

Aufgaben für 4. Übung zur Vorlesung 'Physikalische und Biophysikalische Chemie'

1. Können die folgenden Reaktionen spontan ablaufen?
Malat²⁻ → Fumarat²⁻ + H₂O
Oxalacetat²⁻ → Pyruvat⁻ + HCO₃⁻
Hinweise: Freie Standardbildungsenthalpien: Malat -845,6 kJ mol⁻¹,
Fumarat -604,6 kJ·mol⁻¹, Wasser -237,3 kJ·mol⁻¹, Oxalacetat -797,7 kJ·mol⁻¹,
Pyruvat -475,0 kJ·mol⁻¹, Hydrogencarbonat -587,4 kJ·mol⁻¹.
2. Die Überführung von Methan aus einem nicht-polaren Lösungsmittel in die Gasphase ist mit folgenden Änderungen der Freien Enthalpie und Enthalpie bei 25 °C verbunden: $\Delta G = -14,6$ kJ/mol, $\Delta H = 2,1$ kJ/mol. Die Überführung des Methans aus der Gasphase in Wasser liefert die Werte: $\Delta G = 26,4$ kJ/mol, $\Delta H = -13,4$ kJ/mol. Berechnen Sie die Änderung der Freien Enthalpie, Enthalpie, und Entropie für die Überführung des Methans aus einem nicht-polaren Lösungsmittel in Wasser und kommentieren Sie die Resultate.
3. Die Standardbildungsenthalpie der Elemente wurde als Referenzzustand mit dem Wert Null gesetzt: $\Delta_f H(\text{Element}) \equiv 0$. Wie groß ist die Freie Standardbildungsenthalpie von Elementen? Warum?
4. Ein Mensch mit einem Gewicht von 80 kg steigt eine Treppe 10 m hoch. Wie viel Gramm Glucose muss dafür mindestens in den Muskeln in Arbeit umgesetzt werden?
Hinweise: $\Delta_c H^\ominus(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = -2808$ kJ·mol⁻¹, $\Delta_c S^\ominus(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 182,4$ J·K⁻¹·mol⁻¹,
 $C_p(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 219$ J·K⁻¹·mol⁻¹, $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,16$ g/mol. Beachten Sie bitte, dass die Reaktion bei Körpertemperatur abläuft!
5. Viele Reaktionen für die Bildung von Makromolekülen (Polymeren) besitzen einen exothermen Verlauf. Jedoch führt die Kettenbildung zur einer Verringerung der Entropie der reagierenden Moleküle, da ihre Freiheitsgrade eingeschränkt werden. Was können wir aus diesen Überlegungen für die Temperaturabhängigkeit des Ablaufs dieser Reaktionen lernen? Berechnen Sie mögliche Grenztemperaturen für die angegebenen Beispiele, bei denen sich die Spontanität des Reaktionsablaufs ändert.
Hinweise: $\Delta_p H^\ominus(\text{Ethen}) = -88,8$ kJ·mol⁻¹, $\Delta_p H^\ominus(\text{Styren}) = -70,0$ kJ·mol⁻¹,
 $\Delta_p H^\ominus(\text{Tetrafluorethen}) = -155$ kJ·mol⁻¹, $\Delta_p S(\text{alle Reaktionen}) = -105$ J·K⁻¹·mol⁻¹.
6. Berechnen Sie die maximal verrichtbare Arbeit einer Glucoseverbrennung bei 110 °C!
Hinweise: $\Delta_v H^\ominus(\text{H}_2\text{O}) = 40,7$ kJ·mol⁻¹; $\Delta_v S^\ominus(\text{H}_2\text{O}) = 109,1$ J·K⁻¹·mol⁻¹ (Verdampfung H₂O); Andere notwendige Werte zu Berechnung entnehmen Sie Aufgabe 4 und Übung 2.

7. Sie hören im Radio von den Versprechungen einer „Bier-Diät“: Abnehmen durch Biertrinken! Dabei ist die Idee, dass der menschliche Körper mehr Energie verbraucht, um ein gekühltes Bier auf Körpertemperatur zu bringen, als dieses an Brennwert besitzt, man also durch den Genuss eines Bieres Energie (\Rightarrow Masse!) verliert. Überprüfen Sie diese Verheißung auf ihre Plausibilität!
- a) Gehen Sie dabei von einem 4 °C kalten Bier (0,5 l, Alkoholgehalt 5 Vol.-%) mit einem Brennwert von 44 kcal pro 100 ml aus!
- b) Wiederholen Sie die Überprüfung für ein alkoholfreies Bier! Gehen Sie dabei von dem Bier in Aufgabenteil a) aus, wobei der Brennwert des alkoholfreien Bieres dann um die entsprechende Verbrennungsenthalpie des Alkohols verringert sei!
- Hinweise: $\rho(\text{EtOH}) = 0,79 \text{ g/cm}^3$, $M(\text{EtOH}) = 46,1 \text{ g/mol}$, $\Delta_f H^\ominus(\text{EtOH}) = -278 \text{ kJ/mol}$,
 $\Delta_f H^\ominus(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\ominus(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$
- c) Sie forschen nach und erfahren, dass die Idee hinter der Bier-Diät ist, nur noch halbe Mahlzeiten zu sich zu nehmen und dafür jeweils ein Bier dazu zu trinken. Bei einer normalen Ernährung nimmt man mit drei bis vier Mahlzeiten am Tag ca. 2400 kcal zu sich. Hat die Bier-Diät unter diesen Voraussetzungen Sinn?
(Alternativ gibt es natürlich auch noch die ausgewogene Ernährung und regelmäßige sportliche Betätigung.)