

Institutt for kjemi

Eksamensoppgave i KJ1000 Generell kjemi med laboratorium

**Faglig kontakt under eksamen: Professor Bjørn Hafskjold
Tlf.: 91897078**

Eksamensdato: 10.12.2015

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

Hjelpekode/Tillatte hjelpeemidler: Type D. Typegodkjent kalkulator med tomt minne (Citizen SR-270X/College, HP30S, Casio fx-82ES og Casio fx-82ES PLUS)

Annen informasjon: Ingen

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

Antall sider: 7

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

Skriv dine svar på svararkene og behold en kopi av dine svar. Det gjelder også for flervalgsoppgavene. For de oppgavene som ikke krever beregninger, skal du kommentere alternativene eller hvordan du kom fram til ditt svar.

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.

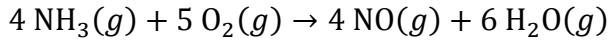
1. Hvor mange kvadratkilometer er det samme som 28.5 cm^2 ?

- A) $2.85 \times 10^{-9} \text{ km}^2$
- B) $2.85 \times 10^{-6} \text{ km}^2$
- C) 285 km^2
- D) $2.85 \times 10^{-4} \text{ km}^2$
- E) Ingen av alternativene ovenfor

2*. I hvilken gruppe/hvilke grupper i det periodiske system finner du jordalkalimetallene?

- A) Gruppe 1 (1A)
- B) Gruppe 2 (2A)
- C) Gruppe 3-11 (3B-1B)
- D) Gruppe 12 (2B)
- E) Gruppe 13 (3A)

3. Første trinn i Ostwald-prosessen for produksjon av salpetersyre er



Hva er det prosentvise utbyttet av nitrogenoksid (NO) hvis 150 g ammoniakk reagerer med 150 g oksygen og gir 87 g NO?

- A) 100%
- B) 49%
- C) 77%
- D) 33%
- E) 62%

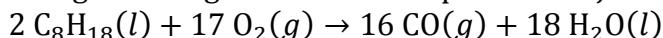
4. En prøve med 50.0 mL 0.436 M NH_4NO_3 fortynnes med vann til 250 mL. Hva er konsentrasjonen av ammoniumnitrat i den fortynnede løsningen?

- A) 21.8 M
- B) 0.459 M
- C) 2.18×10^{-2} M
- D) 8.72×10^{-2} M
- E) 0.109 M

5*. Hvilket av følgende utsagn er *sant* for like masser av $O_2(g)$ og $HBr(g)$ i to separate beholdere med samme volum og ved samme temperatur?

- A) Trykket i beholderen med O_2 er større enn i den med HBr .
- B) Det er flere HBr -molekyler enn O_2 -molekyler.
- C) Gjennomsnittlig hastighet for O_2 -molekylene er mindre enn den for HBr -molekylene.
- D) Gjennomsnittlig kinetisk energi for HBr -molekylene er større enn den for O_2 -molekylene.
- E) Begge gassene har samme trykk.

6. Beregn endring i standard entalpi for reaksjonen



Gitt:

Reaksjon	$\Delta H^\circ, \text{kJ mol}^{-1}$
$2 C_8H_{18}(l) + 25 O_2(g) \rightarrow 16 CO_2(g) + 18 H_2O(l)$	-11 020
$2 CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g)$	-566.0

- A) $10\ 450 \text{ kJ mol}^{-1}$
- B) $6\ 492 \text{ kJ mol}^{-1}$
- C) $15\ 550 \text{ kJ mol}^{-1}$
- D) $-6\ 492 \text{ kJ mol}^{-1}$
- E) $-10.450 \text{ kJ mol}^{-1}$

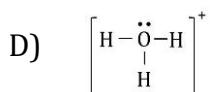
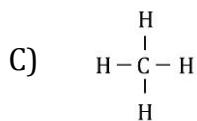
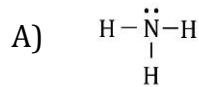
7*. Grunntilstanden i arsen-atomet har

- A) ingen uparede elektroner.
- B) ett uparet elektron.
- C) to uparede elektroner.
- D) tre uparede elektroner.
- E) fire uparede elektroner.

8. Første ioniseringsenergi for natrium er $495.9 \text{ kJ mol}^{-1}$. Endring i energi for reaksjonen $Na(s) \rightarrow Na^+(g) + e^-$ er derfor

- A) $495.9 \text{ kJ mol}^{-1}$
- B) mindre enn $495.9 \text{ kJ mol}^{-1}$
- C) større enn $495.9 \text{ kJ mol}^{-1}$
- D) lik elektronaffiniteten for natrium
- E) lik andre ioniseringsenergi for natrium.

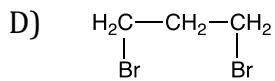
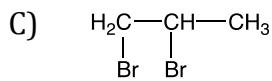
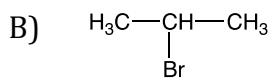
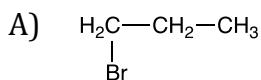
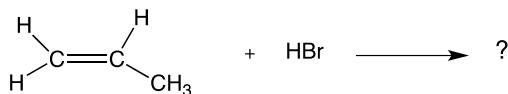
9. Hvilken av de følgende Lewis-strukturene er feil?



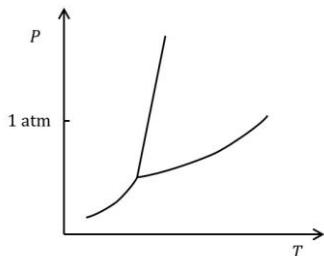
10. Hvilken geometri beskriver molekylet PH_3 best av følgende alternativer?

- A) Lineært
- B) Trigonalt plan
- C) Tetraedrisk
- D) Bøyd
- E) Trigonal pyramide

11. Hvilket produkt dannes i denne reaksjonen:



12*. Betrakt fasediagrammet under. Hvordan vil smeltepunktet for stoffet endre seg hvis trykket øker over 1 atm?



- A) Smeltepunktet vil synke.
 B) Smeltepunktet vil ikke endre seg.
 C) Smeltepunktet vil øke.
 D) Stoffet vil ikke smelte ved trykk over 1 atm. Stoffet vil sublimere til gassfase.
- 13.** Damptrykket av vann ved 20 °C er 17.5 mmHg. Hva er damptrykket av vann over en vandig løsning som inneholder 2.00×10^2 g sukrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) og 3.50×10^2 g vann?
- A) 0.51 mmHg
 B) 16.0 mmHg
 C) 17.0 mmHg
 D) 18.0 mmHg
 E) 19.4 mmHg
- 14.** En kjemisk reaksjon har hastighetsloven $v = k[X]$. Hvilken av de følgende grafene vil gi ei rett linje (t er tiden)?
- A) $[X]$ som funksjon av t
 B) $\ln [X]$ som funksjon av t
 C) $1/[X]$ som funksjon av t
 D) $[X]$ som funksjon av $1/t$
 E) $\ln [X]$ som funksjon av $1/t$
- 15. Reaksjonen**

$$2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g)$$
 har likevektskonstant $K_c = 4.3 \times 10^6$ ved 700 K. En lukket reaktor inneholder en gassblanding med sammensetningen $[SO_2] = 0.10$ M, $[SO_3] = 10.0$ M og $[O_2] = 0.10$ M. Er blandingen i kjemisk likevekt? Hvis ikke, i hvilken retning vil reaksjonen gå mot likevekt?
- A) Ja, blandingen er i likevekt.
 B) Nei, den vil gå fra venstre mot høyre.
 C) Nei, den vil gå fra høyre mot venstre.
 D) Det er ikke nok informasjon til å avgjøre spørsmålet.

16. Hva er pH i en løsning laget ved å blande 100.0 mL 0.0500 M HCl med 300.0 mL 0.500 M HF?

Gitt: $K_a(\text{HF}) = 7.1 \times 10^{-4}$

- A) 1.47
- B) 1.90
- C) 1.30
- D) 1.63
- E) 2.82

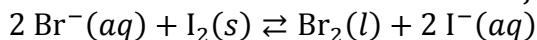
17. Molar løselighet av magnesiumkarbonat er 1.8×10^{-4} mol L⁻¹. Hva er verdien av K_{sp} for magnesiumkarbonat?

- A) 1.8×10^{-4}
- B) 3.6×10^{-4}
- C) 1.3×10^{-7}
- D) 3.2×10^{-8}
- E) 2.8×10^{-14}

18*. Et negativt fortegn på ΔG for en prosess ved kontant T og P indikerer at

- A) Reaksjonen er eksoterm.
- B) Reaksjonen er endoterm.
- C) Reaksjonen er rask.
- D) Reaksjonen er spontan.
- E) $\Delta S > 0$.

19. Bestem likevektskonstanten for reaksjonen ved 25 °C:



- A) 5.4×10^{-19}
- B) 18.30
- C) 1.7×10^{54}
- D) 1.9×10^{18}
- E) 5.4×10^{-55}

20. Hvor gammel er en vin med tritium (³H) -innhold på 25% i forhold til da vinen var ny?

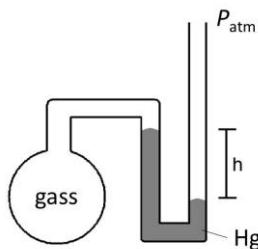
Halveringstiden for tritium er 12.5 år.

- A) 0.25 år
- B) 3.1 år
- C) 25 år
- D) 38 år
- E) 50 år

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) Gassbeholderen som vises på figuren under er koblet til et kvikksølvmanometer. Høydeforskjellen er $h = 16.7$ cm. Atmosfæretrykket er $P_{\text{atm}} = 742$ mmHg. Beregn trykket i gassen.



- b) (5p) Oksygen kan lages i laboratoriet ved å varme opp $\text{KMnO}_4(s)$. Reaksjonen er
 $2 \text{KMnO}_4(s) \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4(s) + \text{MnO}_2(s) + \text{O}_2(g)$
 Hvor mange gram KMnO_4 trengs for å lage 0.27 mol O_2 dersom reaksjonen går fullstendig?

22.

- a) (2p) Løseligheten av oksygen i vann er 4.5×10^{-2} g L⁻¹ ved normalt trykk og kroppstemperatur. Anta at mengde vann i blodet i en voksen person er 5.0 L. Hvor mange gram oksygen kan løses i blodet til en voksen person? Angi svaret med et rimelig antall gjeldende siffer.
- b) (8p) Tyroksin er et hormon som regulerer metabolismen i kroppen. Hvis 0.455 g tyroksin løses i 10.0 g benzen, er løsningens frysepunkt 5.144 °C. Ren benzen fryser ved 5.444 °C og har $K_f = 5.12$ °C m⁻¹ (m står her for molalitet). Bestem molar masse for tyroksin.

23.

- a) (5p) Påstand: Den elektrokjemiske cellen (Daniellcellen) som er basert på reaksjonen
 $\text{Zn}(s) + \text{Cu}^{2+}(aq, 1 \text{ M}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq, 1 \text{ M}) + \text{Cu}(s)$
 vil ha en lavere cellespenning hvis konsentrasjonene av Zn^{2+} og Cu^{2+} reduseres til 0.1 M ved 25 °C. Er denne påstanden riktig eller feil? Begrunn svaret.
- b) (8p) Hvis cellespenningen i Daniellcellen er 0.80 V ved 25 °C når konsentrasjonen av Zn^{2+} er 2.0 M, hva er da konsentrasjonen av Cu^{2+} ?

24.

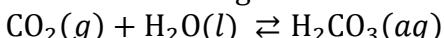
a) (5p) Lewis-diagrammet for elementet X er $\ddot{\text{:X:}}$. Angi den enkleste formelen for den forbindelsen dette elementet kan danne med klor. Begrunn svaret.

b) (5p) Skriv inn det som mangler i tabellen under. Du behøver ikke skrive tabellen på svararket, det er nok å skrive hvilket tilfelle det gjelder (a, b, ...) og ditt svar.

	Hybrid type	Elektronparenes geometri
a		lineær
b	sp^3	
c		trigonal bipyramide
d		oktaedrisk
e	sp^2	

25.

a) (2p) Klimamodellering er svært avhengig av likevekten



Sett opp utrykket for likevektskonstanten for denne reaksjonen.

b) (8p) Kalsiumkarbonat dekomponerer ved høy temperatur til kalsiumoksid og karbondioksid:



Likevektskonstanten for denne reaksjonen er $K_P = 1.16$ ved 800 °C.

10.0 g $\text{CaCO}_3(s)$ ble plassert i en reaktor med volum 5.0 L. Reaktoren ble så lukket, tømt for luft og varmet opp til 800 °C. Se bort fra volumet som de faste stoffene opptar og beregn prosentvis andel karbon i den samlede massen fast stoff ved likevekt.

Formler for bruk ved eksamen i KJ1000 Generell kjemi med laboratorium

Gjennomsnittlig kinetisk energi pr. molekyl: $\overline{KE} = \frac{3}{2} k_B T = \frac{1}{2} m \overline{u^2}$	Clausius-Clapeyrons ligning: $\ln P = -\frac{\Delta H_{vap}}{RT} + C$ $\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$	K_c og K_p : $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$
Midlere kvadrathastighet: $\overline{u^2} = \frac{3RT}{M}$	Henrys lov: $c = kP$	Henderson-Hasselbach ligningen: $\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{base}]}{[\text{syre}]}$
Grahams diffusjonslov: $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	Raoults lov: $P_1 = x_1 P_1^\circ$	Termodynamikkens første lov (lukket system): $\Delta U = q + w$
Van der Waals tilstandslingning: $\left(P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$	Kokepunktsforhøyelse: $\Delta T_b = K_b m$	Entropi: $S = k_B \ln W$
Varmekapasitet: $C = ms, \quad q = ms\Delta T = C\Delta T$	Frysepunktsnedsettelse: $\Delta T_f = K_f m$	Entropiendring: $\Delta S_{\text{universet}} = \Delta S_{\text{system}} + \Delta S_{\text{omgivelser}} \geq 0$
Trykk-volum arbeid (konstant trykk): $w = -P\Delta V$	Osmotisk trykk: $\pi = MRT$	$\Delta S_{\text{omgivelser}} = \frac{-\Delta H_{\text{system}}}{T}$
Standard entalpiendring for en reaksjon: $\Delta H_{rxn}^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (\text{produkter}) - \sum m \Delta H_f^\circ (\text{reaktanter})$	Hastighetsloven: $v = k[A]^x[B]^y$	Endring i Gibbs energi ved konstant T : $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
Frekvens og bølgelengde: $v = \frac{c}{\lambda}$	Integrerte hastighetslover:	Fri energi og kjemisk likevekt: $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$ $\Delta G^\circ = -RT \ln K$
Fotonets energi: $E = hv$	0 $[A]_t = -kt + [A]_0$	Cellespenning: $E_{\text{celle}}^\circ = E_{\text{katode}}^\circ - E_{\text{anode}}^\circ$
de Boglies bølgelengde: $\lambda = \frac{h}{mu}$	1 $\ln[A]_t = -kt + \ln[A]_0$	Fri energi og cellespenning: $\Delta G = -nFE_{\text{celle}}$ $\Delta G^\circ = -nFE_{\text{celle}}^\circ$
Coulombs lov: $E = k \frac{Q_1 Q_2}{r}$	2 $\frac{1}{[A]_t} = kt + \frac{1}{[A]_0}$	Cellespenning og likevektskonstant: $E_{\text{celle}}^\circ = \frac{RT}{nF} \ln K$
Dipolmoment: $\mu = Q \times r$	Halveringstider:	Ved 25 °C: $E_{\text{celle}}^\circ = \frac{0,0257 \text{ V}}{n} \ln K$ $= \frac{0,0592 \text{ V}}{n} \log K$
	0 $t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$	Nernsts ligning: $E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$
	1 $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k}$	
	2 $t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$	
	Arrhenius' ligning: $k = A e^{-E_a/RT}$ $\ln k = \left(-\frac{E_a}{R} \right) \left(\frac{1}{T} \right) + \ln A$	

Konstanter:	Tallverdi	Benevning
Avogadros tall, N_A	$6,0221415 \times 10^{23}$	Ubenevnt
Gasskonstanten, R	0,082057	L·atm/(mol·K)
	8,3145	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:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ W s} = 1 \text{ V C} \quad 1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2} \quad 1 \text{ C} = 1 \text{ A s} \quad 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2} \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ V A} = 1 \Omega \text{ A}^2$$

1	1,008		
H	2,1		
Hydrogen			
$1s^1$			
+1,-1			
		2	2A
3	6,941	4	9,012
Li	1,0	Be	1,5
Lithium		Beryllium	
[He]2s ¹		[He]2s ²	
+1		+2	
11	22,990	12	24,305
Na	0,9	Mg	1,2
Natrium		Magnesium	
[Ne]3s ¹		[Ne]3s ²	
+1		+2	
19	39,098	20	40,078
K	0,8	Ca	1,0
Kalium		Kalsium	
[Ar]4s ¹		[Ar]4s ²	
+1		+2	
37	85,468	38	87,62
Rb	0,8	Sr	1,0
Rubidium		Strontium	
[Kr]5s ¹		[Kr]5s ²	
+1		+2	
55	132,905	56	137,327
Cs	0,7	Ba	0,9
Cesium		Barium	
[Xe]6s ¹		[Xe]6s ²	
+1		+2	
87	(223)	88	(226)
Fr	0,7	Ra	0,9
Francium		Radium	
[Rn]7s ¹		[Rn]7s ²	
+1		+2	

DET PERIODISKE SYSTEM

Atomnr.	50	118,710	Atommasse. Parentes angir massen til isotopen med lengst levetid
Kjemisk symbol	Sn	1,8	Elektronegativitet, Paulings relative skala
Elektronkonfigurasjon i grunntilstanden	Tinn [Cd]5p ² +4,+2,-4		Elementets navn Vanligste oksidasjonstall (NB! Andre kan forekomme)

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

Table 19.1 Standard Reduction Potentials at 25°C*

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

* 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.