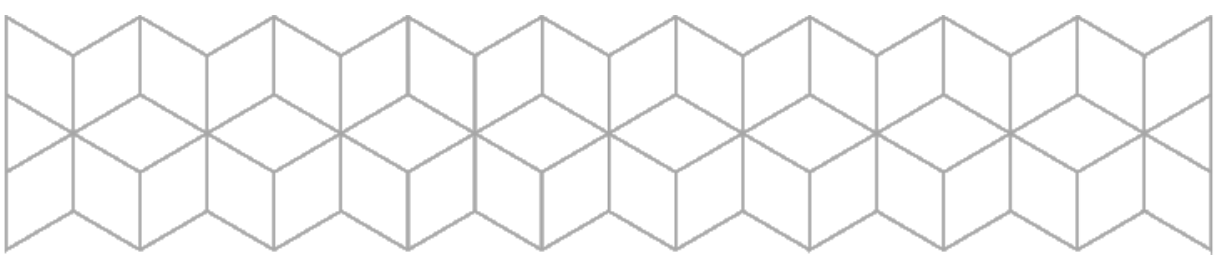
Høgskolen i Østfold

EKSAMEN - Løsningsforslag

Emnekode: IRK 10013	**Emnenavn:** Generell kjemi
Dato: 23.04.2019 **Sensurfrist**: 14.05.2019	**Eksamenstid:** 09:00 – 13:00
Antall oppgavesider: 4 **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)	$MgCl_2$	Magnesiumklorid		
2)	PbO_2	Bly(IV)oksid		
3)	P_2O_5	Difosforpentoksid		
4)	Jern(II)oksid	FeO		
5)	Natriumacetat	CH_3COONa	eller	$NaCH_3COO$
6)	Kalsiumsulfat	$CaSO_4$		

b) 1) Forklar hva som menes med ionebinding og angi hvilke typer elementer (metaller / ikke-metaller) som generelt danner denne type binding.

Ved ionebinding overføres elektroner mellom atomer slik at det dannes kationer (positive ioner) og anioner (negative ioner). Ionene som dannes er mye basert på oktettregelen (8 elektroner i ytterste skall), men det kan dannes flere typer ioner for atomer med *d*-orbitaler.

Ionene holdes sammen ved elektrostatiske krefter, dvs. tiltrekning mellom ulike ladninger.

Ionebinding dannes generelt mellom metall og ikke-metall.

---

2) Forklar hva som menes med kovalent binding og angi hvilke typer elementer (metaller / ikke-metaller) som generelt danner denne type binding.

Ved kovalent binding deler to atomer ett eller flere elektronpar. Dette gjøres også på bakgrunn av oppfyllelse av oktettregelen, men antall bindinger kan igjen variere for atomer med d-orbitaler. Det kan deles opp til 3 elektronpar.

Kovalent binding dannes generelt mellom ikke-metaller.

---

3) Angi og begrunn om det er ionebinding eller kovalent binding mellom atomene i følgende forbindelser:

NO_2 – Na_2O – $CaCl_2$ – CCl_4 – O_2 – $CaBr_2$

Ionisk binding for metal + ikke-metall som stemmer for:

Na_2O - $CaCl_2$ - $CaBr_2$

Kovalent binding mellom ikke-metaller som stemmer for:

NO_2 - CCl_4 - O_2

---

c) Identifiser følgende:

1) Et anion med 3 minusladninger og 10 elektroner. **N^{3-}**

2) To grunnstoffer som i grunntilstand har to uparede elektroner i 3*p*.

Ge og Se

3) Et kation med 2 plussladninger som har følgende elektronkonfigurasjon: [Ar]

Ca^{2+}

Oppgave 2

a) Vi har følgende reaksjon mellom kobber og salpetersyre:

$$3\ Cu\ (s) + 8\ HNO_3\ (aq) \rightarrow 3\ Cu(NO_3)_2\ (aq) + 2\ NO\ (g) + 4\ H_2O\ (l)$$

Mm Cu = 63,546 g/mol

1) Hvor mange mol NO (g) blir dannet fra 0,420 mol HNO_3?

Reaksjonsforhold: HNO3 : NO = 8 : 2 = 4 : 1 = 1 : ¼

Antall mol NO = ¼ x 0,420 mol = **0,105 mol**

---

2) En kobbermynt veier 3,040g. Hvor mange mL 1,250 M HNO_3 trengs for å løse opp 8 mynter?

Antall gram Cu = 8 x (3,040 g) = 24,32 g

Antall mol Cu: $n = \frac{24{,}32\ g}{63{,}546\frac{g}{mol}} = 0{,}3827\ mol$

Reaksjonsforhold: Cu : HNO_3 = 3 : 8 = 1 : 8/3

Antall mol HNO_3 = (8/3) x 0,3827 mol = 1,021 mol

Volum HNO_3: $L = \frac{1{,}021\ mol}{1{,}250\ \frac{mol}{L}} = 0{,}8165\ L = 816{,}5\ mL$

---

b) 1) Du blander 350,0 mL 0,125 M HCl og 500,0 mL 0,0750 M NaOH. Beregn pH i løsningen.

Reaksjon: HCl (aq) + NaOH (aq) $\rightarrow$ H_2O (l) + NaCl (aq)

Antall mol HCl = (0,125 mol/L) x 0,3500 L = 0,04375 mol

Antall mol NaOH = (0,0750 mol/L) x 0,5000 L = 0,03750 mol

Reaksjonsforhold: HCl : NaOH = 1:1

Overskudd HCl = 0,04375 mol – 0,03750 mol = 0,00620 mol

Volum = 350,0 mL + 500,0 mL = 850,0 mL = 0,8500 L

HCl = H_3O^+ $\Rightarrow$ $[H_3O^+]$ = 0,00620 mol / 0,8500 L = 7,29 x 10^{-3}

pH = - log $[H_3O^+]$ = -log 7,29 x 10^{-3} = **2,14**

---

2) Beregn pH i 0,0100 M $Ca(OH)_2$.

$Ca(OH)_2$ (aq) $\rightarrow$ 2 OH^- (aq) + Ca^{2+} (aq)

Reaksjonsforhold $Ca(OH)_2$: OH^- = 1 : 2 $\Rightarrow$ $[OH^-]$ = 2 x 0,0100 = 0,0200 M

pOH = - log $[OH^-]$ = 1,70 $\Rightarrow$ pH = 14,00 – 1,70 = **12,30**

---

c) 1) Hvor mange gram KCl trenger du for å lage 250,0 mL 0,150 M KCl-løsning?

Mm (KCl) = 74,55 g/mol

Trenger (0,150 mol/L) x 0,2500 L = 0,0375 mol KCl

Antall gram = 0,0375 mol x (74,55 g/mol) = **2,80 g**

---

2) Du har konsentrert svovelsyre som er 96,0% H_2SO_4 med en tetthet på 1,840 g/mL. Hvor mange mL konsentrert svovelsyre trenger du for å lage 100,0 mL 0,500 M H_2SO_4?

Mm (H_2SO_4) = 98,08 g/mol

Beregner først molaritet for konsentrert svovelsyre. Velger 1,00 liter som da vil ha en masse på 1840 gram.

960% av det er svovelsyre, dvs. 0,960 x 1840 g = 1766,40 g.

Molaritet = 1766,40 g / (98,08 g/mol) = 18,0 M

Fortynning: $V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{0{,}500\ M \times 100{,}0\ mL}{18{,}0\ M} = 2{,}78\ mL$

Oppgave 3

a) Vi har følgende reaksjon: $H_2\ (g) + CO_2\ (g) \rightleftarrows H_2O\ (g) + O_2\ (g)$

Ved 1650°C er likevektskonstanten K_c = 4,20. Beregn likevektskonsentrasjoner av alle forbindelser i molar (M) når vi starter med 5,00 mol H_2 (g) og 5,00 mol CO_2 (g) i en beholder på 2,50 liter.

Molaritet: $[H_2] = [CO_2]$ = 5,00 mol / 2,50 liter = 2,00 M

Skjema:	H_2 (g)	+	CO_2 (g)	⇆	H_2O (g)	+	CO (g)
Start (M):	2,00		2,00		0		0
Endring (M):	-x		-x		+x		+x
Likevekt (M):	2,00 – x		2,00 – x		x		x

$$K_a = \frac{[H_2O][CO]}{[H_2][CO_2]} = \frac{x \times x}{(2{,}00-x)(2{,}00-x)} = \frac{x^2}{(2{,}00-x)^2} = 4{,}20$$

$$\frac{x}{2{,}00-x} = \sqrt{4{,}20} = 2{,}05$$

$$x = 2{,}05(2{,}00 - x) = 4{,}10 - 2{,}05x$$

$$3{,}05x = 4{,}10$$

$$x = \frac{4{,}10}{3{,}05} = 1{,}34$$

Molare konsentrasjoner: $[H_2] = [CO_2] = (2{,}00 - 1{,}34)\ M = 0{,}66\ M$

$[H_2O] = [CO] = x\ M = 1{,}34\ M$

---

b) Vi har følgende likevekt: $N_2\ (g) + 3\ H_2\ (g) \rightleftarrows 2\ NH_3\ (g)$

Reaksjonen er eksoterm, dvs. $\Delta H < 0$ (negativ).

Hvordan vil endring i temperatur og trykk (som følge av volumendring) påvirke likevekten, dvs. hvordan forskyves likevekten når temperatur og trykk økes/reduseres? Endringene skal begrunnes/forklares.

Temperatur: Reaksjon mot høyre avgir energi (reaksjonen er angitt som eksoterm) mens reaksjon mot venstre forbruker energi.

Systemet vil alltid prøve å motvirke endringer. Dette gir at en økning i temperatur (energi) vil få likevekten til å forskyve seg mot venstre (forbruke energi), mens en reduksjon i temperatur (energi) vil få likevekten til å forskyve seg mot høyre.

Trykk: Reaksjonen har 4 mol gass på venstre side og 2 mol gass på høyre side. Reaksjonen kan påvirke trykket ved å regulere antall mol gass, jamfør den ideelle gasslov hvor P = (n/V) x (RT). Vi ser her at en reduksjon i V vil føre til økt trykk, mens en reduksjon i n vil føre til lavere trykk.

En økning i trykk som følge av volumendring til få likevekten til å forskyve seg mot høyre (minst antall mol gass) mens en reduksjon i trykk som følge av volumendring vil få likevekten til å forskyve seg mot venstre (høyest antall mol gass).

---

c) Hard vann er et problem i mange land og fører til utfelling av kalsiumkarbonat.

Kalsiumkarbonat er et tungtløselig salt: $CaCO_3\ (s) \rightleftarrows Ca^{2+}\ (aq) + CO_3^{2-}\ (aq)$

For å fjerne belegg av kalsiumkarbonat kan man bruke eddik (eddiksyre). Forklar hvorfor kalsiumkarbonat løser seg bedre i eddiksyre enn i rent vann.

Kalsiumkarbonat inneholder ionene Ca^{2+} og CO_3^{2-}. Karbonat er en svak base. Når vannet er surt (f.eks. inneholder eddiksyre) så vil CO_3^{2-} reagere med H+ og fjernes fra oppløsningslikevekten.

Rx: $H^+ (aq) + CO_3^{2-} (aq) \rightleftarrows HCO_3^- (aq) + H^+ \rightleftarrows H_2CO_3 \rightleftarrows H_2O (l) + CO_2 (g)$

Dette fører til at likevekten $CaCO_3 (s) \rightleftarrows Ca^{2+} (aq) + CO_3^{2-} (aq)$

forskyves mot høyre og mer $CaCO_3$ løses opp.

Oppgave 4

Oppgitt: PV = nRT

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

0°C = 273,15K

a) Urea (H_2NCONH_2) benyttes i store mengder i gjødningsprodukter. Urea produseres industrielt fra ammoniakk og CO_2.

Reaksjon: $2\ NH_3 (g) + CO_2 (g) \rightarrow H_2NCONH_2 (s) + H_2O (g)$

Ammoniakk føres inn i reaksjonsbeholderen med en hastighet på 500,0 L/min ved 223,00°C og 90,00 atm. Karbondioksid føres inn i reaksjonsbeholderen med en hastighet på 600,0 L/min ved 223,00°C og 45,00 atm.

Hvor mange kilo urea produseres per minutt når vi antar fullstendig reaksjon?

Mm (urea) = 60,056 g/mol.

223,00°C = 496,15K

Antall mol NH_3: $n = \frac{PV}{RT} = \frac{90{,}00\ atm \times 500{,}0L}{0{,}0821 \frac{L \times atm}{mol \times K} \times 496{,}15K} = 1104{,}7\ mol$

Antall mol urea fra NH_3: Reaksjonsforhold = NH_3 : urea = 2 : 1 = 1 : ½

$\Rightarrow$ Det kan dannes ½ x 1104,7 mol = 552,35 mol urea fra NH_3

Antall mol CO_2: $n = \frac{PV}{RT} = \frac{45{,}00\ atm \times 600{,}0L}{0{,}0821 \frac{L \times atm}{mol \times K} \times 496{,}15K} = 662{,}8\ mol$

Antall mol urea fra CO_2: Reaksjonsforhold = CO_2 : urea = 1 : 1

$\Rightarrow$ Det kan dannes 662,8 mol urea fra CO_2.

Det dannes minst antall mol urea fra NH_3 $\Rightarrow$ NH_3 er begrensende reaktant.

Masse urea = 552,35 mol x (60,056 g/mol) = **33,2 kg**

---

b) Første trinn i produksjon av salpetersyre er reaksjon mellom ammoniakk og oksygen for å danne nitrogenoksid og vann.

Reaksjon: $4\ NH_3\ (g) + 5\ O_2\ (g) \rightarrow 4\ NO\ (g) + 6\ H_2O\ (g)$

Hvor mange liter NO (g) blir produsert fra 10,0 liter NH_3 og overskudd av O_2? Alle gassene måles ved 1000°C og 1,00 atm.

Alle gasser måles ved samme temperatur og trykk. Antall mol er proporsjonal med volum, n = V(P/RT) hvor P og T er likt for alle gassene. En kan derfor se direkte på volum.

Reaksjonsforhold: NH_3 : NO = 4 : 4 = 1 : 1 $\Rightarrow$ **Det dannes 10,0 liter NO (g)**

Dette kan også beregnes via antall mol.

Oppgave 5

a) Du skal lage 1,00 liter 0,400 M eddiksyre-acetat buffer (CH_3COOH – CH_3COO^-) med pH = 4,50.

Beregn molar konsentrasjon av eddiksyre (CH_3COOH) og acetat (CH_3COO^-) 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) = $1{,}80 \times 10^{-5}$

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

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

$$log\frac{[baseform]}{[syreform]} = pH - pK_a = 4{,}50 - 4{,}74 = -0{,}24$$

$$\frac{[base]}{[syre]} = 10^{-0{,}24} = 0{,}575$$

$$[base] = 0{,}575[syre]$$

Vi vet nå forholdet mellom syreform og baseform i bufferen,

dvs. [baseform] = 0,575 [syreform] som er det samme som

$[CH_3COO^-] = 0{,}575\ [CH_3COOH]$.

Vi vet også at summen av baseform og syreform skal være 0,400 M.

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

1) x = 0,575 y og 2) x + y = 0,400

1) [base] = 0,575 [syre] og 2) [base] + [syre] = 0,400M

Setter inn [base] = 0,575 [syre] som gir:

2) 0,575 [syre] + [syre] = 0,400M

2) 1,575 [syre] = 0,400M

2) [syre] = 0,400 M / 1,575 = 0,254 M

som videre gir [base] = 0,400 M – 0,254 M = 0,146 M

$[CH_3COOH]$ = **0,254 M** og $[CH_3COO^-]$ = **0,146 M**

---

b) En bufferløsning lages ved å blande 100,0 mL 0,100 M NH_4Cl og 100,0 mL 0,0500 M NaOH. Hva blir pH?

K_a (NH_4^+) = 5,56 x 10^{-10}

Antall mol NH4+ = (0,100 mol/L) x 0,1000 L = 0,0100 mol

Antall mol OH- = (0,0500 mol/L) x 0,1000 L = 0,00500 mol

Reaksjon:	NH_4^+ (aq) + OH^- (aq)	$\rightarrow$	H_2O (l) + NH_3
Start	0,0100	0,00500	0
Etter rx:	0,00500	0	0,00500

Etter reaksjon inneholder løsningen like mye NH_4^+ og NH_3 og

pH = pK_a = **9,25**

---

c) Beregn pH i en 0,250 M løsning av maursyre. Du kan anta at dissosiasjonsgraden er neglisjerbar.

Oppgitt: K_a (maursyre) = 1,77 x 10^{-4}

Reaksjonsligning: $HCOOH\ (aq) + H_2O\ (l) \leftrightarrows H_3O^+\ (aq) + HCOO^-\ (aq)$

Rx:	$HCOOH\ (aq) + H_2O\ (l) \leftrightarrows$	$H_3O^+\ (aq)$	+ $HCOO^-\ (aq)$
Start (M):	0,250	~0	0
Endring (M):	-x	+x	+x
Likevekt (M):	0,250 – x	x	x

$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{x \times x}{0{,}250 - x} \approx \frac{x^2}{0{,}250} = 1{,}77 \times 10^{-4}$ Antar: x << 0,250

$x^2 = 0{,}250 \times (1{,}77 \times 10^{-4}) = 4{,}425 \times 10^{-5}$

$x = \sqrt{4{,}425 \times 10^{-5}} = 6{,}65 \times 10^{-3}$

$[H_3O^+]$ = x M = 6,65 x 10^{-3} M Test: (6,65 x 10^{-3})/0,250=

pH = - log (6,65 x 10^{-3}) = **2,18** 2,660 $\Rightarrow$ 2,66% $\Rightarrow$ OK

Oppgave 6

a) Vi har følgende redoksreaksjon:

$$5\ IO_4^- + 2\ Mn^{2+} + 3H_2O \rightarrow 5\ IO_3^- + 2\ MnO_4^- + 6H^+$$

1) Hva er oksidasjonstall for jod (I) og mangan (Mn) før og etter reaksjon?

Jod: +7 før reaksjon og +5 etter reaksjon

Mangan: +2 før reaksjon og +7 etter reaksjon

---

2) Hvilket stoff er reduksjonsmiddelet? **Mn^{2+}**

3) Beregn standard cellepotensial, E°, for reaksjonen når:

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ $\quad E°_{red} = 1{,}51V$

$IO_4^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow IO_3^- + H_2O$ $\quad E°_{red} = 1{,}60V$

E° = 1,60 V – 1,51 V = **0,09 V**

---

b) En løsning som inneholder ett metallion med en ladning på +3 (M^{3+}) tilføres en strøm på 5,00 A i 10,00 minutter. I løpet av denne tiden felles 1,19 g av metallet (M) ut. Hvilket metall er dette?

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

Det forbrukes 96500 C for å overføre 1 mol elektroner

10,00 minutter = 10,00 min x 60,00 sek/min = 600,0 sek.

C = A x s = 5,00 A x 600,0 sek = 3000

Antall elektroner overført = 3000 C / (96500 C/mol e^-) = 0,0311 mol e^-

Forhold mellom mol e^- og mol metall = 3 : 1 = 1 : 1/3

Antall mol metall = 0,0311 / 3 = 0,0104 mol metall

Mm (metall) = 1,19 g / 0,0104 mol = 114,8 g/mol

Metallet er **indium, In** med molmasse 114,82. Ionet er In^{3+}.

---

c) Forklar og vis med reaksjonsligning hvorfor en løsning av KCN er basisk.

KCN (s) gir ved oppløsning i vann K^+ (aq) og CN^- (aq)

Av disse ionene så er K^+ inert (har ingen reaksjon) mens CN^- er en svak base:

CN^- (aq) + H_2O (l) $\leftrightarrows$ OH^- (aq) + HCN (aq)

Dette gir basisk løsning.

Vedlegg 1: Det periodiske system

Main groups

Transition metals

Main groups

1 1A	2 2A	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H 1.00794																	2 He 4.00260
3 Li 6.941	4 Be 9.01218											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.998403	10 Ne 20.1797
11 Na 22.98977	12 Mg 24.305											13 Al 26.98154	14 Si 28.0855	15 P 30.97376	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	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	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
37 Rb 85.4678	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
55 Cs 132.9054	56 Ba 137.33	57 *La 138.9055	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)
87 Fr (223)	88 Ra 226.0254	89 †Ac 227.0278	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (269)	109 Mt (268)	110 (271)	111 (272)	112 (277)		114 (289)		116 (289)		118 (293)

*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
†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)

Periodesystemet

PERIODE	GRUPPE 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 1,008 H Hydrogen																	2 4,003 He Helium
2	3 6,941 Li Litium	4 9,012 Be Beryllium											5 10,81 B Bor	6 12,01 C Karbon	7 14,01 N Nitrogen	8 16,00 O Oksygen	9 19,00 F Fluor	10 20,18 Ne Neon
3	11 22,99 Na Natrium	12 24,30 Mg Magnesium											13 26,98 Al Aluminium	14 28,09 Si Silisium	15 30,97 P Fosfor	16 32,07 S Svovel	17 35,45 Cl Klor	18 39,95 Ar Argon
4	19 39,10 K Kalium	20 40,08 Ca Kalsium	21 44,96 Sc Scandium	22 47,88 Ti Titan	23 50,94 V Vanadium	24 52,00 Cr Krom	25 54,94 Mn Mangan	26 55,85 Fe Jern	27 58,93 Co Kobolt	28 58,69 Ni Nikkel	29 63,55 Cu Kobber	30 65,39 Zn Sink	31 69,72 Ga Gallium	32 72,61 Ge Germanium	33 74,92 As Arsen	34 78,96 Se Selen	35 79,90 Br Brom	36 83,80 Kr Krypton
5	37 85,47 Rb Rubidium	38 87,62 Sr Strontium	39 88,91 Y Yttrium	40 91,22 Zr Zirkonium	41 92,91 Nb Niob	42 95,94 Mo Molybden	43 (98) Tc Technetium	44 101,1 Ru Ruthenium	45 102,9 Rh Rhodium	46 106,4 Pd Palladium	47 107,9 Ag Sølv	48 112,4 Cd Kadmium	49 114,8 In Indium	50 118,7 Sn Tinn	51 121,8 Sb Antimon	52 127,6 Te Tellur	53 126,9 I Jod	54 131,3 Xe Xenon
6	55 132,9 Cs Cesium	56 137,3 Ba Barium	57-71	72 178,5 Hf Hafnium	73 180,9 Ta Tantal	74 183,8 W Wolfram	75 186,2 Re Rhenium	76 190,2 Os Osmium	77 192,2 Ir Iridium	78 195,1 Pt Platina	79 197,0 Au Gull	80 200,6 Hg Kvikksølv	81 204,4 Tl Thallium	82 207,2 Pb Bly	83 209,0 Bi Vismut	84 (209) Po Polonium	85 (210) At Astat	86 (222) Rn Radon
7	87 (223) Fr Francium	88 (226) Ra Radium	89-103	104 (261) Rf Rutherfordium	105 (262) Db Dubnium	106 (266) Sg Seaborgium	107 (264) Bh Bohrium	108 (269) Hs Hassium	109 (268) Mt Meitnerium	110 (281) Ds Darmstadtium	111 (272) Rg Roentgenium	112 (285) Uub Ununbium	113 (284) Uut Ununtrium	114 (289) Uuq Ununkvadrium	115 (288) Uup Ununpentium	116 (292) Uuh Ununheksium		

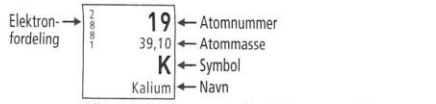
57 138,9 La Lantan	58 140,1 Ce Cerium	59 140,9 Pr Praseodym	60 144,2 Nd Neodym	61 (145) Pm Promethium	62 150,4 Sm Samarium	63 152,0 Eu Europium	64 157,2 Gd Gadolinium	65 158,9 Tb Terbium	66 162,5 Dy Dysprosium	67 164,9 Ho Holmium	68 167,3 Er Erbium	69 168,9 Tm Thulium	70 173,0 Yb Ytterbium	71 175,0 Lu Lutetium
89 (227) Ac Actinium	90 232,0 Th Thorium	91 231,0 Pa Protactinium	92 238,0 U Uran	93 (237) Np Neptunium	94 (244) Pu Plutonium	95 (243) Am Americium	96 (247) Cm Curium	97 (247) Bk Berkelium	98 (251) Cf Californium	99 (252) Es Einsteinium	100 (257) Fm Fermium	101 (258) Md Mendelevium	102 (259) No Nobelium	103 (262) Lr Lawrencium

BOKMÅL

9 788205 392748

GYLDENDAL UNDERVISNING

Forklaring:



Tall i parentes viser massetallet til den mest stabile isotopen

Fargekode:

Metaller	Halv-metaller	Ikke-metaller

Grunnstoffenes tilstand ved 25 °C:

H	Br	Li
Gass	Væske	Fast stoff

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