
Empfehlung für die Berechnungen: Zahlen, welche für die Berechnung verwendet wurden ebenfalls aufschreiben ... wenn das Endresultat falsch ist können somit eher Punkte vergeben werden (z.B. falscher Entropiewert für eine Substanz ergibt falsches Endresultat, sonst aber alles korrekt ... Folgefehler etc.)!

1. Frage:

Wie sind die folgenden Begriffe definiert? (jeweils 2 Punkte)

- 6
- exotherm, exergonisch, endotherm, endergonisch
 - Welche Werte müssen H° und S° aufweisen, sodass eine Reaktion exergonisch ist, unabhängig von der Temperatur?
 - Welche Werte müssen H° und S° aufweisen, sodass eine Reaktion exergonisch ist, abhängig von der Temperatur?
-

2. Frage: (total 3 P.)

3

Wie gross ist die Standard-Reaktionsentropie ΔS° und die freie Standard-Bildungsenthalpie ΔG_f° für die Bildung von einem Mol HgO (s) aus den Elementen?

Hinweis: $\text{Hg}(l) + 0.5 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{HgO}(s)$, $T=298 \text{ K}$

3. Frage: (3 P.)

3

Für die Verdampfung von Methanol, $\text{CH}_3\text{OH}(l) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(g)$,

ist $\Delta H^\circ = 37.4 \text{ kJ/mol}$ und $\Delta S^\circ = 111 \text{ J/(Mol K)}$ Welches ist der Siedepunkt von Methanol? Hinweis: Das System ist im Gleichgewicht, also $\Delta G^\circ = 0$.

4. Frage: (1 resp. 2 P.)

- 3
- Wie kann erklärt werden, dass die Entropiewerte für Kohlenstoff in der Modifikation Graphit eine höhere Entropie aufweist als Diamant? (6 resp. $2 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)
 - Auf der Rückseite sind die Entropie-Werte einiger Ionen aufgelistet. Wie lässt sich der beobachtete Entropie-Wert im Zusammenhang mit der Ladung und der Grösse des Ions beschreiben?
-

5. Frage: (je 1 P.)

Gegeben sei folgende Reaktion: $a \cdot \text{NO}(g) + b \cdot \text{O}_2(g) \rightarrow c \cdot \text{NO}_2(g)$

- 6
- Bestimme die Koeffizienten a, b und c.
 - Berechne die Enthalpieänderung für diese Reaktion.
 - Berechne die Änderung der freien Enthalpie ΔG bei 27°C für diese Reaktion.
 - Auf welcher Seite liegt das Gleichgewicht bei dieser Temperatur?
 - Innerhalb welcher Grenzen liegt der numerische Wert der Gleichgewichtskonstanten K bei dieser Temperatur?
 - Wie kann das Gleichgewicht gegen rechts verschoben werden (2 Methoden angeben)?
-

6. Frage: (5 Punkte)

5

Weshalb wandelt sich das giftige CO an der Luft bei 20°C nicht sofort in das ungiftige CO_2 um? Belege die Antwort mit Energiedaten. Hinweis: Beachte nur die Reaktion von CO mit O_2 zu CO_2

Musterlösung

$$\Delta G = -RT \ln K$$

1) je 0.5

a) exotherm: E frei; $\Delta_{\text{reth}} < 0$

endotherm: E aufnahme; $\Delta_{\text{reth}} > 0$

exergonisch: Reaktion läuft freiwillig ab; $\Delta G < 0$

endergonisch: .. \neq ; $\Delta G > 0$

ip alles o.k., but $< \text{rsp} >$ verwendet.. ~~1.5~~ - 0.5

b) $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$ nur mit Temp.

exergonisch, d.h. kleiner als Null

$$\rightarrow \Delta H < 0$$

1.0

striket...

$$\Delta S > 0$$

1.0

if exotherm

anstelle exerg.

but sonst o.k. $\rightarrow -1.0$

~~ip bla $\rightarrow 0.25$~~

if $\Delta H < \Delta S \rightarrow 1.0$ (nur halb wahr ...)

c) $\Delta H - T \cdot \Delta S < 0$

$$\rightarrow \frac{\Delta H}{\Delta S} < T \quad \text{oder} \quad \underline{\Delta H < T \cdot \Delta S}$$

ip bla

$\rightarrow 0.25$

: $\Delta H = 0$; $\Delta S \text{ pos}$

$\Delta H \text{ neg}$, $\Delta S \text{ pos}$

2.0

1.0 ✓

ip not volle "Wahrheit"

$\rightarrow 1.0$



$$\Delta S^\circ = S^\circ(\text{HgO}) - S^\circ(\text{Hg}) - \frac{1}{2} S^\circ(\text{O}_2)$$

$$= 70 - 76 - \frac{1}{2} \cdot 205$$

$$A \quad = \underline{-108.5 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}} \quad \underline{1.0}$$

$$\Delta G_f^\circ = \Delta H_f^\circ - T \cdot \Delta S^\circ \quad \downarrow \quad :1000 !$$

$$B \quad = -91 \overset{1.0}{-} - 298 \cdot (-0.1085)$$

$$= \underline{-58.667 \text{ kJ/mol}} \quad \underline{1.0}$$

- if bei A was falsch $\rightarrow \underline{0.5}$
- if danach B korrekt (:1000!) weitergerechnet wurde \rightarrow volle Pkt.-zahl !

• if bei B alles korrekt, but Endergebnis falsch... $\rightarrow 0.75$

• if falsches Vorzeichen : -0.5

$$3) \quad \Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = 0$$

$$37.4 - T \cdot 0.111 = 0$$

$$\rightarrow T = \frac{37.4}{0.111} = \underline{\underline{337 \text{ K}}}$$

$$(\hat{=} 337 - 273 = 64^\circ\text{C})$$

ohne Einheiten

- 1,0

3,0

4)

a) Diamant : bessere Ordnung in Gitter

ip bla, but not nit - it
bessere Ordnung → c. 25 → l.c

b) Entropie umso niedriger (d.h. sein Ordnungsgrad umso höher ist)

je höher seine Ladung + je kleiner sein Radius ist → 2.0

je l.c

Li ⁺	3.4	Fe ²⁺	-27.1
Na ⁺	14.4	Fe ³⁺	-70.1
K ⁺	24.5	Fe ²⁺	> Fe ³⁺

ip Quintessenz falsch ... → c. 5



a) $a = 2, b = 1, c = 2$ 1.0 / 0.0

b)

	H	S
NO	90	0.211
O ₂	0	0.205
NO ₂	33	0.240

$$\rightarrow \Delta S = 2 \cdot 0.240 - 0.205 - 2 \cdot 0.211$$

$$= -0.147 \text{ kJ/K}$$

- if umgekehrt: -0.5

if Faktoren fehlen: -0.5

if ΔS , alles korrekt
 $\rightarrow \frac{0.25}{0.0}$

$$\Delta H = 2 \cdot 33 - 2 \cdot 90$$

$$= -114 \text{ kJ/mol}$$

1.0

if falsch, probiert
0.25

no Einheiten: -0.25

c)

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

$$= -114 - 300 \cdot -0.147$$

if ΔH oder ΔS falsch
 \rightarrow jeweils 0.25

if Folgefehler \rightarrow 0.25

$$= -69.9 \text{ kJ/mol}$$

1.0

if alles Zahlen korrekt, but T-Rechnung \rightarrow -0.25

if Einheiten falsch: -0.25

d) ΔG kleiner als Null \rightarrow GW rechts

1.0 / 0.0

(if $G > 0 \rightarrow$ links: 0.5
 • Ausnahme
 Verteilung
 mit
 $\Delta S = 2T$
 $\rightarrow 0.5$

hast dir!

5e) $K > 1$

1.0 / 0.0

if K berechnet, but
Pasch $\Delta G \dots \rightarrow 0.5$

f) Erhöhung der Edukt konz.

Druckerhöhung

je 0.5

Temp. senkung

Temp. Erhöhung: 0.25

1.0



* auch ohne Resultat: 1.0

6)

• ohne Einheiten

-0.25!

• if Faktoren vergessen, but
sart korrekt: -0.5



$\Delta H = 2 \cdot -393 - 0 - 2 \cdot -111 = -564 \text{ kJ/mol}$ 1P

$\Delta S = 2 \cdot 0.214 - 0.205 - 2 \cdot 0.198 = -0.173 \text{ kJ/Kmol}$ 1P

$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S = -564 - 293 \cdot -0.173$

$= -513.3 \text{ kJ/mol}$ 1P

if falsche $\Delta H, \Delta S$, Sart sart korrekt : 0.50

if $\frac{1}{1000}$ vergessen : 0.5

if C anstelle K : -0.25

Da ΔG negativ, CO_2 -Bildung eigentlich

spontan

but Aktivierungsenergie

if Kat \rightarrow 0.5



if bla, 0.5 (2 * 0.25!)
korrekt

if bla, falsch 0.25