

Blau hervorgehobene Aufgaben bzw. Teilaufgaben sollten auf der Basis aus dem Schulunterricht bekannter Kenntnisse lösbar sein

Tab. 3.1 Standard- Bildungsenthalpien $\Delta H_{0,f}$

Verbindung	$\Delta H_{0,f}$ [kJ/mol]
$O_2(g)$	0
$NH_3(g)$	-46
$NO(g)$	+90
$NO_2(g)$	+33
$S(s)$	0
$H_2S(g)$	-21
$SO_2(g)$	-297
$SO_3(g)$	-396
$H_2O(l)$	-286
Al_2O_3	-1675,7
$Fe_2O_3(s)$	-824
Fe_3O_4	-1120,9

Halbreaktion	E^0 /V
$e^- + Li^+ \rightleftharpoons Li$	-3,045
$e^- + K^+ \rightleftharpoons K$	-2,925
$2e^- + Ba^{2+} \rightleftharpoons Ba$	-2,906
$2e^- + Ca^{2+} \rightleftharpoons Ca$	-2,866
$e^- + Na^+ \rightleftharpoons Na$	-2,714
$2e^- + Mg^{2+} \rightleftharpoons Mg$	-2,363
$3e^- + Al^{3+} \rightleftharpoons Al$	-1,662
$2e^- + 2H_2O \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0,82806
$2e^- + Zn^{2+} \rightleftharpoons Zn$	-0,7628
$3e^- + Cr^{3+} \rightleftharpoons Cr$	-0,744
$2e^- + Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe$	-0,4402
$2e^- + Cd^{2+} \rightleftharpoons Cd$	-0,4029
$2e^- + Ni^{2+} \rightleftharpoons Ni$	-0,250
$2e^- + Sn^{2+} \rightleftharpoons Sn$	-0,136
$2e^- + Pb^{2+} \rightleftharpoons Pb$	-0,126
$2e^- + 2H^+ \rightleftharpoons H_2$	0
$2e^- + Cu^{2+} \rightleftharpoons Cu$	+0,337
$e^- + Cu^+ \rightleftharpoons Cu$	+0,521
$2e^- + I_2 \rightleftharpoons 2I^-$	+0,5355
$e^- + Fe^{3+} \rightleftharpoons Fe^{2+}$	+0,771
$e^- + Ag^+ \rightleftharpoons Ag$	+0,7991
$2e^- + Br_2 \rightleftharpoons 2Br^-$	+1,0652
$4e^- + 4H^+ + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$	+1,229
$6e^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,33
$2e^- + Cl_2 \rightleftharpoons 2Cl^-$	+1,3595
$5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,51
$2e^- + F_2 \rightleftharpoons 2F^-$	+2,87

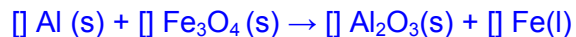
Grundlagen der Chemie für Studierende des Maschinenbaus, Prof. Deutschmann

Übungsaufgaben zu Abschnitt 3 (Anorganische Chemie)

Aufgabe 3.1

- a) Geben Sie die Lewis- Formeln der stabilen Modifikationen der Elemente S und P an!
- b) Geben Sie die Lewis- Formeln von NO₂ sowie des Nitrat- und des Phosphat- Ions an!
Welche Oxidationszahlen haben N, P und O in diesen Teilchen?
- c) Formulieren Sie die Gleichungen der Reaktionen der Verbindungen CF₄, SiF₄ und BF₃ mit H₂O(l)! Erklären Sie den Unterschied der Reaktivität!
- d) Das Thermitverfahren wird verwendet um Eisenbahnschienen zu verschweißen.

d1: Stellen Sie die Reaktionsgleichung:



durch Einsetzen der stöchiometrischen Koeffizienten richtig!

d2: Geben Sie die Oxidationszahl von Al auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung an!
Hinweis: Im Fe₃O₄ sind 1 Fe^{+II} Atom und 2 Fe^{+III} Atome enthalten.

d3: Berechnen Sie die Reaktionsenthalpie mit Hilfe der in Tab. 3.1 gegebenen Standardbildungsenthalpien!

Hinweis: Die Reaktion ist so stark exotherm, dass dabei flüssiges Eisen entsteht; die Schmelzenthalpie des Eisens kann vernachlässigt werden!

- e) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Elektrolyse von Wasser, wenn 0.5-molare Schwefelsäure als Elektrolyt verwendet wird!
Berechnen Sie unter Verwendung der oben angegebenen Werte ΔE^0 der Zelle und ΔG^0 der Reaktion!

Aufgabe 3.2

- a) In der Bundesrepublik stammt ein großer Teil des für die Synthese von Schwefelsäure verbrauchten Schwefels aus der Aufarbeitung von Erdöl und wird primär als H₂S erhalten.
- a1: Geben Sie die Reaktionsgleichungen für die Totaloxidation von H₂S zu SO₂ und für die Reduktion des SO₂ mit Hilfe von weiterem H₂S zu S an!
Berechnen Sie die Standard- Reaktionsenthalpie für die Umsetzung des H₂S zu S!
- a2: Berechnen Sie die Standard- Reaktionsenthalpie für die Umsetzung von S zu SO₂!
- a3: Berechnen Sie die Standard- Reaktionsenthalpie für die Umsetzung von SO₂ zu SO₃!
Verwenden Sie für die geforderten Berechnungen Werte aus Tab. 3.1.
- b) Ammoniak wird aus den Edukten Erdgas (CH₄) und Luft hergestellt.
- b1: Wie trennt man den benötigten Stickstoff aus der Luft ab?
- b2: Geben Sie die Reaktionsgleichungen an für
die partielle Oxidation des Methan zu CO und
die Umsetzung von CO mit H₂O!
- b3: Geben Sie die Reaktionsgleichung an für die Synthese von Ammoniak!
- c) Formulieren Sie das Massenwirkungsgesetz für die Bildung von Ammoniak aus den Elementen!
Welche Maßnahmen können Sie ergreifen, um den Umsatz so weit wie möglich zu erhöhen?
Welche dieser Maßnahmen werden bei der Haber-Bosch-Synthese realisiert und welche Maßnahmen werden ergriffen, um die Reaktion zu beschleunigen und die Rohstoffe möglichst vollständig zu nutzen?

Grundlagen der Chemie für Studierende des Maschinenbaus, Prof. Deutschmann

Übungsaufgaben zu Abschnitt 3 (Anorganische Chemie)

- d) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die Herstellung von Wasserstoff durch
- f1 Partielle Oxidation von Methan
 - f2 Partielle Oxidation von Kohlenwasserstoffen
 - f3 Umsetzung von CO mit H_2O !
- e) Salpetersäure (HNO_3) wird durch Einleiten von Stickstoff(IV)oxid (NO_2) in Wasser hergestellt. Das NO_2 wird nach dem Ostwald-Verfahren aus NH_3 und O_2 bei einer Kontaktzeit von 0.001 s hergestellt.
- d1: Geben Sie die Reaktionsgleichung für die Oxidation von NH_3 zu NO_2 an!
 - d2: Begründen Sie die Wahl der Kontaktzeit!
 - d3: Stellen Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion des NO_2 mit Wasser unter Bildung von HNO_3 auf!
- f) In einer industriellen Anlage sollen pro Tag 10 Tonnen konzentrierte Salpetersäure mit einem Massenanteil von 69% hergestellt werden. Berechnen Sie unter Verwendung von Werten aus Tab. 3.1 die für die Herstellung des benötigten NO_2 pro Stunde verbrauchte oder gebildete Wärme [kJ/h]!

Aufgabe 3.3

- a) Welches sind die wichtigsten Eigenschaften von Al, Cu, Fe, Cr, Ti, Ni und Co? Für welche technischen Anwendungen werden sie ausgenutzt?
- b) Al wird durch Schmelzflusselektrolyse von Al_2O_3 unter Zusatz eines Hilfsstoffes hergestellt.
- b1: Welcher Hilfsstoff wird benötigt?
- b2: Formulieren Sie die Reaktionsgleichung!
- b3: Welche Stromstärke wird benötigt, um eine Produktionsleistung von 1000 kg/Tag zu erzielen?
- b4: Welche elektrische Leistung muss dem Reaktor zugeführt werden, wenn die Spannung 5V beträgt?
- c) Durch welche Reaktion wird Cu aus den Rohstoffen CuO bzw. Cu_2S hergestellt und wie wird das so gewonnene Cu zu Reinstkupfer verarbeitet?
- d) Fe wird hauptsächlich aus Magnetit (Fe_3O_4) und aus Fe_2O_3 gewonnen. Geben Sie die Reaktionsgleichungen für die Herstellung von Fe aus diesen Rohstoffen an!
- e) Im Zuge der Verbrennung von Koks (C) zu CO tritt das sogenannte Boudouard- Gleichgewicht auf.
Formulieren Sie die Reaktionsgleichung!
- f) Welche Folgen hat das Lösen von C im Fe für die Eigenschaften von Roheisen?
- g) Durch welchen Verfahrensschritt bei der Stahlherstellung wird der Kohlenstoffgehalt auf einen gewünschten Wert gebracht? Geben Sie die Reaktionsgleichung an!