

Übungsblatt 2 (zu bearbeiten bis 01.11.2013)**Aufgabe 7: Wärmekapazität c_p**

Die Temperaturabhängigkeit der molaren Wärmekapazität c_p von Stickstoff lässt sich darstellen durch

$$c_p = \left(27.27 + 5.22 \cdot 10^{-3} \frac{T}{K} - 0.0042 \cdot 10^{-6} \frac{T^2}{K^2} \right) \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}.$$

Berechnen Sie, um welchen Betrag die **molare innere Energie** von Stickstoff zunimmt, wenn die Temperatur von 273 K auf 1273 K erhöht wird. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Wert, der sich ergibt unter der Näherung einer konstanten Wärmekapazität für Stickstoff in diesem Temperaturbereich ($c_p = 7/2 R$) und bei Annahme von idealem Verhalten ($c_p - c_v = R$).

Aufgabe 8: Verbrennungsenthalpie

Die Verbrennungsenthalpie von Toluol $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ beträgt -3909.5 kJ/mol bei 25°C . Bei der Verbrennung werden flüssiges Wasser und gasförmiges CO_2 gebildet, deren Standardbildungsenthalpien -285.85 kJ/mol (H_2O) bzw. -393.51 kJ/mol (CO_2) betragen. Gesucht ist die Standardbildungsenthalpie von Toluol.

Aufgabe 9: Standardbildungsenthalpie I

Schätzen Sie mit Hilfe der Tabellenwerte die Standardbildungsenthalpien von Cyclopropan, Cyclobutan, Cyclopentan, und Cyclohexan ab. Vergleichen Sie die Bildungsenthalpie pro CH_2 -Gruppe und treffen Sie eine Aussage über die Stabilität dieser Cycloalkane! Vergleichen Sie mit den experimentellen Werten und beurteilen Sie die Genauigkeit der Abschätzung!

Cycloalkan	$\Delta_f H^\circ$ (exp) in kJ/mol
c-C ₃ H ₆	+39.3
c-C ₄ H ₈	+3.0
c-C ₅ H ₁₀	-76.4
c-C ₆ H ₁₂	-123.1

Atom(gruppe)	I_H in kJ mol ⁻¹	Strukturmerkmal	I_H in kJ mol ⁻¹
—CH ₃	-42,36	3 tert. C benachbart	9,6
—CH ₂ —	-20,62		
—CH—	-4,56	quart. und tert. C benachbart	10,5
—C—	3,35	2 quart. C benachbart	22,6
—OH (primär)	-175,4	C ₃ -Ring ¹⁾	101,37
—OH (sekundär)	-187,9	C ₄ -Ring ¹⁾	77,0
—OH (tertiär)	-205,9	C ₅ -Ring ¹⁾	23,77
—O—	-113,8	C ₆ -Ring ¹⁾	-1,88

¹⁾ nur für cycloaliphatische Ringe anwendbar

Aufgabe 10: Standardbildungsenthalpie II

Berechnen Sie die Standardreaktionsenthalpie der Dehydrierung von Cyclohexan zu Benzol aus den Standardbildungsenthalpien! Verwenden Sie für die Bildungsenthalpie von Cyclohexan den Wert aus der Tabelle in Aufg. 9 und für Benzol den Wert $+82.93 \text{ kJ/mol}$.

Aufgabe 11: Reaktionsenthalpie

Bei 273 K misst man für die Reaktionsenthalpie der Reaktion $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ einen Wert von -91.66 kJ/mol . Welchen Wert nimmt die Reaktionsenthalpie bei 473 K an, wenn im betrachteten Temperaturbereich für die Wärmekapazitäten der beteiligten Stoffe gilt:

$$c_p(\text{N}_2) = \left(27.27 + 5.22 \cdot 10^{-3} \frac{T}{K} - 0.0042 \cdot 10^{-6} \frac{T^2}{K^2} \right) \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

$$c_p(\text{H}_2) = \left(29.04 - 0.836 \cdot 10^{-3} \frac{T}{K} + 2.01 \cdot 10^{-6} \frac{T^2}{K^2} \right) \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

$$c_p(\text{NH}_3) = \left(25.87 + 32.55 \cdot 10^{-3} \frac{T}{K} - 3.04 \cdot 10^{-6} \frac{T^2}{K^2} \right) \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$$