

**Prüfung in Chemie  
für Studierende des Maschinenbaus, der Werkstoffwissenschaften  
und NWT Lehramt  
Studiengang Bachelor**

*Montag, 10. April 2017, 8:00-11:00*

Für die Bearbeitung der Aufgaben sind **keine Hilfsmittel zugelassen**; alle Berechnungen sind so ausgelegt, dass Sie einfach auszuwertende algebraische Ausdrücke erhalten, wenn Sie das frühzeitige Einsetzen von Zahlen vermeiden und Gleichungen herleiten, in denen auf der rechten Seite nur noch bekannte Größen vorkommen; Brüche lassen sich durch Kürzen so stark vereinfachen, dass elektronische Hilfsmittel nicht notwendig sind.

Ausländische Studenten dürfen ein Wörterbuch (Muttersprache zur deutschen Sprache) benutzen, das keine handschriftlichen Eintragungen enthalten darf.

Papier für die Lösungen wird zur Verfügung gestellt.

Jeder Versuch, Hilfsmittel zu benutzen, wird als Täuschung behandelt, führt zum unmittelbaren Ausschluss von der Klausur und zur Bewertung der Ausarbeitung mit 5.0!

Zahlenwerte, die ohne Rechnung bzw. ohne Begründung angegeben werden, bleiben ohne Wertung!

Es genügen klar verständliche Stichworte als Antwort; es müssen keine ausführlichen Texte geschrieben werden. Für bildliche Darstellungen genügen Skizzen, die das Prinzip verdeutlichen.

Die für jede Teilaufgabe maximal erreichbare Punktzahl ist in Klammern angegeben.

Bewertung (Punkte/Note):

0-49,5	50-54	55-59	60-64	65-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-100
5,0	4,0	3,7	3,3	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0

Aufgabe 1:

- a) Was ist die Aussage der Hypothese von Avogadro? (1 P)
- b) Was versteht man unter der Ordnungszahl und was sind Isotope? (2 P)
- c) Geben Sie die Bedeutung der Zahlen im Nuklid  $^{15}_7\text{N}$  an! (1 P)
- d) Durch welche Methode wird die Atommasse gemessen? Nennen Sie die drei wesentlichen Vorgänge, die dabei ablaufen! (4 P)
- e) Nennen Sie die vier Quantenzahlen, durch die die Energieniveaus der Elektronen beschrieben werden! Geben Sie in Stichworten die Bedeutung der einzelnen Quantenzahlen an! (4 P)
- f) Was sagt das Pauli-Prinzip und was sagt die Hund'sche Regel aus? (1 P)
- g) Geben Sie die Verteilung der Elektronen des Elements Brom auf die Orbitale an! (1 P)
- h) Was versteht man unter der Elektronegativität eines Elements und was unter der Polarität einer chemischen Bindung? (2 P)
- i) Durch welche Wechselwirkungen zwischen Ionen und Wasser wird beim Lösen von Salzen die Gitterenergie überwunden? (1 P)
- j) Nennen Sie zwei wichtige Eigenschaften von Metallen! (1 P)
- k) Wodurch entsteht ein osmotischer Druck? (1 P)
- l) Auf welcher physikalischen Grundlage beruhen thermische Trennverfahren, z. B. Extraktion und Chromatographie? (1 P)

## Aufgabe 2:

- a) Geben Sie die Gleichungen an, nach denen man (mithilfe von Tabellen) Reaktionsenthalpie, Reaktionsentropie und freie Reaktionsenthalpie berechnet!

Formulieren Sie mit Hilfe der freien Enthalpie eine Bedingung für das Vorliegen eines Gleichgewichts!

In diesem Zusammenhang sollen Sie für die Dehydrierung von Ethan folgende Teilaufgaben lösen:

Geben Sie die Reaktionsgleichung für die Umsetzung von Ethan zu Ethen an!

Berechnen Sie unter Verwendung der in der Tabelle angegebenen Werte die Reaktionsenthalpie und begründen Sie, warum die Reaktion, zumindest bei höherer Temperatur freiwillig abläuft!

Berechnen Sie die Temperatur, bei der Ethan, Ethen und Wasserstoff miteinander im Gleichgewicht stehen!

Hinweis: Die Werte gelten bereits für die gesuchte Temperatur, Sie brauchen daher keine Temperaturabhängigkeit von Enthalpie und Entropie zu berücksichtigen. Gehen Sie von einem anfänglichen Reaktionsgemisch aus, das nur Ethan enthält!

	$\Delta_f H^0 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$	$S^0 \left[ \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	-96	341
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	38	307
$\text{H}_2(\text{g})$	0	168

Geben Sie eine Beziehung zwischen der Gleichgewichtskonstanten und thermodynamischen Daten an! Welchen Wert nimmt die Gleichgewichtskonstante der Dehydrierung von Ethan bei der eben berechneten Temperatur  $T_{\text{Gl}}$  an?

Hinweis: Beachten Sie, dass im Fall von Reaktionen in der Gasphase die Konzentration einer Komponenten  $i$  proportional zu ihrem Partialdruck  $p_i$  ist! (6 P)

- b) Bei Raumtemperatur ist das Löslichkeitsprodukt von  $\text{CaF}_2$   $4 \cdot 10^{-12} (\text{Mol/l})^3$ . Welche Konzentration von  $\text{Ca}^{2+}$  stellt sich in neutralem Wasser ein und welche Konzentration stellt sich ein, wenn die Konzentration von  $\text{F}^-$   $0.1 \text{ Mol/l}$  beträgt? (2P)
- c) Welche Oxidationszahlen haben die fett gedruckten Elemente in den Verbindungen  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{VO}_4$ ,  $\text{LiAlH}_4$  und  $\text{KClO}_4$ ? (3 P)
- d) Bestimmen Sie die stöchiometrischen Koeffizienten für folgende Redoxreaktionen:  
1.  $[\ ] \text{Cu} + [\ ] \text{SO}_4^{2-} + [\ ] \text{H}^+ \rightarrow [\ ] \text{Cu}^{2+} + [\ ] \text{SO}_2 + [\ ] \text{H}_2\text{O}$   
2.  $[\ ] \text{H}_2\text{SO}_3 + [\ ] \text{I}_2 + [\ ] \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\ ] \text{H}_2\text{SO}_4 + [\ ] \text{HI}$  (2 P)
- e) Wie groß ist die Spannung eines Fe/Zn- Elementes, wenn Sie 1 molare Lösungen von Eisen(II)- und Zinksulfat verwenden? Welche Teilreaktionen laufen ab? (3 P)
- f) Wie verändert sich die Spannung des galvanischen Elements aus Aufgabe e, wenn Sie die Konzentration der Eisensulfat-Lösung herabsetzen? Wie lautet die Gleichung mit der man das berechnen kann? (Name oder Formel reichen). Hinweis: Es genügt, wenn Sie angeben, ob die Spannung größer oder kleiner wird. (2 P)
- g) In ein Becherglas mit einer 1-molaren  $\text{FeSO}_4$  Lösung wird ein Blech aus Zinn, in ein anderes Becherglas mit einer 1-molaren  $\text{FeSO}_4$  Lösung wird ein Blech aus Mangan eingetaucht. Erwarten Sie das Abfließen chemischer Reaktionen? Begründen Sie Ihre Antwort! (2 P)

### Aufgabe 3

- a) Nennen Sie ein Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff aus Methan. Geben Sie die wichtigen Verfahrensschritte an und formulieren Sie die Gleichungen der auftretenden Reaktionen! (3 P)
- b) Ein großer Teil des für die Herstellung von Schwefelsäure benötigten Schwefels stammt aus der Aufbereitung von Erdöl und Erdgas.  
Welche Schwefelverbindung wird zunächst erhalten? Nach welchem Verfahren wird daraus Schwefel gewonnen? Geben Sie die Reaktionsgleichungen an!  
Formulieren Sie die Gleichungen der Reaktionen, nach denen aus Schwefel Schwefelsäure hergestellt wird!  
Die zweite Reaktion ist eine Gleichgewichtsreaktion, bei der die Bildung des gewünschten Produkts exotherm abläuft. Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um das Gleichgewicht möglichst weit auf die Seite des gewünschten Produkts zu verschieben? Welches allgemeingültige Prinzip liegt Ihrer Antwort zugrunde? (6 P)
- c) Nennen Sie eine technisch wichtige Eigenschaft des Metalls Al! Geben Sie eine darauf basierende Verwendung an!  
Ein wichtiger Rohstoff für die Herstellung von Aluminium ist Bauxit, im Wesentlichen ein Gemisch aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  
Welche sind die vier wesentlichen Schritte der Herstellung von Aluminium aus diesem Rohstoff? Formulieren Sie die Gleichungen der dabei ablaufenden chemischen Reaktionen! (6 P)
- d) Im Hochofen wird als Reduktionsmittel CO verwendet, das durch die partielle Verbrennung von Koks gebildet wird. Neben der erwünschten Bildung von  $\text{CO}_2$  durch die Reaktion mit dem Fe-Oxid kann auch die Boudouard-Reaktion, bei der freier Kohlenstoff gebildet wird und der sich im Eisen löst, ablaufen.  
Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Boudouard-Reaktion! Welche nachteilige Auswirkung hat der gelöste Kohlenstoff auf die Eigenschaften von Roheisen?  
Nennen Sie ein Verfahren bei der Herstellung von Stahl, durch das der Gehalt an Kohlenstoff herabgesetzt wird! (3 P)
- e) Was versteht man unter Korrosion und was ist ein Lokalelement? (1 P)
- f) Nennen Sie zwei wichtige Methoden zum Korrosionsschutz! (1 P)

### Aufgabe 4:

- a) Es gibt fünf organische Verbindungen mit der Summenformel  $\text{C}_4\text{H}_6$ . Wählen Sie zwei davon aus und geben Sie die Lewis-Formeln der gewählten Verbindungen an, ordnen sie die Verbindungen einer Verbindungsklasse zu und geben den korrekten Namen der Verbindungen an! (3 P)
- b) Zeichnen Sie die Lewis-Formeln der Verbindungen 2-Methylbutan, Buta-1,3-dien und Ethin! Zeichnen Sie die charakteristischen Strukturelemente (funktionellen Gruppen) der Verbindungsklassen Alkene, Carbonsäuren und Ketone! (3 P)
- c) Geben Sie die Reaktionsgleichungen an, nach denen Methanol, Ethanol und Essigsäure technisch hergestellt werden! (3 P)
- d) Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus einer Radikalkettenreaktion anhand der Bildung von  $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{Br}$  aus Ethan und  $\text{Br}_2$ ! (3 P)
- e) Erklären Sie anhand einer einfachen Skizze den Unterschied zwischen einer einfachen Destillation und einer Destillation mit Fraktionierkolonne! Machen Sie qualitativ kenntlich, an welchen Stellen Produkte mit hohem, mittlerem und niedrigem Siedepunkt erhalten werden! (3 P)

- f) Was versteht man unter einem Makromolekül und was versteht man unter Polymerisation? (2 P)
- g) Geben Sie die Konstitutionsformeln der charakteristischen Gruppen von Polypropylen, Polyacrylnitril und Polystyrol an! Aus welchen Monomeren werden die genannten Polymere hergestellt? (3 P)

#### Aufgabe 5:

- a) Geben Sie die Hauptbestandteile von Benzin und Dieselkraftstoff an! (2 P)
- b) Geben Sie den Hauptbestandteil von Biodiesel an! Nach welcher Reaktionsgleichung wird er hergestellt? (2 P)
- c) Was versteht man unter der Zündverzugszeit bei einem Verbrennungsprozess? (1 P)
- d) Nennen Sie die wichtigsten Bestandteile des bei der motorischen Verbrennung entstehenden Gasgemischs! Nennen Sie wenigstens zwei Bestandteile des Produktgemischs, die als Schadstoffe angesehen werden müssen! Klassifizieren Sie die Komponenten des Gemischs als Hauptbestandteile (jeweils mehr als 1 %) und als Nebenbestandteile (< 1 % im Einzelfall)! Welcher weitere Schadstoff entsteht, wenn ein Motor (Diesel) mit Luftüberschuss betrieben wird? (5 P)
- e) Warum muss ein Ottomotor mit einem stöchiometrischen ( $\lambda = 1$ ) Kraftstoff- Luft- Gemisch betrieben werden, um einen Dreiwegekatalysator sinnvoll einsetzen zu können? (2 P)
- f) Durch welches Katalysatorkonzept werden die Stickoxide aus dem Abgas von Dieselfahrzeugen und von Großfeuerungsanlagen entfernt? Geben Sie für ein Gemisch aus je 50 % NO und NO<sub>2</sub> die Gleichung der zur Entfernung der Stickoxide führenden Reaktion an! Durch welches Reduktionsmittel werden die Stickoxide entfernt? In welcher Form wird das Reduktionsmittel im Fahrzeug mitgeführt? Durch welche Reaktion wird das Reduktionsmittel im Fahrzeug erzeugt? (4 P)
- g) Beschreiben Sie das Prinzip eines Speicherkatalysators zur Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emission! (2 P)
- h) Erklären Sie anhand einer schematischen Skizze die Funktionsweise eines Russfilters! Aus welchen Werkstoffen werden die Filter gefertigt? Welche Probleme treten auf? (2 P)

#### Zusatzfrage

- 1) Welche Kennzahlen beschreiben die Qualität von Benzin und von Dieselkraftstoff und wie sind diese Zahlen definiert? (2 P)
- 2) Wie viel Luft [l/h] (bezogen auf 0 °C und 101.3 hPa) müssen Sie einem Dieselmotor zuführen, der 5,65 l/h verbraucht?  
Verwenden Sie für die Rechnung einen aus 100 % Cetan (C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>, Dichte  $\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ) bestehenden Kraftstoff! Gehen Sie von einer vollständigen Verbrennung des Treibstoffs aus! Setzen Sie  $x(\text{O}_2, \text{Luft}) = 0,2$  und setzen Sie das molare Volumen von Luft auf 20 l/mol fest! (3 P)

Hinweis: Durch die Beantwortung der Zusatzfrage können Sie an anderer Stelle fehlende Punkte ausgleichen, die maximale Zahl von 100 Punkten aus den Fragen 1 bis 5 bleibt unverändert, die für das Erreichen der Note 4.0 erforderliche Punktzahl (50) wird unter Einschluss von Punkten aus der Zusatzfrage berechnet.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII	VIIIA	IX	X	XIA	XIIA	XIIIA	XIIIIA	XV	XVI	XVIIA	XVIIIA
<b>H 1</b> 1.00794 2.1 1+ Wasserstoff	<b>He 2</b> 4.002602 - - Helium	<b>Li 3</b> 6.941 1.0 1+ Lithium	<b>Be 4</b> 9.012182 1.5 2+ Beryllium	<b>B 5</b> 10.811 2.0 3+ Bor	<b>C 6</b> 12.0107 2.5 4+ Kohlenstoff	<b>N 7</b> 14.0067 3.0 3+ Stickstoff	<b>O 8</b> 15.9994 3.5 2- Sauerstoff	<b>F 9</b> 18.998403 4.0 1- Fluor	<b>Ne 10</b> 20.1797 - - Neon	<b>Na 11</b> 22.989769 0.9 1+ Natrium	<b>Mg 12</b> 24.3050 1.2 2+ Magnesium	<b>Al 13</b> 26.981539 1.5 3+ Aluminium	<b>Si 14</b> 28.0855 1.8 4+ Silicium	<b>P 15</b> 30.973762 2.1 5+ Phosphor	<b>S 16</b> 32.065 1.8 4+ Schwefel	<b>Cl 17</b> 35.453 3.0 1- Chlor	<b>Ar 18</b> 39.948 - - Argon	
<b>K 19</b> 39.0983 0.8 1+ Kalium	<b>Ca 20</b> 40.078 1.0 2+ Calcium	<b>Sc 21</b> 44.95592 1.3 3+ Scandium	<b>Ti 22</b> 47.867 1.5 4+ Titan	<b>V 23</b> 50.9415 1.6 5+ Vanadium	<b>Cr 24</b> 51.9961 1.6 3+ Chrom	<b>Mn 25</b> 54.938045 1.5 2+ Mangan	<b>Fe 26</b> 55.845 1.8 2+ Eisen	<b>Co 27</b> 58.933195 1.8 3+ Cobalt	<b>Ni 28</b> 58.6934 1.8 2+ Nickel	<b>Cu 29</b> 63.546 1.9 1+ Kupfer	<b>Zn 30</b> 65.409 1.6 2+ Zink	<b>Ga 31</b> 69.723 1.6 3+ Gallium	<b>Ge 32</b> 72.64 1.6 4+ Germanium	<b>As 33</b> 74.92160 2.0 3+ Arsen	<b>Se 34</b> 78.96 2.4 4+ Selen	<b>Br 35</b> 79.904 2.8 1- Brom	<b>Kr 36</b> 83.798 - - Krypton	
<b>Rb 37</b> 85.4678 0.8 1+ Rubidium	<b>Sr 38</b> 87.62 1.0 2+ Strontium	<b>Y 39</b> 88.90585 1.3 3+ Yttrium	<b>Zr 40</b> 91.224 1.4 4+ Zirkonium	<b>Nb 41</b> 92.90638 1.6 5+ Niob	<b>Mo 42</b> 95.94 1.8 6+ Molybdän	<b>Tc 43</b> 98.9062 1.9 7+ Technetium	<b>Ru 44</b> 101.07 2.2 4+ Ruthenium	<b>Rh 45</b> 102.90550 2.2 3+ Rhodium	<b>Pd 46</b> 106.42 2.2 2+ Palladium	<b>Ag 47</b> 107.8682 1.9 1+ Silber	<b>Cd 48</b> 112.411 1.7 2+ Cadmium	<b>In 49</b> 114.818 1.7 3+ Indium	<b>Sn 50</b> 118.710 1.8 2+ Zinn	<b>Sb 51</b> 121.760 1.9 3- Antimon	<b>Te 52</b> 126.90447 2.1 4+ Tellur	<b>I 53</b> 126.90447 2.5 1- Jod	<b>Xe 54</b> 131.293 - - Xenon	
<b>Cs 55</b> 132.90545 0.7 1+ Cäsium	<b>Ba 56</b> 137.327 1.0 2+ Barium	<b>La 57</b> 138.90547 1.1 3+ Lanthan	<b>Hf 72</b> 178.49 1.3 4+ Hafnium	<b>Ta 73</b> 180.94788 1.5 5+ Tantal	<b>W 74</b> 183.84 1.7 6+ Wolfram	<b>Re 75</b> 186.207 1.9 7+ Rhenium	<b>Os 76</b> 190.23 2.2 4+ Osmium	<b>Ir 77</b> 192.22 2.2 4+ Iridium	<b>Pt 78</b> 195.084 2.2 4+ Platin	<b>Au 79</b> 196.96657 2.4 3+ Gold	<b>Hg 80</b> 200.59 1.9 2+ Quecksilber	<b>Tl 81</b> 204.3833 1.8 1+ Thallium	<b>Pb 82</b> 207.2 1.8 2+ Blei	<b>Bi 83</b> 208.98040 1.9 3+ Bismut	<b>Po 84</b> 208.9824 2.0 2+ Polonium	<b>At 85</b> 209.9871 2.2 1- Astat	<b>Rn 86</b> 222.0176 - - Radon	
<b>Fr 87</b> 223.0197 0.7 1+ Francium	<b>Ra 88</b> 226.0254 0.9 2+ Radium	<b>Ac 89</b> 227.0278 1.1 3+ Actinium	<b>Rf 104</b> 261.11 - - Rutherfordium	<b>Db 105</b> 262.11 - - Dubnium	<b>Sg 106</b> 263.12 - - Seaborgium	<b>Bh 107</b> 262.12 - - Bohrium	<b>Hs 108</b> 264 - - Hassium	<b>Mt 109</b> 266.1378 - - Meitnerium	<b>Ds 110</b> 269 - - Darmstadtium	<b>Rg 111</b> 272 - - Roentgenium	<b>Uub 112</b> 277 - - Ununbium	<b>Uut 113</b> 289 - - Ununtrium	<b>Uuq 114</b> - - Ununquadium	<b>Uup 115</b> - - Ununpentium	<b>Uuh 116</b> 292 - - Ununhexium	<b>Uus 117</b> - - Ununseptium	<b>Uuo 118</b> - - Ununoctium	

Symbol

Ordnungszahl

Elektronegativität

Relative Atommasse

Name

häufige Oxidationszahlen

Lanthaniden		6	<b>Ce 58</b> 140.116 1.1 3+ Cer	<b>Pr 59</b> 140.90765 1.1 3+ Praseodym	<b>Nd 60</b> 144.242 1.1 3+ Neodym	<b>Pm 61</b> 144.9127 1.1 3+ Promethium	<b>Sm 62</b> 150.36 1.2 3+ Samarium	<b>Eu 63</b> 151.964 1.2 3+ Europium	<b>Gd 64</b> 157.25 1.2 3+ Gadolinium	<b>Tb 65</b> 158.92535 1.2 3+ Terbium	<b>Dy 66</b> 162.500 1.2 3+ Dysprosium	<b>Ho 67</b> 164.93032 1.2 3+ Holmium	<b>Er 68</b> 167.259 1.2 3+ Erbium	<b>Tm 69</b> 168.93421 1.2 3+ Thulium	<b>Yb 70</b> 173.04 1.1 3+ Ytterbium	<b>Lu 71</b> 174.967 1.2 3+ Lutetium
Actiniden		7	<b>Th 90</b> 232.03806 1.3 4+ Thorium	<b>Pa 91</b> 231.03588 1.5 5+ Protactinium	<b>U 92</b> 238.02891 1.4 6+ Uran	<b>Np 93</b> 237.0482 1.3 5+ Neptunium	<b>Pu 94</b> 244.0642 1.3 4+ Plutonium	<b>Am 95</b> 243.0614 1.3 3+ Americium	<b>Cm 96</b> 247.0703 1.3 3+ Curium	<b>Bk 97</b> 247.0703 1.3 3+ Berkelium	<b>Cf 98</b> 251.0796 1.3 3+ Californium	<b>Es 99</b> 252.03 1.3 - Einsteinium	<b>Fm 100</b> 257.0951 1.3 - Fermium	<b>Md 101</b> 258.01 1.3 - Mendelevium	<b>No 102</b> 259.1009 1.3 - Nobelium	<b>Lr 103</b> 260.1053 - - Lawrencium

Reduzierte Form	$\rightleftharpoons$ Oxidierte Form	$+ z e^-$	Standardpotential $E^\circ$ in V
Li	$\rightleftharpoons \text{Li}^+$	$+ e^-$	-3,04
K	$\rightleftharpoons \text{K}^+$	$+ e^-$	-2,92
Ba	$\rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}$	$+2e^-$	-2,90
Ca	$\rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}$	$+2e^-$	-2,87
Na	$\rightleftharpoons \text{Na}^+$	$+ e^-$	-2,71
Mg	$\rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$	$+2e^-$	-2,36
Al	$\rightleftharpoons \text{Al}^{3+}$	$+3e^-$	-1,68
Mn	$\rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}$	$+2e^-$	-1,19
Zn	$\rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$	$+2e^-$	-0,76
Cr	$\rightleftharpoons \text{Cr}^{3+}$	$+3e^-$	-0,74
$\text{S}^{2-}$	$\rightleftharpoons \text{S}$	$+2e^-$	-0,48
Fe	$\rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	$+2e^-$	-0,41
Cd	$\rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}$	$+2e^-$	-0,40
Co	$\rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	$+2e^-$	-0,28
Sn	$\rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	$+2e^-$	-0,14
Pb	$\rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}$	$+2e^-$	-0,13
Fe	$\rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$	$+3e^-$	-0,036
$\text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons 2 \text{H}_3\text{O}^+$	$+2e^-$	0
$\text{Sn}^{2+}$	$\rightleftharpoons \text{Sn}^{4+}$	$+2e^-$	+0,15
$\text{Cu}^+$	$\rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$	$+ e^-$	+0,15
$\text{SO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}_3\text{O}^+$	$+2e^-$	+0,17
Cu	$\rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$	$+2e^-$	+0,34
Cu	$\rightleftharpoons \text{Cu}^+$	$+ e^-$	+0,52
$2 \text{I}^-$	$\rightleftharpoons \text{I}_2$	$+2e^-$	+0,54
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{O}_2 + 2 \text{H}_3\text{O}^+$	$+2e^-$	+0,68
$\text{Fe}^{2+}$	$\rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$	$+ e^-$	+0,77
Ag	$\rightleftharpoons \text{Ag}^+$	$+ e^-$	+0,80
Hg	$\rightleftharpoons \text{Hg}^{2+}$	$+2e^-$	+0,85
$\text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 4 \text{H}_3\text{O}^+$	$+3e^-$	+0,96
$2 \text{Br}^-$	$\rightleftharpoons \text{Br}_2$	$+2e^-$	+1,07
$6 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{O}_2 + 4 \text{H}_3\text{O}^+$	$+4e^-$	+1,23
$2 \text{Cr}^{3+} + 21 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}_3\text{O}^+$	$+6e^-$	+1,33
$2 \text{Cl}^-$	$\rightleftharpoons \text{Cl}_2$	$+2e^-$	+1,36
$\text{Pb}^{2+} + 6 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{PbO}_2 + 4 \text{H}_3\text{O}^+$	$+2e^-$	+1,46
Au	$\rightleftharpoons \text{Au}^{3+}$	$+3e^-$	+1,50
$\text{Mn}^{2+} + 12 \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{MnO}_4^- + 8 \text{H}_3\text{O}^+$	$+5e^-$	+1,51
$3 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	$\rightleftharpoons \text{O}_3 + 2 \text{H}_3\text{O}^+$	$+2e^-$	+2,07
$2 \text{F}^-$	$\rightleftharpoons \text{F}_2$	$+2e^-$	+2,87