

Institutt for kjemi

Eksamensoppgave i KJ1000 Generell kjemi med laboratorium

Faglig kontakt under eksamen: Professor Bjørn Hafskjold

Tlf.: 91897078

Eksamensdato: 19.05.2017

Eksamenstid (fra – til): 09:00 – 14:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: Type D. Typegodkjent kalkulator med tomt minne (Casio fx-82... (forskjellige varianter), Citizen SR-270X og Citizen SR-270X College, Hewlett Packard HP30S).

Annen informasjon: Ingen

Målform/språk: Bokmål (se nedenfor mht. språkform for vedleggene)

Antall sider: 6

Antall sider vedlegg: 3 (Formelsamling på bokmål, Det periodiske system på bokmål, spenningsrekka på engelsk)

Skriv beregningene og svarene dine på svararkene og behold en kopi av dine svar. Oppgavesettet har to deler: Del 1 med flervalgsoppgaver og del 2 med oppgaver i tradisjonelt format. Les også informasjonen i overskriften for hver del.

Kontrollert av:

Dato

Sign

Del 1 (50 p). Flervalgsoppgaver. Hvert riktig svar med riktig forklaring gir 2.5 poeng. Riktig svar uten forklaring eller med feil forklaring gir 1.5 poeng. Feil svar (med eller uten forklaring) gir 0 poeng. NB! Noen av oppgavene krever ikke forklaring, bare svar. Disse oppgavene er merket med asterisk (*) og gir 2.5 poeng ved riktig svar og 0 poeng ved feil svar.

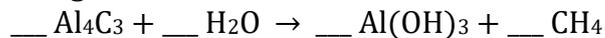
1.* Hvilke av de følgende tilfellene involverer *ikke* en *kjemisk* prosess?

- A) Et eple som deles i to blir brunt.
- B) Melk blir sur når den står i romtemperatur.
- C) Vann fryser til is ved lavere temperatur enn 0 °C.
- D) Steking av egg.
- E) Fermentering av sukker til alkohol.

2.* Formelen for kalsiumfosfat er ...

- A) CaPO_4
- B) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- C) $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$
- D) Ca_3P_2
- E) $\text{Ca}_3(\text{PO}_3)_2$

3. Hva er den støkiometriske koeffisienten for H_2O når følgende reaksjonsligning er riktig balansert med de minste heltallene?



- A) 3
- B) 4
- C) 6
- D) 12
- E) 24

4. 35.0 mL 0.255 M salpetersyre blandes med 45.0 mL 0.328 M $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$. Hva er konsentrasjonen av nitrationer i blandingen?

- A) 0.481 M
- B) 0.296 M
- C) 0.854 M
- D) 1.10 M
- E) 0.0295 M

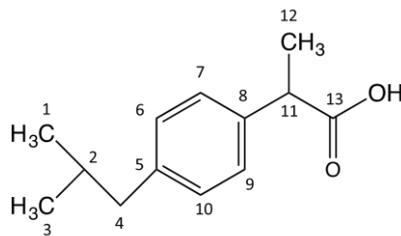
5. Gassen i en sprayboks har trykk 1.8 atm ved 25 °C. Anta at gassen er ideell. Hva blir trykket i boksen hvis gassen varmes til 475 °C?
- A) 0.095 atm
B) 0.717 atm
C) 3.26 atm
D) 4.52 atm
E) 34.2 atm
6. 0.560 g Na(s) reagerer med overskudd av F₂(g) til NaF(s). Reaksjonen utvikler 13.8 kJ i form av varme ved standard betingelser. Hva er standard dannelsesentalpi (ΔH_f°) for NaF(s)?
- A) 24.8 kJ/mol
B) 567 kJ/mol
C) -24.8 kJ/mol
D) -7.8 kJ/mol
E) -567 kJ/mol
- 7.* "To elektroner kan ikke ha de samme fire kvantetallene" er et utsagn fra ...
- A) Paulis eksklusjonsprinsipp.
B) Bohrs ligning.
C) Hunds regel.
D) de Broglies ligning.
E) Daltons atomteori.
8. Ett av grunnstoffene nedenfor har et relativt stort sprang i ioniseringsenergi mellom I_3 og I_4 . Hvilket?
- A) Na
B) Mg
C) Al
D) Si
E) P
9. Bruk Born-Haber syklusen til å beregne gitterenergien for KCl(s) fra følgende gitte data:
- ΔH (sublimasjon av K) = 79.2 kJ/mol
 I_1 (for K) = 418.7 kJ/mol (første ioniseringsenergi)
Bindingsenergi (Cl-Cl) = 242.8 kJ/mol
Elektronaffinitet (Cl) = 348 kJ/mol
 ΔH_f° (KCl(s)) = -435.7 kJ/mol

- A) -165 kJ/mol
- B) 288 kJ/mol
- C) 629 kJ/mol
- D) 707 kJ/mol
- E) 828 kJ/mol

10. Hvilke av disse forbindelsene har samme geometri?

- A) NH_2^- og H_2O
- B) NH_2^- og BeH_2
- C) H_2O og BeH_2
- D) NH_2^- , H_2O og BeH_2

11. Ibuprofen er et ikke-steroid anti-inflammatorisk middel (NSAID). Medikamentet brukes hovedsakelig ved smerter og som febernedssettende middel. Figuren viser molekylets struktur med nummererte karbonatomer. Hvor mange kirale sentra finnes i molekylet? Begrunn svaret ved å angi hvilket/hvilke karbonatom(er) det gjelder hvis du mener det er noen (skriv i så fall nummeret eller nummerne for karbonatomene i svaret ditt).



- A) ett kiralt senter
- B) to kirale sentra
- C) ingen kirale sentra
- D) flere kirale sentra

12. Platina har flatesentrert kubisk krystallstruktur og en tetthet på 21.5 g/cm^3 . Hva er radien til ett platinaatom?

- A) 69 pm
- B) 98 pm
- C) 139 pm
- D) 196 pm
- E) 277 pm

13.* Ved osmose ...

- A) diffunderer rent løsningsmiddel gjennom en membran, men løst stoff gjør det ikke.
- B) diffunderer løst stoff gjennom en membran, men løsningsmiddel gjør det ikke.
- C) diffunderer både løst stoff og løsningsmiddel samtidig gjennom en membran.
- D) diffunderer gasser gjennom en membran og bygger opp et trykk.

14. Aktiveringsenergien for reaksjonen $\text{CH}_3\text{CO} \rightarrow \text{CH}_3 + \text{CO}$ er 71 kJ/mol. Hvor mange ganger større er hastighetskonstanten for denne reaksjonen ved 170 °C i forhold til verdien ved 150 °C?

- A) 0.40
- B) 1.1
- C) 2.5
- D) 4.0
- E) 5.0

15.* Likevektskonstanten for reaksjonen $2 \text{BrF}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Br}_2(\text{g}) + 5 \text{F}_2(\text{g})$ er

- A) $K_c = \frac{[\text{Br}_2][\text{F}_2]}{[\text{BrF}_5]}$
- B) $K_c = \frac{[\text{Br}_2][\text{F}_2]^5}{[\text{BrF}_5]^2}$
- C) $K_c = \frac{[\text{Br}_2][\text{F}_2]^2}{[\text{BrF}_5]^5}$
- D) $K_c = \frac{[\text{BrF}_5]^2}{[\text{Br}_2][\text{F}_2]^5}$
- E) $K_c = \frac{2[\text{BrF}_5]^2}{[\text{Br}_2] \times 5[\text{F}_2]^5}$

16. Beregn konsentrasjonen av H^+ i sitronsaft som har en pH på 2.4.

- A) $4.0 \times 10^{-2} \text{ M}$
- B) 250 M
- C) 0.38 M
- D) $4.0 \times 10^{-3} \text{ M}$
- E) 12 M

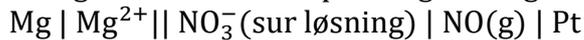
17. For hvilken titrering vil pH være basisk ved ekvivalenspunktet?

- A) Sterk syre som titreres med sterk base.
- B) Sterk syre som titreres med svak base.
- C) Svak syre som titreres med sterk base.
- D) Alle alternativene A – C.
- E) Ingen av alternativene A – C.

18. Hvilken av disse forbindelsene har størst entropi ved 25 °C?

- A) CH₃OH(l)
- B) CO(g)
- C) MgCO₃(s)
- D) H₂O(l)
- E) Ni(s)

19. Beregn standard cellespenning for følgende celle:



- A) 3.33 V
- B) 1.41 V
- C) -1.41 V
- D) 8.46 V
- E) -8.46 V

20. Karbon-11 er en radioaktiv karbon-isotop. Den har en halveringstid på 20 minutter og 15 sekunder. Hvor stor andel (fraksjon) av den opprinnelige mengden ¹¹C vil være igjen etter 81 minutter?

- A) 1/16
- B) 1/4
- C) 1/2
- D) 1/32
- E) 1/8

Del 2 (50 p). Hvert riktig svar gir det antall poeng som er vist. Delvis riktig eller ufullstendig svar vil redusere poengsummen.

21.

- a) (2p) Beregn pH i 0.1 M HCl (aq) ved 25 °C.
- b) (4p) Beregn pH i 1 M H₂SO₄ (aq) ved 25 °C. Gitt: K_{a1} er meget stor. $K_{a2} = 1.3 \times 10^{-2}$.
- c) (4p) En student som beregnet pH i 1 M H₂SO₄ fant svaret pH = - 0.30. Hva hadde denne studenten gjort feil? Bruk gjerne svaret fra b) i din begrunnelse.

22.

- a) (2p) Brunsnegler kan drepes ved å strø salt på dem. Forklar ved hjelp av osmose hvordan saltet virker på sneglen.
- b) (3p) 7.480 g av en organisk forbindelse ble løst i vann. Løsningen ble fortynnet til 300 mL. Den fortynnede løsningens osmotiske trykk ble målt til 1.43 atm ved 27 °C. Hva er forbindelsens molare masse?

- c) (5p) En analyse av forbindelsen i b) viste at den inneholder 41.8 % C, 4.7 % H, 37.3 % O og 16.3 % N (målt i masse-%). Hva er forbindelsens molekylformel? Hvis du ikke fant et svar i b), kan du bruke verdien $M = 258.2 \text{ g/mol}$. NB! Denne verdien er ikke omtrent lik riktig svar i b).

23.

- a) (2p) Anta at likevekten $2 \text{ SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ SO}_3(\text{g})$ er innstilt. Likevektskonstanten ved aktuell temperatur er $K_c = 1.2 \times 10^9$. Hva er det mest av i reaksjonsblandingen, reaktanter eller produkt?
- b) (3p) En beholder på 1 L ble fylt med 2 mol $\text{SO}_2(\text{g})$ og 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ ved samme temperatur som i a). Hva var sammensetningen av reaksjonsblandingen ved likevekt?
- c) (5p) Reaksjonsblandingen i b) ble tilsatt ytterligere 2 mol $\text{SO}_2(\text{g})$. Beregn sammensetningen av reaksjonsblandingen etter at ny likevekt er innstilt.

24.

- a) (2p) Tegn Lewis-strukturen for CO_2 .
- b) (4p) Hva er hybridiseringen av C i CO_2 ?
- c) (4p) Molekylklasser angis ofte som AB_nE_m . Angi klassen for SO_2 . Hva er hybridiseringen av S i molekylet?

25.

- a) (2p) Hva er verdien av standard dannelsesentalpi for $\text{H}_2(\text{g})$ ved 25 °C?
- b) (3p) ΔH for reaksjonen $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ NH}_3(\text{g})$ er $\Delta H = -91.84 \text{ kJ/mol}$ ved 25 °C. Hva er verdien av standard dannelsesentalpi for $\text{NH}_3(\text{g})$?
- c) (5p) Beregn ΔH for reaksjonen $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ ved 25 °C.
Gitt: Standard dannelsesentalpi for $\text{HCl}(\text{g})$ er $\Delta H_f = -92.31 \text{ kJ/mol}$.
Standard dannelsesentalpi for $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ er $\Delta H_f = -314.55 \text{ kJ/mol}$.

Formler for bruk ved eksamen i KJ1000 Generell kjemi med laboratorium

Gjennomsnittlig kinetisk energi pr. molekyl:

$$\overline{KE} = \frac{3}{2} k_B T = \frac{1}{2} m \overline{u^2}$$

Midlere kvadrathastighet:

$$\overline{u^2} = \frac{3RT}{M}$$

Grahams diffusjonslov:

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

Van der Waals tilstandsligning:

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

Varmekapasitet:

$$C = ms, \quad q = ms\Delta T = C\Delta T$$

Trykk-volum arbeid (konstant trykk):

$$w = -P\Delta V$$

Standard entalpiendring for en reaksjon:

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ(\text{produkter}) - \sum m\Delta H_f^\circ(\text{reaktanter})$$

Frekvens og bølgelengde:

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

Fotonets energi:

$$E = h\nu$$

de Boglies bølgelengde:

$$\lambda = \frac{h}{mu}$$

Coulombs lov:

$$E = k \frac{Q_1 Q_2}{r}$$

Dipolmoment:

$$\mu = Q \times r$$

Clausius-Clapeyrons ligning:

$$\ln P = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{RT} + C$$

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Henrys lov:

$$c = kP$$

Raoult's lov:

$$P_1 = x_1 P_1^\circ$$

Kokepunktsforhøyelse:

$$\Delta T_b = K_b m$$

Frysepunktsnedsettelse:

$$\Delta T_f = K_f m$$

Osmotisk trykk:

$$\pi = MRT$$

Hastighetsloven:

$$v = k[A]^x[B]^y$$

Integrerte hastighetslover:

Orden	Integrert lov
0	$[A]_t = -kt + [A]_0$
1	$\ln[A]_t = -kt + \ln[A]_0$
2	$\frac{1}{[A]_t} = kt + \frac{1}{[A]_0}$

Halveringstider:

Orden	Integrert lov
0	$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$
1	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k}$
2	$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$

Arrhenius' ligning:

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

$$\ln k = \left(-\frac{E_a}{R} \right) \left(\frac{1}{T} \right) + \ln A$$

K_c og K_p :

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

Henderson-Hasselbach ligningen:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{base}]}{[\text{syre}]}$$

Termodynamikkens første lov

(lukket system):

$$\Delta U = q + w$$

Entropi:

$$S = k_B \ln W$$

Entropiendring:

$$\Delta S_{\text{universet}} = \Delta S_{\text{system}} + \Delta S_{\text{omgivelser}} \geq 0$$

$$\Delta S_{\text{omgivelser}} = \frac{-\Delta H_{\text{system}}}{T}$$

Endring i Gibbs energi ved konstant T :

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Fri energi og kjemisk likevekt:

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

Cellespenning:

$$E_{\text{celle}}^\circ = E_{\text{katode}}^\circ - E_{\text{anode}}^\circ$$

Fri energi og cellespenning:

$$\Delta G = -nFE_{\text{celle}}$$

$$\Delta G^\circ = -nFE_{\text{celle}}^\circ$$

Cellespenning og likevektskonstant:

$$E_{\text{celle}}^\circ = \frac{RT}{nF} \ln K$$

Ved 25 °C:

$$E_{\text{celle}}^\circ = \frac{0,0257 \text{ V}}{n} \ln K$$

$$= \frac{0,0592 \text{ V}}{n} \log K$$

Nernsts ligning:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

Konstanter:	Tallverdi	Benevning
Avogadros tall, N_A	$6,0221415 \times 10^{23}$	Ubenevnt
Gasskonstanten, R	0,082057 8,3145	L×atm/(mol×K) J/(mol×K)
Boltzmanns konstant, k_B	$1,3807 \times 10^{-23}$	J/K
Faradays konstant, F	96485	J/(mol×V)
Plancks konstant, h	$6,6261 \times 10^{-34}$	J s
Lyshastighet i vakuum	$2,9979 \times 10^8$	m/s

Omregning trykkenheter	pascal	bar	atm	mmHg
1 pascal =	1	10^{-5}	$9,869 \times 10^{-6}$	$7,501 \times 10^{-3}$
1 bar =	10^5	1	0,9869	750,1
1 atm =	$1,013 \times 10^5$	1,013	1	760,0
1 mmHg =	133,3	$1,333 \times 10^{-3}$	$1,316 \times 10^{-3}$	1

Andre omregninger:

1 J = 1 N m = 1 W s = 1 V C	1 N = 1 kg m s ⁻²	1 C = 1 A s	1 Pa = 1 N m ⁻²	1 W = 1 V A = 1 Ω A ²
-----------------------------	------------------------------	-------------	----------------------------	----------------------------------

DET PERIODISKE SYSTEM

1 1A																				18 8A																																																																																																																																																															
1 1,008 H Hydrogen 1s ¹ +1,-1										2 2A										2 4,003 He Helium 1s ²																																																																																																																																																															
3 6,941 Li Litium [He]2s ¹ +1										4 9,012 Be Beryllium [He]2s ² +2										5 14,007 N Nitrogen [He]2s ² 2p ³ +5,+3,-3										6 15,999 O Oksygen [He]2s ² 2p ⁴ -2										7 18,998 F Fluor [He]2s ² 2p ⁵ -1										8 20,180 Ne Neon [He]2s ² 2p ⁶																																																																																																																																	
11 22,990 Na Natrium [Ne]3s ¹ +1										12 24,305 Mg Magnesium [Ne]3s ² +2										13 3A										14 4A										15 5A										16 6A										17 7A										18 39,948 Ar Argon [Ne]3s ² 3p ⁶																																																																																																													
19 39,098 K Kalium [Ar]4s ¹ +1										20 40,078 Ca Kalsium [Ar]4s ² +2										21 44,956 Sc Scandium [Ar]4s ² 3d ¹ +3										22 47,867 Ti Titan [Ar]4s ² 3d ² +4										23 50,941 V Vanadium [Ar]4s ² 3d ³ +5										24 51,996 Cr Krom [Ar]4s ¹ 3d ⁵ +6,+3										25 54,938 Mn Mangan [Ar]4s ² 3d ⁵ +7,+4,+2										26 55,845 Fe Jern [Ar]4s ² 3d ⁶ +6,+3,+2										27 58,933 Co Kobolt [Ar]4s ² 3d ⁷ +3,+2										28 58,693 Ni Nikkel [Ar]4s ² 3d ⁸ +2										29 63,546 Cu Kobber [Ar]4s ¹ 3d ¹⁰ +2,+1										30 65,38 Zn Sink [Ar]4s ² 3d ¹⁰ +2										31 69,723 Ga Gallium [Zn]4p ¹ +3										32 72,63 Ge Germanium [Zn]4p ² +4,+2,-4										33 74,922 As Arsen [Zn]4p ³ +5,+3,-3										34 78,96 Se Selen [Zn]4p ⁴ +6,+4,+2,-2										35 79,904 Br Brom [Zn]4p ⁵ Se note (3)										36 83,798 Kr Krypton [Zn]4p ⁶ +2									
37 85,468 Rb Rubidium [Kr]5s ¹ +1										38 87,62 Sr Strontium [Kr]5s ² +2										39 88,906 Y Yttrium [Kr]5s ² 4d ¹ +3										40 91,224 Zr Zirkonium [Kr]5s ² 4d ² +4										41 92,906 Nb Niobium [Kr]5s ¹ 4d ⁴ +5										42 95,96 Mo Molybden [Kr]5s ¹ 4d ⁵ +6,+4										43 (98) Tc Technetium [Kr]5s ² 4d ⁵ +7,+4										44 101,07 Ru Ruthenium [Kr]5s ¹ 4d ⁷ +4,+3										45 102,906 Rh Rhodium [Kr]5s ¹ 4d ⁸ +3										46 106,42 Pd Palladium [Kr]4d ¹⁰ +4,+2										47 107,868 Ag Sølv [Kr]5s ¹ 4d ¹⁰ +1										48 112,411 Cd Kadmium [Kr]5s ² 4d ¹⁰ +2										49 114,818 In Indium [Cd]5p ¹ +3										50 118,710 Sn Tinn [Cd]5p ² +4,+2,-4										51 121,760 Sb Antimon [Cd]5p ³ +5,+3,-3										52 127,60 Te Tellur [Cd]5p ⁴ +6,+4,+2,-2										53 126,904 I Jod [Cd]5p ⁵ Se note (2)										54 131,293 Xe Xenon [Cd]5p ⁶ +6,+4,+2									
55 132,905 Cs Cesium [Xe]6s ¹ +1										56 137,327 Ba Barium [Xe]6s ² +2										72 178,49 Hf Hafnium [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ² +4										73 180,948 Ta Tantal [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ³ +5										74 183,84 W Wolfram [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁴ +6,+4										75 186,207 Re Rhenium [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁵ +4										76 190,23 Os Osmium [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁶ +4,+3,+2										77 192,217 Ir Iridium [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁷ +4,+3										78 195,084 Pt Platina [Xe]6s ¹ 4f ¹⁴ 5d ⁹ +4,+3,+2										79 196,967 Au Gull [Xe]6s ¹ 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ +3										80 200,59 Hg Kvikksølv [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ +2,+1										81 204,38 Tl Tallium [Hg]6p ¹ +3,+1										82 207,2 Pb Bly [Hg]6p ² +4,+2										83 208,980 Bi Vismut [Hg]6p ³ +3										84 (209) Po Polonium [Hg]6p ⁴ +4,+2,-2										85 (210) At Astat [Hg]6p ⁵ +1,-1										86 (222) Rn Radon [Hg]6p ⁶ +2																			
87 (223) Fr Francium [Rn]7s ¹ +1										88 (226) Ra Radium [Rn]7s ² +2										104 (265) Rf Rutherfordium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ² +4										105 (268) Db Dubnium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ³ +5										106 (271) Sg Seaborgium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁴ +6										107 (270) Bh Bohrium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁵ +7										108 (277) Hs Hassium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁶ +8										109 (276) Mt Meitnerium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁷ +4,+3										110 (281) Ds Darmstadtium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁸ +4,+3,+2										111 (280) Rg Røntgenium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁹ +3										112 (285) Cn Copernicium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ +2,+1										113 (284) Uut Ununtrium										114 (289) Fl Flerovium										115 (288) Uup Ununpentium										116 (293) Lv Livermorium										117 (294) Uus Ununseptium										118 (294) Uuo Ununictium																			

Atomnr. — 50 118,710
 Kjemisk symbol — Sn 1,8
 Elektronkonfigurasjon i grunntilstanden — [Cd]5p²
 +4,+2,-4

Atommasse. Parentes angir massen til isotopen med lengst levetid
 Elektronegativitet, Paulings relative skala
 Elementets navn
 Vanligste oksidasjonstall (NB! Andre kan forekomme)
 (1) +4,+3,+2,+1,-1,-2,-3,-4
 (2) +7,+5,+3,+1,-1
 (3) +7,+5,+3,+2,+1,-1

57 138,905 La Lantan [Xe]6s ² 5d ¹ +3										58 140,116 Ce Cerium [Xe]6s ² 4f ¹ 5d ¹ +4,+3										59 140,908 Pr Praseodymium [Xe]6s ² 4f ³ +3										60 144,242 Nd Neodymium [Xe]6s ² 4f ⁴ +3										61 (145) Pm Promethium [Xe]6s ² 4f ⁵ +3										62 150,36 Sm Samarium [Xe]6s ² 4f ⁶ +3										63 151,964 Eu Europium [Xe]6s ² 4f ⁷ +3,+2										64 157,25 Gd Gadolinium [Xe]6s ² 4f ⁷ 5d ¹ +3										65 158,925 Tb Terbium [Xe]6s ² 4f ⁹ +3										66 162,500 Dy Dysprosium [Xe]6s ² 4f ¹⁰ +3										67 164,930 Ho Holmium [Xe]6s ² 4f ¹¹ +3										68 167,259 Er Erbium [Xe]6s ² 4f ¹² +3										69 168,934 Tm Thulium [Xe]6s ² 4f ¹³ +3										70 173,054 Yb Ytterbium [Xe]6s ² 4f ¹⁴ +3										71 174,967 Lu Lutetium [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹ +3									
89 (227) Ac Actinium [Rn]7s ² 6d ¹ +3										90 232,038 Th Thorium [Rn]7s ² 6d ² +4										91 231,036 Pa Protactinium [Rn]7s ² 5f ² 6d ¹ +5										92 238,029 U Uran [Rn]7s ² 5f ³ 6d ¹ +6										93 (237) Np Neptunium [Rn]7s ² 5f ⁴ 6d ¹ +5										94 (244) Pu Plutonium [Rn]7s ² 5f ⁶ +4										95 (243) Am Americium [Rn]7s ² 5f ⁷ +3										96 (247) Cm Curium [Rn]7s ² 5f ⁷ 6d ¹ +3										97 (247) Bk Berkelium [Rn]7s ² 5f ⁹ +3										98 (251) Cf Californium [Rn]7s ² 5f ¹⁰ +3										99 (252) Es Einsteinium [Rn]7s ² 5f ¹¹ +3										100 (257) Fm Fermium [Rn]7s ² 5f ¹² +3										101 (258) Md Mendelevium [Rn]7s ² 5f ¹³ +3										102 (259) No Nobelium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ +2										103 (262) Lr Lawrencium [Rn]7s ² 5f ¹⁴ 6d ¹ +3									

Spenningsrekka

Table 19.1 Standard Reduction Potentials at 25°C*

Half-Reaction	E° (V)
$F_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2F^-(aq)$	+2.87
$O_3(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow O_2(g) + H_2O$	+2.07
$Co^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Co^{2+}(aq)$	+1.82
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.77
$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2e^- \longrightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O$	+1.70
$Ce^{4+}(aq) + e^- \longrightarrow Ce^{3+}(aq)$	+1.61
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O$	+1.51
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Au(s)$	+1.50
$Cl_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O$	+1.33
$MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 2H_2O$	+1.23
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.23
$Br_2(l) + 2e^- \longrightarrow 2Br^-(aq)$	+1.07
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \longrightarrow NO(g) + 2H_2O$	+0.96
$2Hg^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Hg_2^{2+}(aq)$	+0.92
$Hg_2^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow 2Hg(l)$	+0.85
$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$	+0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2O_2(aq)$	+0.68
$MnO_4^-(aq) + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$	+0.59
$I_2(s) + 2e^- \longrightarrow 2I^-(aq)$	+0.53
$O_2(g) + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$	+0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$	+0.34
$AgCl(s) + e^- \longrightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$	+0.22
$SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow SO_2(g) + 2H_2O$	+0.20
$Cu^{2+}(aq) + e^- \longrightarrow Cu^+(aq)$	+0.15
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	+0.13
$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$	-0.13
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn(s)$	-0.14
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ni(s)$	-0.25
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Co(s)$	-0.28
$PbSO_4(s) + 2e^- \longrightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$	-0.31
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cd(s)$	-0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Fe(s)$	-0.44
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Cr(s)$	-0.74
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn(s)$	-0.76
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Mn(s)$	-1.18
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Al(s)$	-1.66
$Be^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Be(s)$	-1.85
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Mg(s)$	-2.37
$Na^+(aq) + e^- \longrightarrow Na(s)$	-2.71
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ca(s)$	-2.87
$Sr^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sr(s)$	-2.89
$Ba^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ba(s)$	-2.90
$K^+(aq) + e^- \longrightarrow K(s)$	-2.93
$Li^+(aq) + e^- \longrightarrow Li(s)$	-3.05

Increasing strength as oxidizing agent

Increasing strength as reducing agent

* For all half-reactions the concentration is 1 M for dissolved species and the pressure is 1 atm for gases. These are the standard-state values.