfigurasjon:
1s ² 2s ² 2p ⁶ | Al³⁺ |

Oppgave 2

- a) Vi har følgende reaksjon mellom aluminium og saltsyre



Oppgitt: $M_m(\text{Al}) = 26,98 \text{ g/mol}$

- 1) Hvor mange mol H_2 (g) blir dannet fra 0,500 mol Al (s)?

Reaksjonsforhold Al : $\text{H}_2 = 2 : 3 = 1 : 3/2$

Antall mol H_2 (g) = $3/2 \times 0,500 \text{ mol} = \mathbf{0,750 \text{ mol}}$

- 2) Hvor mange mol H_2 blir dannet når 5,00 g Al (s) tilsettes 500 mL 0,500 M HCl?

Her må vi finne begrensende reaktant. Vi ser først på hvor mange mol produkt vi kan få fra de to utgangsstoffene:

$$\text{Ant. mol Al} = \frac{5,00 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} = 0,185 \text{ mol}$$

Rx-forhold Al : $\text{H}_2 = 2 : 3 = 1 : 3/2$

$$\text{Ant. mol H}_2 \text{ fra Al} = \frac{3}{2} \times 0,185 \text{ mol} = \underline{0,278 \text{ mol}}$$

$$\text{Ant mol HCl} = 0,500 \text{ L} \times 0,500 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0,250 \text{ mol}$$

Rx-forhold HCl : $\text{H}_2 = 6 : 3 = 2 : 1 = 1 : 1/2$

$$\text{Ant. mol H}_2 \text{ fra HCl} = \frac{1}{2} \times 0,250 \text{ mol} = \underline{0,125 \text{ mol}}$$

Vi ser at vi får minst antall mol H_2 fra HCl. Dette betyr at HCl er begrensende reaktant og det blir dannet 0,125 mol H_2 .

Alternativt kunne vi ha sett på forholdet mellom utgangsstoffene:

Vi har 0,185 mol Al (beregnet ovenfor).

Rx-forhold Al : HCl = $2 : 6 = 1 : 3$

Det trengs $3 \times 0,185 \text{ mol} = 0,555 \text{ mol}$ HCl for å reagere med 0,185 mol Al.

Vi har bare 0,250 mol (beregnet ovenfor), dvs. ikke nok HCl til at all Al kan reagere. Dette betyr at HCl er begrensende reaktant.

Rx-forhold HCl : $\text{H}_2 = 6 : 3 = 2 : 1 = 1 : 1/2$

Det dannes $1/2 \times 0,250 \text{ mol} = 0,125 \text{ mol}$ H_2 .

- b) 1) Hvor mange gram NaCl trengs for å lage 500,0 mL 0,5000 M NaCl-løsning?

Oppgitt: Mm (NaCl) = 58,44 g/mol

Trenger (0,5000 mol/L) x 0,5000 L = 0,2500 mol NaCl

Masse NaCl = 0,2500 mol x (58,44 g/mol) = 14,61 g

- 2) 0,2440 g av en enprotisk syre trenger 20,00 mL 0,1000 M NaOH for å bli fullstendig nøytralisert. Beregn molar masse for syren.
-

Antall mol NaOH = (0,1000 mol/L) x 0,02000 L = 0,002000 mol

Rx-forhold er 1 : 1 med en enprotisk syre ($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)

Løsningen inneholder 0,002000 mol enprotisk syre.

Mm for syren = 0,2440g / 0,002000 mol = 122,0 g/mol

- c) 1) 230,0 mL 0,2750 M CaCl₂ henses på en varm plate over natten. Neste morgen er konsentrasjonen 1,100 M. Hvor stort volum vann har fordampet?
-

Her kan vi bruke «fortynningsloven» selv om det er en oppkonsentrering. Uansett om man fortynner eller oppkonsentrerer, så er antall mol likt før og etter.

$$V_2 = \frac{C_1 \times V_1}{C_2} = \frac{0,2750 \text{ mol/L} \times 230,0 \text{ mL}}{1,100 \text{ mol/L}} = 57,50 \text{ mL}$$

Resterende volum er 57,50 mL, dvs. det har forsvunnet:

230,0 mL – 57,50 mL = 172,5 mL

- 2) Ren salpetersyre har en tetthet på 1,513 g/mL. Beregn molar konsentrasjon. Oppgitt: Mm (HNO₃) = 63,01 g/mol
-

1000 mL = 1,000 liter \Rightarrow 1513 g salpetersyre

Antall mol HNO₃ = 1513 g / (63,01 g/mol) = 24,012 mol i 1,000 liter

\Rightarrow Ren salpetersyre er 24,01 M

Oppgave 3



En beholder på 1,00 liter ble fylt med 8,00 mol $\text{NO}_2 (\text{g})$ ved en bestemt temperatur.

Etter at reaksjonen var kommet til likevekt ble konsentrasjonen til $\text{O}_2 (\text{g})$ bestemt til 1,00 M.

Beregn verdien av likevektskonstanten K_c ved denne temperaturen.

Vi starter med 8,00 mol $\text{NO}_2 (\text{g})$ i 1,00 liter, dvs. konsentrasjonen er 8,00 M.

Skjema:	$2 \text{NO}_2 (\text{g})$	\rightleftharpoons	$2 \text{NO} (\text{g})$	+	$\text{O}_2 (\text{g})$
Start (M):	8,00		0		0
Endring (M):	-2x		+2x		+x
Likevekt (M):	$8,00 - 2x$		2x		x

Vi har her fått oppgitt at ved likevekt er konsentrasjonen av $\text{O}_2 (\text{g})$ 1,00 M. Det betyr at vi har fått oppgitt x. Vi regner ut de andre konsentrasjonene ved likevekt:

$$[\text{NO}_2] = 8,00 - 2x = 8,00 \text{ M} - 2(1,00) \text{ M} = 6,00 \text{ M}$$

$$[\text{NO}] = 2x = 2(1,00) \text{ M} = 2,00 \text{ M}$$

Vi setter inn i likevektsuttrykket og regner ut:

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{(2,00)^2 \times 1,00}{(6,00)^2} = \frac{4,00}{36,0} = \underline{0,111}$$



Reaksjonen er endoterm, dvs. $\Delta H > 0$ (positiv).

Angi hvordan likevekten påvirkes av endringene under (likevekt mot høyre, venstre eller ingen endring). Begrunn svarene.

Ifølge Le Chatelier prøver alltid en reaksjon å motvirke ytre påvirkninger.

1) Fjerner $\text{SO}_2 (\text{g})$.

Mot høyre for å kompensere for redusert SO_2 -konsentrasjon, dvs. reduserer teller i likevektsuttrykket \Rightarrow må økes for å opprettholde likevektskonstanten.

2) Øker trykket ved å redusere volumet.

Mot venstre. Det er mindre antall mol gass på venstre side av reaksjonspilen. Redusert antall mol gass gir lavere trykk ($PV=nRT$).

3) Øker trykket ved å tilsette Ar (g).

Ingen endring. Når man endrer trykk ved å endre volum kan man få likevektsendringer fordi dette påvirker konsentrasjoner av stoffer og dermed også likevektsuttrykket. Tilsetning av en inert gass gir ikke dette, og det vil ikke påvirke likevekten.

4) Øker temperaturen.

Dette er en endoterm reaksjon, dvs. man må tilføre energi. Man kan da tenke seg at energi er en komponent på venstre side av reaksjonspilen. Når denne økes ved å øke temperaturen så vil likevekten gå mot høyre.

Tilslutt: Vil likevektskonstanten øke, minke eller forbli uendret ved en temperaturøkning? Begrunn svaret.

Likevektskonstanten er bare konstant for en bestemt temperatur. Når temperaturen øker vil likevekten over gå mot høyre \Rightarrow økt konsentrasjon av produkter og redusert konsentrasjon av utgangsstoff \Rightarrow likevektskonstanten øker.

Oppgave 4

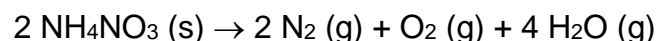
Oppgitt: $PV = nRT$

Gasskonstanten: $R = 0,0821 \frac{L \times atm}{mol \times K}$

1 atm = 760 mmHg

0°C = 273,15K

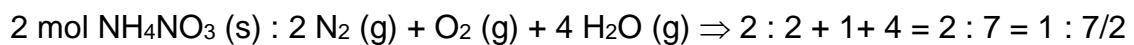
a) Ammoniumnitrat dekomponerer eksplosjonsaktig når det varmes opp. Reaksjonsligning er:



Beregn totalt volum gass ved 125°C og 748 mmHg som produseres ved total dekomponering av 1,55 kg ammoniumnitrat.

Oppgitt: $M_m (\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,04 \text{ g/mol}$

Her skal det beregnes totalt volum med gass, dvs. vi trenger bare å se på forholdet mellom utgangsstoff og sum av produkter i gassfase:



$$\text{Antall mol NH}_4\text{NO}_3 = 1550 \text{ g} / (80,04 \text{ g/mol}) = 19,365 \text{ mol}$$

$$\text{Antall mol gass dannet} = 7/2 \times 19,365 \text{ mol} = 67,779 \text{ mol}$$

$$\text{Temperatur} = 273,15 + 125,00 = 398,15\text{K}$$

$$\text{Trykk} = 748 \text{ mmHg} / (760 \text{ mmHg/atm}) = 0,9842 \text{ atm}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{67,779 \text{ mol} \times 0,0821 \frac{\text{mol} \times \text{atm}}{\text{mol} \times \text{K}} \times 398,15\text{K}}{0,9842 \text{ atm}} = \underline{\underline{2251 \text{ liter}}}$$

- b) En beholder fylles med en ideell gass til trykket er 40,0 atm ved 0°C. Hva vil trykket i beholderen bli hvis den varmes opp til 125°C?

Vi benytter oss av at volum og antall mol holdes konstant og setter opp to ligninger:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{P}{T} = \frac{nR}{V}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{nR}{V} \quad \text{og} \quad \frac{P_2}{T_2} = \frac{nR}{V} \quad \Rightarrow \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\text{Hvor } P_1 = 40,0 \text{ atm, } T_1 = 0^\circ\text{C} = 273,15\text{K, } P_2 = ? \quad \text{og} \quad T_2 = 125^\circ\text{C} = 398,15\text{K}$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1} = \frac{40,0 \text{ atm} \times 398,15\text{K}}{273,15\text{K}} = \underline{\underline{58,3 \text{ atm}}}$$

- c) Vi har følgende løsninger:

- 1) Rent vann
- 2) En løsning av glukose i vann hvor X_{glukose} er 0,01 (ikke-elektrolytt)
- 3) En løsning av NaCl i vann hvor X_{NaCl} er 0,01
- 4) En løsning av CaCl₂ i vann hvor X_{CaCl_2} er 0,01

Svar på følgende:

- 1) Hvilken løsning har høyest kokepunkt?
- 2) Hvilken løsning har høyest smeltepunkt?

Det skal ikke gjøres noen beregninger, men svarene skal begrunnes.

Tilsetning av ikke-flyktig stoff til vann fører til en reduksjon av damptrykk av vann over løsningen. Av løsningene så har rent vann høyest damptrykk, så kommer løsningen av glukose som har en molfraksjon av partikler på 0,01, løsningen av NaCl som har en høyere molfraksjon av partikler enn 0,01 siden NaCl løser seg opp i Na⁺ og Cl⁻, og tilslutt løsningen av CaCl₂ som har den høyeste molfraksjon av partikler siden CaCl₂ løser seg opp til Ca²⁺ og 2 Cl⁻ og som da vil ha det laveste damptrykket.

Ved kokepunkt er damptrykk over en væske/løsning lik ytre trykk. Det er **løsningen av CaCl₂ som har det høyeste kokepunktet** fordi løsningen har det laveste damptrykket, og vi må varme mer opp for å få damptrykket likt det ytre trykket.

Tilsetning av ikke-flyktig stoff fører lavere smeltepunkt. Dette har igjen med reduksjon i damptrykk. Ved smeltepunkt er damptrykk over fast stoff likt damptrykk over væske. Når damptrykk over væske reduseres, så vil dette krysningpunktet skje ved en lavere temperatur. Det er løsningen med CaCl₂ som vil ha det laveste smeltepunktet (fryse ved den laveste temperaturen) mens det er **rent vann som har det høyeste smeltepunktet**.

Det er ikke nødvendig med inngående forklaring av damptrykk for smeltepunkt. Det er ikke like kjent som kokepunkt.

Oppgave 5

- a) Du skal lage 1,00 liter 0,600 M eddiksyre-acetat buffer (CH₃COOH – CH₃COO⁻) med pH = 4,90.

Beregn molar konsentrasjon av eddiksyre (CH₃COOH) og acetat (CH₃COO⁻) i bufferen.

Oppgitt: Bufferligning (Henderson-Hasselbalch):
$$pH = pK_a + \log \frac{[baseform]}{[syreform]}$$

hvor baseform og syreform er konjugert syre-basepar i bufferen.

K_a (eddiksyre) = 1,80 x 10⁻⁵

Vi benytter bufferligningen for å finne forhold mellom syre- og baseform, og deretter totalkonsentrasjon for å finne absolutte konsentrasjoner.

$$pK_a = -\log K_a = -\log 1,80 \times 10^{-5} = 4,74$$

$$\log \frac{[baseform]}{[syreform]} = pH - pK_a = 4,90 - 4,74 = 0,16$$

$$\frac{[base]}{[syre]} = 10^{0,16} = 1,45$$

$$[base] = 1,45[syre]$$

Vi vet nå forholdet mellom syreform og baseform i bufferen, dvs. $[baseform] = 1,45 [syreform]$ som er det samme som $[CH_3COO^-] = 1,45 [CH_3COOH]$.

Vi vet også at summen av baseform og syreform skal være 0,600 M.

Vi kan da sette opp 2 ligninger med 2 ukjente på formen:

$$1) \quad x = 1,45 y \quad \text{og} \quad 2) \quad x + y = 0,600$$

$$1) \quad [base] = 1,45 [syre] \quad \text{og} \quad 2) \quad [base] + [syre] = 0,600M$$

Setter inn $[base] = 1,45 [syre]$ som gir:

$$2) \quad 1,45 [syre] + [syre] = 0,600M$$

$$2) \quad 2,45 [syre] = 0,600M$$

$$2) \quad [syre] = 0,600 M / 2,45 = 0,245 M$$

som videre gir $[base] = 0,600 M - 0,245 M = 0,355 M$

$[CH_3COOH] = 0,245 M$ og $[CH_3COO^-] = 0,355 M$

- b) Etter at du har laget bufferen i a) ønsker du å endre pH for bufferen fra 4,90 til 4,74 (bufferens pK_a -verdi). Angi om du må bruke NaOH eller HCl for å gjøre dette, og beregn hvor mange mol du må tilsette bufferen i a) for å oppnå endringen i pH. Anta ingen volumendring ved tilsats av NaOH / HCl.

Vi ønsker å redusere pH fra 4,90 til 4,74. Når pH er på basisk side av pK_a , så er det mest baseform (acetat) i bufferen. Ved pK_a skal konsentrasjon av svak syre (eddiksyre) og konjugert base (acetat) være like.

For å få konsentrasjonene like må vi tilsette HCl slik at baseform (acetat) reduseres og syreform (eddiksyre) økes. Vi beregner antall mol av hver i bufferen, deler forskjellen på to, og videre antall mol HCl som må tilsettes for å oppnå dette.

Vi har 1,00 liter buffer, dvs. vi har 0,245 mol eddiksyre og 0,355 mol acetat.

Forskjell = 0,355 mol - 0,245 mol = 0,110 mol

Deler forskjellen på 2: $0,110 \text{ mol} / 2 = 0,0550 \text{ mol}$

Det må tilsettes **0,0550 mol HCl** til bufferen for å endre pH fra 4,90 til 4,74.

- c) Du finner en målekolbe på laboratoriet som er merket «Eddiksyre», men det står ikke hvilken konsentrasjon løsningen i målekolben har. Du måler pH og finner at den er 2,65. Beregn konsentrasjonen til eddiksyreløsningen. Du kan anta at dissosiasjonsgraden er neglisjerbar.

Oppgitt: K_a (eddiksyre) = $1,80 \times 10^{-5}$

Reaksjonsligning: $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$

Reaksjonsligning: $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$

Start, M: M ~ 0 0

Endring: $-x$ $+x$ $+x$

Likevekt, M: $M - x$ x x

Nå kan det se ut som vi har to ukjente, både molaritet og x . Men, x har vi fått oppgitt i form av pH som jo er $-\log[\text{H}_3\text{O}^+]$.

$\text{pH} = 2,65 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,65} = 2,24 \times 10^{-3} = x = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$

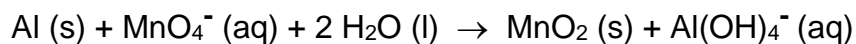
For eddiksyre har vi fått oppgitt at dissosiasjonsgraden er neglisjerbar, dvs. $M - x \approx M$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{(2,24 \times 10^{-3})(2,24 \times 10^{-3})}{M} = \frac{5,01 \times 10^{-6}}{M} = 1,80 \times 10^{-5}$$

$$M = \frac{5,01 \times 10^{-6}}{1,80 \times 10^{-5}} = \underline{0,278 M}$$

Oppgave 6

a) Vi har følgende redoksreaksjon:



Skriv halvreaksjoner for oksidasjons- og reduksjonsreaksjon (trenger ikke å være balansert med hensyn på oksygen og hydrogen) med angivelse av:

- 1) Oksidasjonstall for aluminium og mangan før og etter reaksjon
 - 2) Katode og anode
 - 3) Oksidasjonsmiddel og reduksjonsmiddel
-

Oksidasjon: $Al (s) \rightarrow Al(OH)_4^- + 3e^-$ Før: 0
 Etter: +3
 Al (s) er reduksjonsmiddel
 Anode

Reduksjon: $MnO_4^- + 3e^- \rightarrow MnO_2$ Før: +7
 Etter: +4
 MnO_4^- er oksidasjonsmiddel
 Katode

- b) Elektrolyse av en løsning av et metallnitrat, $M(\text{NO}_3)_2$ i 325 minutter med 20,0 A gir 227 gram metall. Beregn molar masse for metallet og angi hvilket metall det er.

Oppgitt: $A = \text{C/s}$ $(1 \text{ Ampere} = 1 \frac{\text{Coulomb}}{\text{sekund}})$

Det forbrukes 96500 C for å overføre 1 mol elektroner

Må finne antall mol stoff som felles ut. Fra mol og gram finner man molmasse.

$$\text{Tid} = 325 \text{ min} \times 60 \text{ sek/min} = 19500 \text{ sek}$$

$$\text{Ladning} = A \times s = 20,0 \text{ A} \times 19500 \text{ s} = 390000 \text{ C}$$

$$\text{Antall mol elektroner} = 390000 \text{ C} / (96500 \text{ C/mol } e^-) = 4,04 \text{ mol } e^-$$

Forbindelse er $M(\text{NO}_3)_2$ som løser seg opp i M^{2+} og 2 NO_3^- , dvs. vi trenger 2 mol elektroner for hvert mot M^{2+} for å danne M (s).

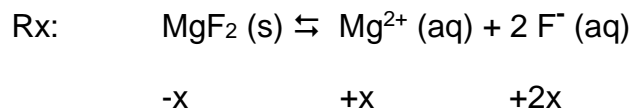
Forhold mol e^- : mol $M = 2 : 1$ fordi det trengs 2 elektroner for å redusere ett M^{2+} til M (s)

$$\Rightarrow \text{feller ut } (4,04) / 2 = 2,02 \text{ mol av stoffet } M$$

$$\text{Molmasse} = 227 \text{ g} / 2,02 \text{ mol} = 112,4 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{Cadmium (Cd)}$$

som man finner fra det periodiske system (Cd, $M_m = 112,41 \text{ g/mol}$).

- c) Molar løselighet for MgF_2 i rent vann er $1,56 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$. Beregn K_{sp}
-



$$[\text{Mg}^{2+}] = x = 1,56 \times 10^{-3}$$

$$[\text{F}^-] = 2x = 2 \times (1,56 \times 10^{-3}) = 3,12 \times 10^{-3}$$

$$K_{\text{sp}} = x \times (2x)^2 = [\text{Mg}^{2+}] \times [\text{F}^-]^2 = (1,56 \times 10^{-3}) \times (3,12 \times 10^{-3})^2 = \underline{\underline{1,52 \times 10^{-8}}}$$

Vedlegg 1: Det periodiske system

Main groups																																													
1 1A																																													
2 2A		Transition metals												Main groups																															
3 3B		4 4B		5 5B		6 6B		7 7B		8		9 8B		10		11 1B		12 2B																											
1 H 1.00794		4 Be 9.01218		11 Na 22.98977		12 Mg 24.305		21 Sc 44.9559		22 Ti 47.88		23 V 50.9415		24 Cr 51.996		25 Mn 54.9380		26 Fe 55.847		27 Co 58.9332		28 Ni 58.69		29 Cu 63.546		30 Zn 65.39		13 B 10.81		14 C 12.011		15 N 14.0067		16 O 15.9994		17 F 18.998403		18 He 4.00260							
3 Li 6.941		20 Ca 40.078		37 Rb 85.4678		55 Cs 132.9054		87 Fr (223)		38 Sr 87.62		39 Y 88.9059		40 Zr 91.224		41 Nb 92.9064		42 Mo 95.94		43 Tc (98)		44 Ru 101.07		45 Rh 102.9055		46 Pd 106.42		47 Ag 107.8682		48 Cd 112.41		49 In 114.82		50 Sn 118.710		51 Sb 121.757		52 Te 127.60		53 I 126.9045		54 Xe 131.29			
88 Ra 226.0254		89 ^t Ac 227.0278		72 Hf 178.49		73 Ta 180.9479		74 W 183.85		75 Re 186.207		76 Os 190.2		77 Ir 192.22		78 Pt 195.08		79 Au 196.9665		80 Hg 200.59		81 Tl 204.383		82 Pb 207.2		83 Bi 208.9804		84 Po (209)		85 At (210)		86 Rn (222)		114		116		118							
57 *La 138.9055		104 Rf (261)		105 Db (262)		106 Sg (266)		107 Bh (264)		108 Hs (269)		109 Mt (268)		110		111		112		118		119		120		121		122		123		124		125		126									
*Lanthanide series																		58 Ce 140.12		59 Pr 140.9077		60 Nd 144.24		61 Pm (145)		62 Sm 150.36		63 Eu 151.96		64 Gd 157.25		65 Tb 158.9254		66 Dy 162.50		67 Ho 164.9304		68 Er 167.26		69 Tm 168.9342		70 Yb 173.04		71 Lu 174.967	
^t Actinide series																		90 Th 232.0381		91 Pa 231.0359		92 U 238.0289		93 Np 237.048		94 Pu (244)		95 Am (243)		96 Cm (247)		97 Bk (247)		98 Cf (251)		99 Es (252)		100 Fm (257)		101 Md (258)		102 No (259)		103 Lr (262)	

PERIODE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 Hydrogen H																		2 Helium He
2	3 Lithium Li	4 Beryllium Be																	3 Helium He
3	11 Natrium Na	12 Magnesium Mg																	4 Helium He
4	19 Kalium K	20 Kalcium Ca	21 Scandium Sc	22 Titan Ti	23 Vanadium V	24 Krom Cr	25 Mangan Mn	26 Jern Fe	27 Kobolt Co	28 Nikkel Ni	29 Kobber Cu	30 Zink Zn	31 Gallium Ga	32 Germanium Ge	33 Arsen As	34 Selen Se	35 Brom Br	36 Krypton Kr	
5	37 Rubidium Rb	38 Strontium Sr	39 Yttrium Y	40 Zirkonium Zr	41 Niob Nb	42 Molybden Mo	43 Teknium Tc	44 Ruthenium Ru	45 Rhodium Rh	46 Palladium Pd	47 Sølv Ag	48 Kadmium Cd	49 Indium In	50 Tinn Sn	51 Antimon Sb	52 Tellur Te	53 Jod I	54 Ksenon Xe	
6	55 Cesium Cs	56 Barium Ba	57-71 Lantanoider	72 Hafnium Hf	73 Tantal Ta	74 Wolfram W	75 Rhenium Re	76 Osmium Os	77 Iridium Ir	78 Platin Pt	79 Guld Au	80 Kvikksølv Hg	81 Thallium Tl	82 Bly Pb	83 Vismut Bi	84 Polonium Po	85 Astat At	86 Radon Rn	
7	87 Francium Fr	88 Radium Ra	89-103 Aktinoider	104 Rutherfordium Rf	105 Dubnium Db	106 Seaborgium Sg	107 Bohrium Bh	108 Hassium Hs	109 Meitnerium Mt	110 Darmstadtium Ds	111 Roentgenium Rg	112 Ununbium Uub	113 Ununtrium Uut	114 Ununquadium Uuq	115 Ununpentium Uup	116 Ununhexium Uuh			

Perodesystemet

BOKMÅL

9 788205 392748

GYLENDA
UNDERSVNING

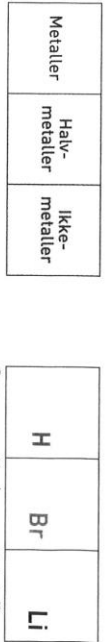


Tall i parentes viser massetalen til den mest stabila isotopen

Forklaring:

Fargekode:

Grundstoffenes tilstand ved 25 °C:



Vedlegg 2: Oksidasjonstilstander for grunnstoffer

Grunnet omgjøring av tabell til svart-hvitt så er metaller i hvitt og ikke-metaller i grått. De mest stabile oksidasjonstilstander som før var i rødt er nå i svart, fet og understreket.

1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H <u>+1</u> <u>-1</u>																	2 He
3 Li <u>+1</u>	4 Be <u>+2</u>											5 B <u>+3</u>	6 C <u>+4</u> +2 -4	7 N <u>+5</u> +4 +3 +2 +1 <u>-3</u>	8 O +2 -0.5 -1 <u>-2</u>	9 F <u>-1</u>	10 Ne
11 Na <u>+1</u>	12 Mg <u>+2</u>											13 Al <u>+3</u>	14 Si <u>+4</u> -4	15 P <u>+5</u> +3 -3	16 S <u>+6</u> <u>+4</u> +2 <u>-2</u>	17 Cl +7 +6 +5 +4 +3 +2 +1 <u>-1</u>	18 Ar
19 K <u>+1</u>	20 Ca <u>+2</u>	21 Sc <u>+3</u>	22 Ti <u>+4</u> +3 +2	23 V <u>+5</u> +4 +3 +2	24 Cr <u>+6</u> +5 +4 <u>+3</u> +2	25 Mn <u>+7</u> +6 <u>+4</u> +3 <u>+2</u>	26 Fe <u>+3</u> <u>+2</u>	27 Co <u>+3</u> <u>+2</u>	28 Ni <u>+2</u>	29 Cu <u>+2</u> <u>+1</u>	30 Zn <u>+2</u>	31 Ga <u>+3</u>	32 Ge <u>+4</u> -4	33 As +5 <u>+3</u> -3	34 Se <u>+6</u> +4 <u>-2</u>	35 Br +5 +3 +1 <u>-1</u>	36 Kr <u>+4</u> <u>+2</u>
37 Rb <u>+1</u>	38 Sr <u>+2</u>	39 Y <u>+3</u>	40 Zr <u>+4</u>	41 Nb <u>+5</u> <u>+4</u>	42 Mo <u>+6</u> +4 +3	43 Tc <u>+7</u> +6 +4	44 Ru +8 +6 +4 <u>+3</u>	45 Rh +4 <u>+3</u> +2	46 Pd +4 <u>+2</u>	47 Ag <u>+1</u>	48 Cd <u>+2</u>	49 In <u>+3</u>	50 Sn <u>+4</u> <u>+2</u>	51 Sb +5 <u>+3</u> -3	52 Te <u>+6</u> +4 <u>-2</u>	53 I +7 +5 +1 <u>-1</u>	54 Xe <u>+6</u> <u>+4</u> <u>+2</u>
55 Cs <u>+1</u>	56 Ba <u>+2</u>	57 La <u>+3</u>	72 Hf <u>+4</u>	73 Ta <u>+5</u>	74 W <u>+6</u> +4	75 Re <u>+7</u> +6 +4	76 Os <u>+8</u> <u>+4</u>	77 Ir <u>+4</u> <u>+3</u>	78 Pt <u>+4</u> <u>+2</u>	79 Au <u>+3</u> <u>+1</u>	80 Hg <u>+2</u> <u>+1</u>	81 Tl <u>+3</u> <u>+1</u>	82 Pb +4 <u>+2</u>	83 Bi +5 <u>+3</u>	84 Po <u>+2</u>	85 At <u>-1</u>	86 Rn