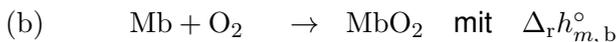


Aufgabe 3 F18 (Teile A und B: ca. 27 + 19 Punkte)

A) Unedle Metalle reagieren heftiger mit Sauerstoff als edle. Deshalb können Metalloxide bei Anwesenheit eines unedleren Metalles reduziert werden. Ein Beispiel für eine solche Redoxreaktionen (Red) unter Beteiligung zweier Metalle M_a und M_b ist die Reaktionsgleichung



Zur Berechnung der Standard-Reaktionsenthalpie der Redoxreaktion (Red) stehen folgende Daten von Oxidationsreaktionen der Metalle M_a und M_b



zur Verfügung.

Geg.: h_m°, s_m° mit $h_m^\circ > 0, s_m^\circ = \frac{h_m^\circ}{T^\circ}$,

$$s_{m,O_2}^\circ = +4 s_m^\circ, \quad s_{m,M_a}^\circ = +2 s_m^\circ, \quad s_{m,M_aO}^\circ = +3 s_m^\circ, \quad s_{m,M_b}^\circ = +6 s_m^\circ, \quad s_{m,M_bO_2}^\circ = +2 s_m^\circ,$$

$$\Delta_r h_{m,a}^\circ = -1 h_m^\circ, \quad \Delta_r h_{m,b}^\circ = -3 h_m^\circ$$

Ges.:

- die stöchiometrischen Koeffizienten in der Redoxgleichung (Red)!
- die molaren Standard-Bildungsenthalpien h_{m,M_aO}° und $h_{m,M_bO_2}^\circ$!
- die molare Standard-Reaktionsenthalpie $\Delta_r h_{m,Red}^\circ$!
- die molaren Standard-Reaktionsentropien $\Delta_r s_{m,a}^\circ$ und $\Delta_r s_{m,b}^\circ$!
- die molare Standard-Reaktionsentropie $\Delta_r s_{m,Red}^\circ$!
- Markieren Sie zutreffende Aussagen der Tabelle mit 1, nichtzutreffende mit 0!

Reaktion	(a)	(b)	(Red)
exotherm			
exotrop			
exergon			

- Welches Metall ist demnach bei Standardtemperatur T° das edlere? Begründung!
- Tragen Sie die molaren Standard-Reaktionsenthalpien und die molaren Standard-Reaktionsentropien der Reaktionen (a), (b) und (Red) sorgfältig in das Diagramm ein!
- Tragen Sie den Verlauf der molaren Reaktionsenthalpie und der molare Reaktionsentropien der Reaktion (Red) sorgfältig als Funktion der Fortschrittsvariablen ξ in das auf der nächsten Aufgabenseite bereitgestellte Diagramm ein ($\xi = 1$ bedeutet dabei jeweils 100% Produkte) !
- Tragen Sie die molare Standard-Reaktionsenthalpie und die molare Standard-Reaktionsentropie der Reaktion (Red) sorgfältig in das Diagramm ein!

Hilfsblatt für die Skizzen zu h)

Enthalpiedaten:

Geg.:

$$\Delta_r h_{m,a}^\circ = -1 h_m^\circ$$

$$\Delta_r h_{m,b}^\circ = -3 h_m^\circ$$

Ergebnis aus c):

$$\Delta_r h_{m,Red}^\circ = \dots$$

Entropiedaten:

$$s_{m,O_2}^\circ = +4 s_m^\circ$$

$$s_{m,Ma}^\circ = +2 s_m^\circ$$

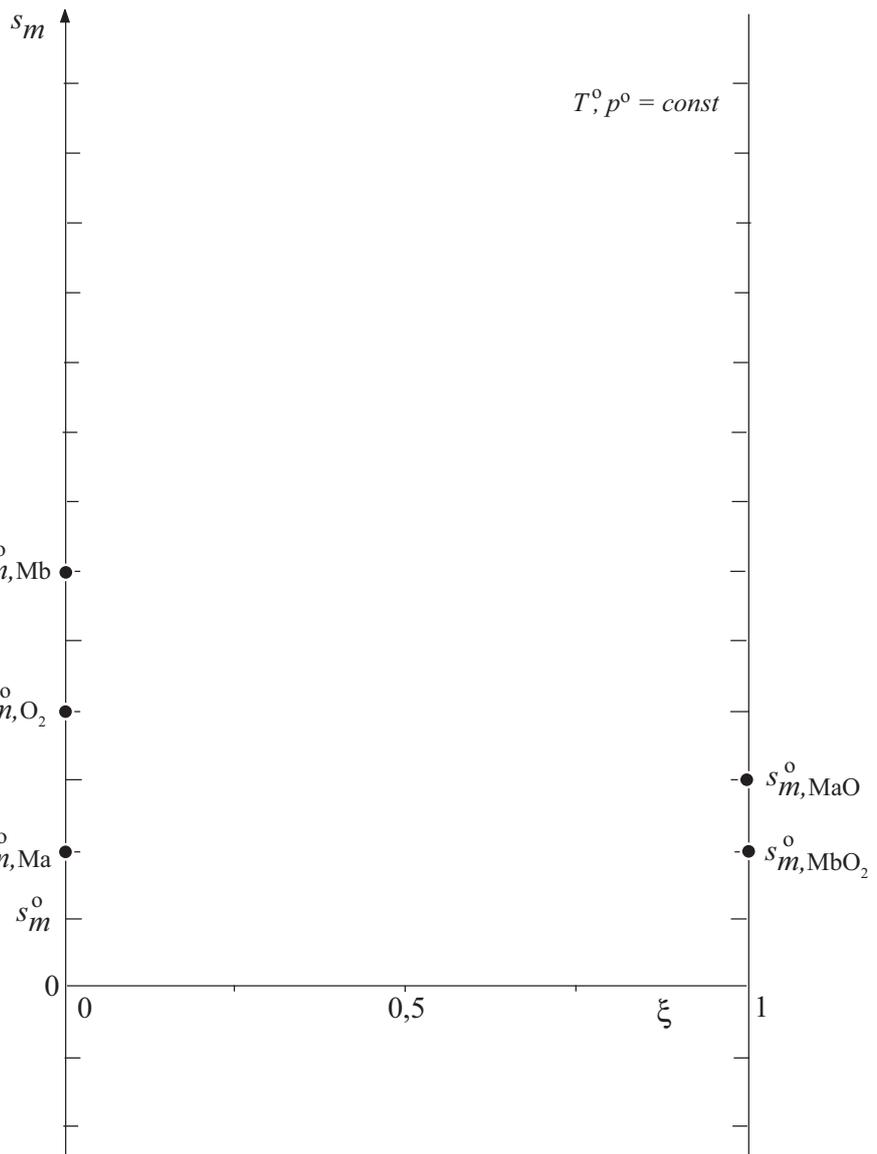
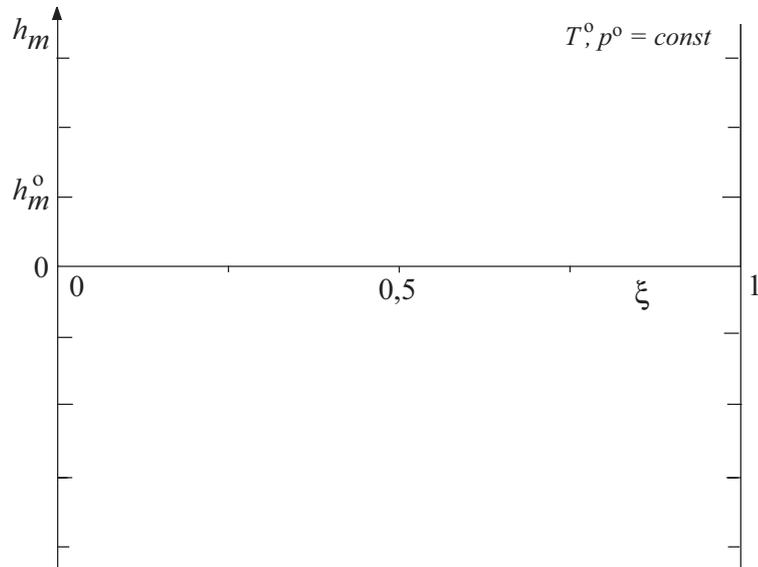
$$s_{m,MaO}^\circ = +3 s_m^\circ$$

$$s_{m,Mb}^\circ = +6 s_m^\circ$$

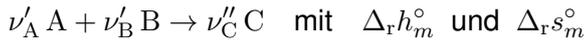
$$s_{m,MbO_2}^\circ = +2 s_m^\circ$$

Ergebnis aus e):

$$\Delta_r s_{m,Red}^\circ = \dots$$



B) Die Gasreaktion



sei exotherm und exotrop.

Geg.: $\Delta_r h_m^\circ, \Delta_r s_m^\circ,$

ν'_I, ν''_I mit $\nu'_I, \nu''_I > 0, I = A, B, C$

Ges.:

- Wie ist die Gleichgewichtskonstante $K_p(T)$ definiert?
- Bestimmen Sie die Temperatur T_{\max} , bei der die Gasreaktion nicht mehr freiwillig, d. h. ohne katalytische Unterstützung, in der angegebenen Richtung hin zum Produkt C abläuft!
- Leiten Sie eine analytische Beziehung für die Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten her!
Warum ist es sinnvoll die Funktion in einem $\ln K_p, 1/T$ -Diagramm darzustellen?
- Skizzieren Sie den Verlauf der Funktion unter qualitativer Berücksichtigung, dass die Gasreaktion exothermen und exotrop ist, sorgfältig im vorgegebenen Diagramm!
Tragen Sie dazu in das Diagramm an den mit Fragezeichen markierten Stellen sinnvolle Zahlenwerte ein, die den Verlauf der Funktion festlegen!
- Das Verhältnis $\frac{K_p(T_2)}{K_p(T_1)}$ der Gleichgewichtskonstanten für zwei Temperaturen T_1 und T_2 !
Ist die Ausbeute an Produkt C bei niedrigerer Temperatur höher oder geringer? Begründung!
- Geben Sie eine Gleichung zur Bestimmung der Gleichgewichtszusammensetzung an, wenn $n_{A,0}$ Mole der Substanz A mit $n_{B,0}$ Mole der Substanz B bei der Temperatur $T_2 < T_1$ und Standarddruck zur Reaktion gebracht werden!
- Wie verschiebt sich das Gleichgewicht, wenn der Druck erhöht wird? Diskutieren Sie dies für verschiedenen Stöchiometrien!
- Für welchen Unterpunkt oder für welche Unterpunkte beruht Ihre Lösung auf der Annahme, dass die Komponenten sich wie ideale Gase verhalten? Begründung!

