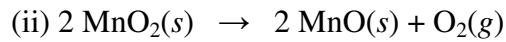
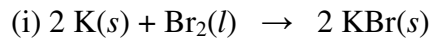


## Übung 9 (Thermodynamik)

1. Sagen Sie für jede der beiden folgenden Reaktionen voraus, ob  $\Delta S_{\text{System}}$  positiv oder negativ ist:



(i) positiv, (ii) positiv



(i) negativ, (ii) positiv

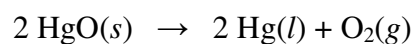
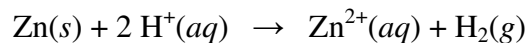
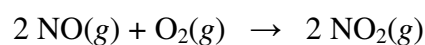
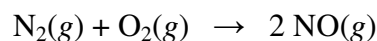
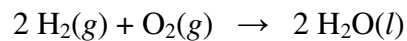


(i) positiv, (ii) negativ



(i) negativ, (ii) negativ

2. Für welche der folgenden Reaktionen erwarten Sie eine Entropieänderung, die am nächsten bei Null liegt?



3. Welche der folgenden Gasproben besitzt die größte Entropie?



1 mol Helium in einem Volumen von 1 l



1 mol Helium in einem Volumen von 1,5 l



1 mol Helium in einem Volumen von 2 l



1 mol Radon in einem Volumen von 1 l



Alle diese Proben besitzen die gleiche Entropie, weil sie alle die gleiche Teilchenzahl aufweisen.

4. Für eine Reaktion seien  $\Delta H = 60 \text{ kJ mol}^{-1}$  und  $\Delta S = -120 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Bei welcher Temperatur befindet sich das System im Gleichgewicht, wenn man annimmt, dass  $\Delta H$  und  $\Delta S$  temperaturunabhängig sind?

- ☐ 0,50 K  
☐ niemals  
☐ 500 K  
☐ Zur Lösung dieser Aufgabe sind zusätzliche Informationen erforderlich.  
☐ 500 °C

5. **Prüfungsaufgabe W2012**

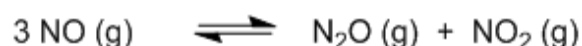
- a) Ein Kolben wird mit 1.500 bar  $\text{N}_2\text{O}_4$  (g) und 1.000 bar  $\text{NO}_2$  (g) bei 25°C gefüllt. Es stellt sich folgendes Gleichgewicht ein:



Nach Einstellen des Gleichgewichtes beträgt der Partialdruck von  $\text{NO}_2$  0.512 bar.

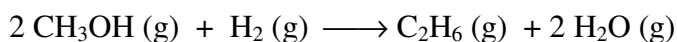
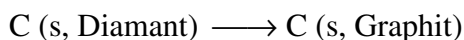
- i) Wie gross ist der Gleichgewichtspartialdruck von  $\text{N}_2\text{O}_4$ ?  
ii) Berechnen Sie den Wert von  $K_p$ .  
iii) Berechnen sie  $\Delta G^\circ$  für diese Reaktion bei 298 K.

- b) Betrachten Sie das folgende Gleichgewicht zwischen Stickoxiden.

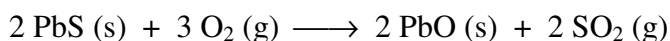


- i) Berechnen Sie aus folgenden Daten die Reaktionsenthalpie  $\Delta_r H^\circ$ .  
 $\text{NO}$ :  $\Delta_f H^\circ = 90.4 \text{ kJ/mol}$  ;  $\text{N}_2\text{O}$ :  $\Delta_f H^\circ = 81.6 \text{ kJ/mol}$  ;  $\text{NO}_2$ :  $\Delta_f H^\circ = 33.8 \text{ kJ/mol}$   
ii) Wie verändert sich die Gleichgewichtskonstante bei Temperaturerhöhung? Begründen Sie ihre Meinung kurz.  
iii) Das Volumen des Reaktionsgefässes wird bei konstanter Temperatur verkleinert. In welcher Richtung verschiebt sich dabei das Gleichgewicht? Begründung?

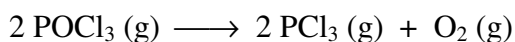
6. Berechnen Sie unter Verwendung der Thermodynamischen Daten aus dem Mortimer (Anhang C)  $\Delta_r H^\circ$ ,  $\Delta_r S^\circ$  und  $\Delta_r G^\circ$  bei 298 K für folgende Reaktionen:



7. Berechnen Sie für folgende Reaktionen  $\Delta_r G^\circ$  bei 298 K aus den gegebenen Werten. Falls die Reaktionen unter Standardbedingungen bei 298 K nicht spontan ablaufen, bei welcher Temperatur (wenn überhaupt) würden die Reaktionen spontan werden?



$$\Delta_r H^\circ = -844 \text{ kJ/mol} ; \Delta_r S^\circ = -165 \text{ J/K}\cdot\text{mol}$$



$$\Delta_r H^\circ = 572 \text{ kJ/mol} ; \Delta_r S^\circ = 179 \text{ J/K}\cdot\text{mol}$$

Nehmen Sie vereinfachend an, dass die Enthalpie und Entropie über den ganzen Temperaturbereich konstant sind.

8. **Prüfungsaufgabe W2013**

Für die Verdampfung von reinem, flüssigen Ammoniak



sind folgende Tabellenwerte (Standardbedingungen, 25°C) gegeben:

Verdampfungsenthalpie von  $\text{NH}_3 \text{ (l)}$  :  $\Delta H^\circ = + 23.3 \text{ kJ mol}^{-1}$

Verdampfungsentropie von  $\text{NH}_3 \text{ (l)}$  :  $\Delta S^\circ = 97.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

i) Berechnen Sie für diese Reaktion  $\Delta G^\circ$  und  $K_p$  bei 25°C. Auf welcher Seite liegt unter diesen Bedingungen das Gleichgewicht?

ii) Berechnen Sie den Dampfdruck des Ammoniaks bei dieser Temperatur.

iii) Berechnen Sie den Siedepunkt des Ammoniaks unter Normaldruck (1 bar).

9. **Prüfungsaufgabe W 2016**

a) Betrachten Sie die Reaktion



Für diese Reaktion ist  $K_p = 0.63$  bei  $700^\circ\text{C}$  und  $K_p = 1.66$  bei  $1000^\circ\text{C}$ .  
 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

i) Welchen Wert hat  $\Delta_r H^\circ$  im betrachteten Temperaturbereich?

ii) Wie gross ist  $K_p$  bei  $800^\circ\text{C}$  ?

b) Für die Reaktion



sind folgende Tabellenwerte bei  $25^\circ\text{C}$  gegeben:

$$\Delta_r H^\circ : + 177 \text{ kJ mol}^{-1} ; \Delta_r S^\circ : 285 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

i) Berechnen Sie  $\Delta_r G^\circ$  (298 K). Verläuft die Reaktion bei 298 K spontan?

ii) Verläuft die Reaktion bei  $500^\circ\text{C}$  spontan? Nehmen Sie an, dass  $\Delta H$  und  $\Delta S$  im betrachteten Temperaturbereich konstant sind.