

Aufgaben 1) – 23): Es können gleichzeitig mehrere Antworten richtig sein. Ist keine Aussage zutreffend, ist "Nichts von alledem ist richtig" anzukreuzen. Jedes Kästchen wird separat mit einem Plus- oder einem Minuspunkt gewertet, je nachdem ob es richtig oder falsch markiert worden ist. Sind mehr falsche als richtige Antworten markiert oder ist bei einer Aufgabe gar kein Kästchen angekreuzt, so wird die gesamte Aufgabe mit 0 Punkten gewertet.

- 1) Die Enthalpie H eines Systems
 - ☐ ist immer eine extensive Eigenschaft.
 - ☐ ist immer eine intensive Eigenschaft.
 - ☐ ist immer eine Zustandsfunktion.
 - ☐ ist ausschließlich bei reversiblen Zustandsänderungen eine Zustandsfunktion.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 2) Die Enthalpie H
 - ☐ kann für ideale Gase immer exakt berechnet werden.
 - ☐ kann für ideale Gase niemals exakt berechnet werden.
 - ☐ ist definiert über $H=U+pV$.
 - ☐ ist definiert über $H=U-TS$.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 3) Die Dichte $\rho=m/V$ eines beliebigen Systems
 - ☐ ist immer eine extensive Eigenschaft.
 - ☐ ist immer eine intensive Eigenschaft.
 - ☐ kann für überkritische Fluide prinzipiell nicht definiert werden.
 - ☐ kann auch für überkritische Fluide definiert werden.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 4) Die Dichte $\rho=m/V$ eines heterogenen Systems
 - ☐ hat immer überall im System den gleichen Zahlenwert.
 - ☐ muss nicht überall im System den gleichen Zahlenwert besitzen.
 - ☐ kann prinzipiell nicht definiert werden.
 - ☐ kann auch den Wert „Null“ annehmen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 5) Die isotherme Kompressibilität κ eines Systems
 - ☐ ist bei idealen Gasen gleich dem Kompressibilitätsfaktor Z .
 - ☐ ist immer eine extensive Eigenschaft.
 - ☐ hat immer die Dimension $(\text{Temperatur})^{-1}$.
 - ☐ kann auch negative Zahlenwerte annehmen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 6) Die isotherme Volumenänderung eines Systems verursacht durch Druckänderung wird beschrieben durch
 - ☐ die Wärmekapazität C_V .
 - ☐ die Wärmekapazität C_P .
 - ☐ die isotherme Kompressibilität κ .
 - ☐ den Volumenausdehnungskoeffizienten α .
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 7) Die Drei Hauptsätze der Thermodynamik
 - ☐ sind aus grundlegenden quantenmechanischen Prinzipien (hier: Schrödingergleichung) herleitbar.
 - ☐ sind nicht herleitbare Grundsätze, deren Aussagen sich im Laufe der letzten Jahre häufig geändert haben.
 - ☐ beruhen nur auf unserer Erfahrung.
 - ☐ beinhalten alle drei die gleiche, nur vollständig anders formulierte, Aussage.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig
- 8) Der Joule-Thomson Effekt
 - ☐ beschreibt die bei einer isenthalpischen Expansion eines Gases auftretende Temperaturänderung.
 - ☐ beschreibt die bei einer isobaren Expansion eines Gases auftretende Temperaturänderung.
 - ☐ wird großtechnisch bei der Destillation ausgenutzt.
 - ☐ wird großtechnisch bei der Gasverflüssigung ausgenutzt.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

- 9) Bei einer isochoren Zustandsänderung
- ☐ bleibt das Volumen konstant.
 - ☐ bleibt der Druck konstant.
 - ☐ bleibt die Temperatur konstant.
 - ☐ bleibt die Stoffmenge konstant.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 10) Bei einer reversiblen Zustandsänderung
- ☐ bleibt immer das Volumen konstant.
 - ☐ bleibt immer der Druck konstant.
 - ☐ bleibt immer die Temperatur konstant.
 - ☐ bleibt immer die Stoffmenge konstant.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 11) Der stöchiometrische Koeffizient ν
- ☐ kennzeichnet den Fortschritt einer chemischen Reaktion.
 - ☐ hat die Einheit „mol“.
 - ☐ ist niemals negativ.
 - ☐ ist niemals positiv.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 12) Schaut man sich die Reaktion $A \rightarrow B$ an,
- ☐ so kann es sich hierbei um eine Isomerisierung handeln.
 - ☐ so kann es sich hierbei um eine Sublimation handeln.
 - ☐ so nimmt die Entropie für diesen Prozess immer zu.
 - ☐ so nimmt die Entropie für diesen Prozess immer ab.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 13) Ist für eine chemische Reaktion $2A \rightarrow B$ die Freie Standardreaktionsenthalpie stark negativ,
- ☐ so läuft die Reaktion auf jeden Fall mit sehr großer Geschwindigkeit ab.
 - ☐ so unterscheiden sich die Freien Standardbildungsenthalpien der beiden Substanzen auf jeden Fall erheblich.
 - ☐ so müssen A und B im gleichen Aggregatzustand vorliegen.
 - ☐ so müssen A und B in verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 14) Eine kleine Menge Kochsalz löst sich bei Raumtemperatur bereitwillig in flüssigem Wasser auf,
- ☐ weil die Gitterenergie vom Kochsalz sehr klein ist.
 - ☐ weil sich Kochsalz als ionische Verbindung in jedem Lösungsmittel gut löst.
 - ☐ weil die relative Permittivität des Wassers mit ca. 80 sehr groß ist.
 - ☐ weil Wasser die Eigenschaft hat, jede ionische Substanz sehr gut lösen zu können.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 15) Die Potentialdifferenz $\Delta\phi$ zwischen den Elektroden zweier Halbzellen
- ☐ hat die Dimension „Energie pro Zeit“.
 - ☐ hat die Dimension „Energie pro Ladung“.
 - ☐ hat die Dimension „Kraft pro Zeit“.
 - ☐ hat die Dimension „Kraft pro Ladung“.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 16) Die Freie Reaktionsenthalpie einer elektrochemischen Reaktion
- ☐ ist, wenn man die Oxidation betrachtet, immer negativ.
 - ☐ ist, wenn man die Reduktion betrachtet, immer negativ.
 - ☐ ist immer proportional zur Anzahl der übertragenen Elektronen.
 - ☐ hat immer die Dimension „Energie pro Stoffmenge“.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 17) Die Aktivität eines beliebigen Ions K^+ in wässriger Lösung, $a(K^+,aq)$,
- ☐ hat immer die Dimension „Stoffmenge pro Volumen“.
 - ☐ ist immer dimensionslos.
 - ☐ ist prinzipiell immer einer Messung zugänglich.
 - ☐ ist prinzipiell der Messung nicht zugänglich.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

- 18) Der pH-Wert einer Lösung
- ☐ ist ein Maß für die Konzentration eines beliebigen Elektrolyten.
 - ☐ ist ein Maß für die Wasserstoffionenaktivität in einem wässrigen Elektrolyten.
 - ☐ ist streng genommen immer positiv.
 - ☐ ist streng genommen immer von der Temperatur abhängig.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig
- 19) Eine Brennstoffzelle
- ☐ ist immer eine Apparatur zur Verbrennung von ausschließlich organischen Substanzen.
 - ☐ ist immer eine Apparatur zur Verbrennung von ausschließlich anorganischen Substanzen.
 - ☐ verwandelt gespeicherte chemische Energie in elektrische Energie.
 - ☐ verwandelt zugeführte chemische Energie in elektrische Energie.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 20) Die mittlere Geschwindigkeit von Teilchen in einem Gas
- ☐ ist streng proportional zu der Temperatur.
 - ☐ ist streng umgekehrt proportional zu der Temperatur.
 - ☐ ist unabhängig von der Temperatur.
 - ☐ ist ausschließlich bei idealen Gasen abhängig von der Temperatur.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 21) Die kinetische Gastheorie kann zur Beschreibung von Transportvorgängen benutzt werden. Hierbei beschreibt die Viskosität
- ☐ den Transport von Energie.
 - ☐ den Transport von Masse.
 - ☐ den Transport von Enthalpie.
 - ☐ den Transport von Entropie.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 22) Die kinetische Energie eines idealen Gases
- ☐ ist seiner Stoffmenge proportional.
 - ☐ ist seiner Temperatur proportional.
 - ☐ ist dem Produkt „Druck·Volumen“ proportional.
 - ☐ ist seiner Dichte $\rho = m/V$ proportional.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 23) Die Maxwell-Boltzmann'sche Geschwindigkeitsverteilungsfunktion $f(v) = N(v)/N$
- ☐ ist immer eine streng spiegelsymmetrische Kurve.
 - ☐ weist ein globales Maximum bei der mittleren Geschwindigkeit auf.
 - ☐ nimmt für sehr kleine Temperaturen immer negative Werte an.
 - ☐ nimmt für sehr große Temperaturen immer negative Werte an.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

Aufgaben 24) – 27): Verwenden Sie folgende Natur- und Stoffkonstanten; alle Gase verhalten sich ideal.

Name	Symbol	Zahlenwert	Einheit
Allgemeine Gaskonstante	R	8,3145	$\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
Avogadro-Konstante	N_A	$6,0221\cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Boltzmann-Konstante	k	$1,3807\cdot 10^{-23}$	$\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$
Faraday-Konstante	F	96485	$\text{C}\cdot\text{mol}^{-1}$
Planck'sches Wirkungsquantum	h	$6,6261\cdot 10^{-34}$	$\text{J}\cdot\text{s}$
Vakuumlichtgeschwindigkeit	c_0	299 792 458	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Substanz	$M / (\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$	$S_m^\circ / (\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1})$ bei 25°C	$\Delta_f H^\circ / (\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$ bei 25°C	$C_{p,m} / (\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1})$ bei allen Temperaturen
$\text{H}_2(\text{g})$	2,02	130,7	0	28,78
$\text{NH}_3(\text{g})$	17,03	192,8	-45,9	35,64
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	18,01	69,9	-285,8	75,38
$\text{N}_2(\text{g})$	28,01	191,6	0	29,12
$\text{CCl}_4(\text{l})$	153,82	214,4	-128,1	131,30
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	180,16	209,2	-2805,0	219,19

- 24) Sie haben 280,1 g gasförmigen Stickstoff, welcher bei $T=300\text{ K}$ ein Volumen von 10^5 cm^3 einnimmt.
- Berechnen Sie die Stoffmenge des Gases.
 - Berechnen Sie den Druck des Gases.
 - Sie verdoppeln isobar die Temperatur. Welche Energiemenge müssen Sie zuführen?
 - Sie verdoppeln isochor die Temperatur. Welche Energiemenge müssen Sie zuführen?
 - Sie verdoppeln isobar die Temperatur. Berechnen Sie die Entropieänderung $S(\text{nachher})-S(\text{vorher})$.
 - Sie verdoppeln isotherm das Volumen. Berechnen Sie die Enthalpieänderung $H(\text{nachher})-H(\text{vorher})$.
 - Sie verdoppeln isotherm das Volumen. Berechnen Sie die Änderung der Freien Enthalpie $G(\text{nachher})-G(\text{vorher})$.
 - Sie verdoppeln reversibel adiabatisch das Volumen. Berechnen Sie die Druckänderung $p(\text{nachher})-p(\text{vorher})$.
- 25) Betrachten Sie die folgende Gleichgewichtsreaktion in einem geschlossenen System: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$.
- Berechnen Sie die Standardreaktionsenthalpie der Hinreaktion bei 25°C.
 - Berechnen Sie die Standardreaktionsentropie der Hinreaktion bei 25°C.
 - Berechnen Sie die Freie Standardreaktionsenthalpie der Hinreaktion bei 25°C.
 - Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante bei 25°C.
 - Ermitteln Sie einen plausiblen Wert für die Standardreaktionsenthalpie der Hinreaktion bei 70°C.
 - Ermitteln Sie einen plausiblen Wert für die Gleichgewichtskonstante bei 70°C.
 - Geben Sie explizit einen Ausdruck für den Reaktionsquotienten Q der Reaktion an.
 - Skizzieren Sie für $p, T=\text{const.}$ den Verlauf der Freien Enthalpie G als Funktion der Reaktionslaufzahl ξ .
 - Skizzieren Sie die Abhängigkeit der Masse m der gesamten Reaktionsmischung von der Reaktionslaufzahl ξ .
- 26) Skizzieren Sie (es sind p =Druck, T =Temperatur, R =Abstand):
- Isochoren eines idealen Gases in einem (T, p) -Diagramm
 - den Verlauf des Kompressibilitätsfaktors $Z(p)$ eines idealen Gases für $T=\text{const.}$
 - den Verlauf des chemischen Potentials $\mu(T)$ im Bereich des Phasenübergangs flüssig-gasförmig
 - den Verlauf des Molvolumens $V_m(T)$ im Bereich des Phasenübergangs flüssig-gasförmig
 - den Verlauf der potentiellen Energie $U(R)$ zweier Edelgasatome.
- 27) Behandeln Sie die folgenden Aufgaben, wobei Sie auch auf Abschätzungen und Regeln zurückgreifen dürfen! Deren Benutzung muss begründet werden.
- Ermitteln Sie die molare Verdampfungsentropie am Siedepunkt von CCl_4 .
 - Sie lösen 1g Glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ in einem Liter Wasser. Ermitteln Sie die Stoffmengenkonzentration $c(\text{Glucose})$ sowie die Molalität $b(\text{Glucose})$.
 - Sie mischen unter isothermen und isobaren Bedingungen 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ und 1 mol $\text{N}_2(\text{g})$, wobei die Gase nicht reagieren sollen. Ermitteln Sie die auftretende Mischungsenthalpie und Mischungsentropie.