

Standardpotentiale bei 298 K. In alphabetischer Reihenfolge

Reduktions-Halbreaktion	E^{\ominus}/V	Reduktions-Halbreaktion	E^{\ominus}/V
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0.80	$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+0.54
$Ag^{2+} + e^- \rightarrow Ag^+$	+1.98	$I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$	+0.53
$AgBr + e^- \rightarrow Ag + Br^-$	+0.0713	$In^+ + e^- \rightarrow In$	-0.14
$AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$	+0.22	$In^{2+} + e^- \rightarrow In^+$	-0.40
$Ag_2CrO_4 + 2e^- \rightarrow 2Ag + CrO_4^{2-}$	+0.45	$In^{3+} + 2e^- \rightarrow In^+$	-0.44
$AgF + e^- \rightarrow Ag + F^-$	+0.78	$In^{3+} + 3e^- \rightarrow In$	-0.34
$AgI + e^- \rightarrow Ag + I^-$	-0.15	$In^{3+} + e^- \rightarrow In^{2+}$	-0.49
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1.66	$K^+ + e^- \rightarrow K$	-2.93
$Au^+ + e^- \rightarrow Au$	+1.69	$La^{3+} + 3e^- \rightarrow La$	-2.52
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+1.40	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3.05
$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	-2.91	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-2.36
$Be^{2+} + 2e^- \rightarrow Be$	-1.85	$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$	-1.18
$Bi^{3+} + 3e^- \rightarrow Bi$	+0.20	$Mn^{3+} + e^- \rightarrow Mn^{2+}$	+1.51
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+1.09	$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+1.23
$BrO^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Br^- + 2OH^-$	+0.76	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-2.87	$MnO_4^{2-} + e^- \rightarrow MnO_4^-$	+0.56
$Cd(OH)_2 + 2e^- \rightarrow Cd + 2OH^-$	-0.81	$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	+0.60
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	-0.40	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-2.71
$Ce^{3+} + 3e^- \rightarrow Ce$	-2.48	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0.23
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	+1.61	$NiOOH + H_2O + e^- \rightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$	+0.49
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1.36	$NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$	+0.80
$ClO^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Cl^- + 2OH^-$	+0.89	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	+0.96
$ClO_2^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow ClO_3^- + H_2O$	+1.23	$NO_3^- + H_2O + 2e^- \rightarrow NO_2^- + 2OH^-$	+0.10
$ClO_4^- + H_2O + 2e^- \rightarrow ClO_3^- + 2OH^-$	+0.36	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0.40
$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$	-0.28	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.23
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	+1.81	$O_2 + e^- \rightarrow O_2^-$	-0.56
$Cr^{2+} + 2e^- \rightarrow Cr$	-0.91	$O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow HO_2^- + OH^-$	-0.08
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.33	$O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow O_2 + H_2O$	+2.07
$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	-0.74	$O_3 + H_2O + 2e^- \rightarrow O_2 + 2OH^-$	+1.24
$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0.41	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0.13
$Cs^+ + e^- \rightarrow Cs$	-2.92	$Pb^{4+} + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}$	+1.67
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	+0.52	$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	-0.36
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0.34	$Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$	+1.20
$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	+0.16	$Pu^{4+} + e^- \rightarrow Pu^{3+}$	+0.97
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2.87	$Ra^{2+} + 2e^- \rightarrow Ra$	-2.92
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	-0.44	$Rb^+ + e^- \rightarrow Rb$	-2.93
$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-0.04	$S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$	-0.48
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+0.77	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$	+2.05
$[Fe(CN)_6]^{3-} + e^- \rightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$	+0.36	$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	-0.14
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0, per Definition	$Sn^{4+} + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}$	+0.15
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83	$Sr^{2+} + 2e^- \rightarrow Sr$	-2.89
$2HBrO + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Br_2 + 2H_2O$	+1.60	$Ti^{2+} + 2e^- \rightarrow Ti$	-1.63
$2HClO + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Cl_2 + 2H_2O$	+1.63	$Ti^{3+} + e^- \rightarrow Ti^{2+}$	-0.37
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.78	$Ti^{4+} + e^- \rightarrow Ti^{3+}$	0.00
$H_4XeO_6 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow XeO_3 + 3H_2O$	+3.0	$Tl^+ + e^- \rightarrow Tl$	-0.34
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$	+0.79	$U^{3+} + 3e^- \rightarrow U$	-1.79
$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$	+0.27	$U^{4+} + e^- \rightarrow U^{3+}$	-0.61
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$	+0.86	$V^{2+} + 2e^- \rightarrow V$	-1.19
$2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$	+0.92	$V^{3+} + e^- \rightarrow V^{2+}$	-0.26
$Hg_2SO_4 + 2e^- \rightarrow 2Hg + SO_4^{2-}$	+0.62	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0.76

Quelle: P.W. Atkins, „Physikalische Chemie“, dritte, korrigierte Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2001

- $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- $F = 96\,500 \text{ As mol}^{-1}$
- $M(Cl) = 35,45 \text{ g mol}^{-1}$
- $M(H) = 1,01 \text{ g mol}^{-1}$
- $M(O) = 16,00 \text{ g mol}^{-1}$
- $M(He) = 4,00 \text{ g mol}^{-1}$
- $M(C) = 12,01 \text{ g mol}^{-1}$
- $M(Na) = 22,99 \text{ g mol}^{-1}$

1 Wassergas-Shift-Reaktion

Die Wassergas-Shift-Reaktion ist ein Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff.



Folgende molare Bildungsenthalpien sind bekannt:

Stoff	$\Delta_{\text{B}}H_{298}^{\ominus} / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\Delta_{\text{B}}S_{298}^{\ominus} / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
CO (g)	-110.52	197.91
H ₂ O (g)	-241.83	188.72
CO ₂ (g)	-393.51	213.64
H ₂ (g)	0	130.6

- Berechnen Sie $\Delta_{\text{R}}H_{298}^{\ominus}$ und $\Delta_{\text{R}}S_{298}^{\ominus}$ aus den gegebenen Werten.
- Berechnen Sie die Standardgleichgewichtskonstanten K^{\ominus} bei 298 K und bei 971 K.
- Erzielt man bei hohen oder bei niedrigen Temperaturen eine hohe Ausbeute an H₂? Begründen Sie ihre Antwort.

Vermutete Punkte: 12

2 Ideales Gas

Eine mit 50 Liter Helium gefüllte Stahlflasche zeigt bei 20 °C einen Druck von 200 bar an. Durch Sonneneinstrahlung erwärmt sich die Flasche auf 50 °C. Auf welchen Wert steigt der Gasdruck durch diese Erwärmung?

Nehmen Sie an, dass sich Helium wie ein ideales Gas verhält.

Vermutete Punkte: 6

3 Entropieänderung

Berechnen Sie die Entropieänderung in der 50 Liter Heliumflasche bei Erwärmung von 20 °C auf 50 °C. Achtung: Auch der Druck ändert sich bei diesem Vorgang. Wenn Sie in Aufgabe 3 zu keiner Lösung für den Druck bei 50 °C gekommen sind, nehmen Sie einen Wert von 250 bar an. Die molare Wärmekapazität von Helium beträgt $C_{p,m} = 20,7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. Nehmen Sie an, die Stahlflasche trägt nichts zur Wärmekapazität des Gesamtsystems (Flasche mit dem Helium) bei.

Vermutete Punkte: 10

4 Stoßzahl

Berechnen Sie für die mit Helium gefüllte Stahlflasche aus Aufgabe 2

- die mittlere Geschwindigkeit der Helium-Atome in drei Raumrichtungen bei 20 °C und bei 50 °C.
- die Zahl der Stöße pro Sekunde, die ein Atom erfährt, bei einer gegebenen mittleren freien Weglänge bei 20 °C von $\lambda = 7 \cdot 10^{-8}$ m und bei einer gegebenen mittleren freien Weglänge bei 50 °C von $\lambda = 5,6 \cdot 10^{-8}$ m.
- Warum ist die freie Weglänge bei dieser Aufgabe abhängig von der Temperatur?

Vermutete Punkte: 10

5 Wärmeenergie

Sie erwärmen 1 l Wasser von 10 °C auf 120 °C. Dabei wird keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht und die Erwärmung findet bei konstantem Druck statt (adiabatische und isobare Bedingungen). Die spezifische Wärmekapazität von flüssigem Wasser ist $c_{p,fl} = 4200 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, die spezifische Wärmekapazität von Wasserdampf ist $c_{p,g} = 1900 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ und die molare Verdampfungsenthalpie von Wasser beträgt $\Delta H_{V,m} = 41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Berechnen Sie die benötigte Wärmemenge zur Erwärmung des Wassers.

Nehmen sie an, dass die Wärmekapazität jeweils unabhängig von der Temperatur ist.

Vermutete Punkte: 8

6 Kinetik

Die Umlagerung von *cis*- in *trans*-1,2-Dichlorethen verläuft im gasförmigen Zustand und bei Anwesenheit von Sauerstoff nach einem Zeitgesetz erster Ordnung. Bei einer bestimmten Temperatur beobachtet man, dass sich, ausgehend von reiner *cis*-Verbindung, nach 6 Stunden 64 % *trans*-Verbindungen gebildet haben. Es findet keine Rückreaktion statt.

- Leiten Sie das integrierte Geschwindigkeits-Zeitgesetz für die Reaktion her.
- Wie groß ist die Halbwertszeit der Reaktion?

Vermutete Punkte: 10

7 Zink-Luft-Batterie

Die Zink-Luft-Batterie wurde vor allem aufgrund des Rohstoffmangels nach dem Zweiten Weltkrieg entwickelt. Sie findet auch heute noch, in ihrer Bauform als Knopfzelle, Anwendung bei der Stromversorgung von Hörgeräten.

In der Zink-Luft-Batterie wird Zink, Zn (s) , in einem alkalischen Elektrolyten zu Zinkhydroxid $\text{Zn(OH)}_2 \text{ (aq)}$, oxidiert. Sauerstoff, $\text{O}_2 \text{ (g)}$, wird dabei mit Wasser, $\text{H}_2\text{O (l)}$, zu Hydroxid, $\text{OH}^- \text{ (aq)}$, reduziert.

- a) Bestimmen Sie die Oxidationsstufen aller Atome in den folgenden Verbindungen:
- Zn
 - Zn(OH)_2
 - O_2
 - H_2O
 - OH^-
- b) Beschreiben Sie die chemischen Reaktionen an Anode und Kathode dieser Batterie (Halbzellenreaktionen). Welche Atome werden reduziert, welche oxidiert. Tipp: Schauen Sie sich dazu die Tabelle mit den Standardreduktionspotentialen an.
- c) Welche Reaktion findet an der Anode, welche an der Kathode statt? Welches ist der Pluspol und welches ist der Minuspol?
- d) Stellen Sie die Gesamtreaktion auf. Wie viele Elektronen werden übertragen?
- e) Berechnen Sie die Standard-EMK der Gesamtzelle aus den Tabellenwerten.
- f) Stellen Sie die Nernst-Gleichung für die Gesamtreaktion auf und vereinfachen Sie soweit wie möglich. Nur aufstellen, nicht ausrechnen! Nehmen Sie ideale Bedingungen an.

Vermutete Punkte: 14

8 Spektroskopie

- a) Erklären Sie mittels einer Skizze, ein paar erklärenden Sätzen und der Formel das Lambert-Beersche Gesetz.
- b) Eine Lösung sieht gelb aus. Welchen Bereich (in Worten) vom Elektromagnetischen Spektrum wird von der Lösung absorbiert?
- c) Die gelbe Lösung hat eine Konzentration von $c = 10^{-5} \text{ M}$. Ihre Küvette hat eine Dicke von $d = 0,5 \text{ cm}$ und die Messung mit ihrem Spektrometer ergibt eine Absorbanz von $A = 0,325$. Wie groß ist der Extinktionskoeffizient der gelben Substanz?

Vermutete Punkte: 8

9 Gefrierpunktserniedrigung

07.02.2015

Der Wetterbericht sagt voraus, dass es diese Nacht schneien und Frost bis -5°C geben wird. Sie wissen, dass sie am nächsten Morgen früh raus müssen und keine Zeit haben werden den Bürgersteig vor ihrem Haus zu räumen. Sie beschließen sich dazu Salz (NaCl) zu streuen. Gehen Sie davon aus, dass ihr Bürgersteig eine Fläche von 8 m^2 hat und es 3 mm Niederschlag geben wird. Die kryoskopische Konstante von Wasser ist $E_n = 1,86\text{ K kg/mol}$. Wie viel Kochsalz (Angabe in Gramm) müssen Sie auf ihrem Bürgersteig streuen, damit der gesamte Niederschlag erst ab -5°C gefriert? Achten Sie darauf, dass NaCl zu zwei Teilchen dissoziiert. Die Dichte von Wasser beträgt $\rho = 1\text{ kg/l}$.

Vermutete Punkte: 6

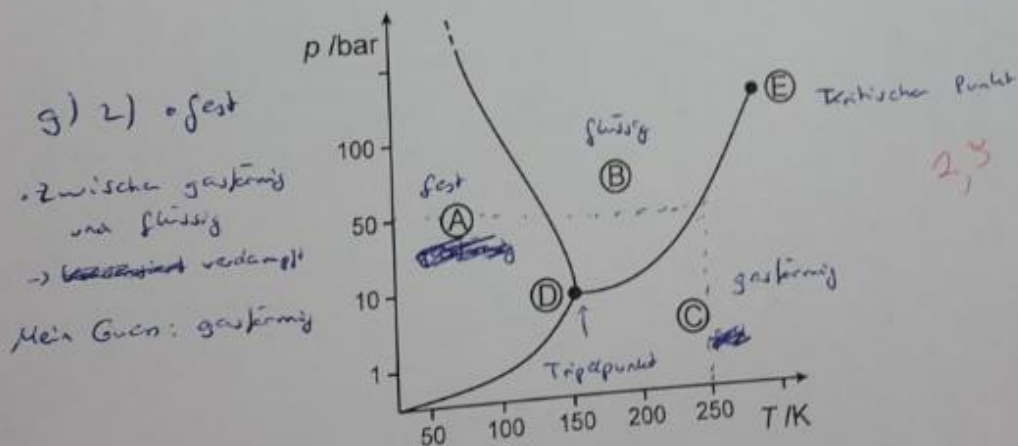
10 Verständnisfragen

07.02.2015

Kurze Fragen – kurze Antworten (eine Gleichung mit bzw. oder ein bis drei Sätzen)

- Wie viele Freiheitsgrade hat Ameisensäure $\text{CH}_3\text{-COOH}$? Wie viele davon sind Schwingungsfreiheitsgrade?
- Erklären Sie den Unterschied zwischen einem abgeschlossenem und einem geschlossenem System. Nennen Sie je ein Beispiel.
- Wie lautet der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik?
- Steigt oder sinkt die Entropie bei der Photosynthese?

$$6\text{ CO}_2(\text{g}) + 6\text{ H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{ O}_2(\text{g})$$
- Was ist die treibende Kraft bei der Diffusion?
- Mittels einer pH-Elektroden wird bei 15°C in einer Lösung ein pH-Wert von 8,0 gemessen. Wird der pH-Wert größer oder kleiner, wenn Sie dieselbe Lösung bei 30°C vermessen?
- Beschriften Sie die Punkte A-E im nachfolgenden Phasendiagramm.
 - In was für einer Phase befindet sich ihr System bei folgenden Temperatur- und Druckverhältnissen:
 - Bei einer Temperatur von 100 K und einem Druck von 10 bar. *fest*
 - Bei einer Temperatur von 250 K und einem Druck von 50 bar. *gasförmig*



Vermutete Punkte: 16