

Aufgaben 1) – 23): Es können gleichzeitig mehrere Antworten richtig sein. Ist keine Aussage zutreffend, ist "nichts von alledem" 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) Ein geschlossenes System
 - ☐ zeichnet sich immer durch eine konstante Temperatur aus.
 - ☐ zeichnet sich immer durch eine konstante Masse aus.
 - ☐ kann mit der Umgebung Energie austauschen.
 - ☐ kann mit der Umgebung Entropie austauschen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 2) Welche der folgenden Aussagen über Prozessrealisierungen sind richtig?
 - ☐ Bei einem isobaren Prozess bleibt das Volumen konstant.
 - ☐ Bei einem isochoren Prozess bleibt der Druck konstant.
 - ☐ Bei einem adiabatischen Prozess bleibt die Temperatur konstant.
 - ☐ Bei einem isothermen Prozess bleibt der Druck konstant.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 3) Eine mögliche Formulierung für den Ersten Hauptsatz der Thermodynamik lautet:
 - ☐ In einem offenen System bleibt die Energie konstant.
 - ☐ In einem abgeschlossenen System bleibt die Energie konstant.
 - ☐ In einem geschlossenen System kann die Entropie nur zunehmen, niemals abnehmen.
 - ☐ In einem offenen System kann die Energie nur zunehmen, niemals abnehmen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig
- 4) Die Entropie S eines Systems
 - ☐ ist bei reversiblen Zustandsänderungen eine Zustandsfunktion.
 - ☐ wird im dritten Hauptsatz der Thermodynamik definiert.
 - ☐ ist nach Boltzmann mit der Unordnung des Systems verknüpft.
 - ☐ hat die Einheit $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 5) Die Enthalpie H eines Systems
 - ☐ ist definiert über $H=U+pV$.
 - ☐ ist definiert über $H=U-pV$.
 - ☐ ist immer eine Zustandsfunktion.
 - ☐ ist immer eine extensive Zustandsgröße.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 6) Für ein System im thermodynamischen Gleichgewicht gilt:
 - ☐ Alle Teilchen befinden sich in Ruhe.
 - ☐ Die chemischen Potentiale einer Substanz sind in allen Phasen gleich.
 - ☐ Ein System im thermodynamischen Gleichgewicht ist grundsätzlich einphasig.
 - ☐ Die Freie Enthalpie hat ihren Minimalwert erreicht, wenn es sich um ein geschlossenes System handelt.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig
- 7) Die Zustandsgleichung nach van der Waals
 - ☐ beschreibt näherungsweise das pVT -Verhalten von Gasen.
 - ☐ beschreibt exakt das pVT -Verhalten von Gasen.
 - ☐ beinhaltet zwei stoffspezifische Konstanten.
 - ☐ kann erklären, warum sich bei hohen Drücken ein reales Gas wie ein ideales Gas verhält.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 8) Sie komprimieren die Luft in einer Luftpumpe sehr schnell und halten dabei das Ventil geschlossen. Dabei erhitzen sich Luft und Kolben der Luftpumpe, weil
 - ☐ sie eine adiabatische Zustandsänderung herbeigeführt haben.
 - ☐ sie eine isotherme Zustandsänderung herbeigeführt haben.
 - ☐ sie eine isobare Zustandsänderung herbeigeführt haben.
 - ☐ sie eine isochore Zustandsänderung herbeigeführt haben.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

- 9) Der Hess'sche Satz
- ☐ ist eine Konsequenz des Ersten Hauptsatzes der Thermodynamik.
 - ☐ ist eine Konsequenz des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik.
 - ☐ ist eine Konsequenz des Dritten Hauptsatzes der Thermodynamik.
 - ☐ kann prinzipiell nicht aus den Hauptsätzen der Thermodynamik abgeleitet werden.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 10) Was besagt die „Trouton'sche Regel“?
- ☐ Die Standardverdampfungsenthalpie hat für viele Substanzen in etwa den gleichen Zahlenwert.
 - ☐ Die Standardverdampfungsentropie hat für viele Substanzen in etwa den gleichen Zahlenwert.
 - ☐ Je höher die Molmasse einer Substanz, desto größer ist die Standardverdampfungsenthalpie.
 - ☐ Je niedriger die Molmasse einer Substanz, desto größer ist die Standardverdampfungsenthalpie.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 11) Das chemische Potential μ_i eines Reinstoffes i
- ☐ ist von der Temperatur abhängig.
 - ☐ ist gleich seiner molaren Freien Enthalpie.
 - ☐ unterscheidet sich i. A. von dem chemischen Potential μ , welches der Stoff bei gleicher Temperatur in einer Mischung haben würde.
 - ☐ ist eine partielle molare Größe
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 12) Unter „kolligativen Eigenschaften“
- ☐ versteht man z. B. den osmotischen Druck.
 - ☐ versteht man Lösungseffekte, die nur von der Art, aber nicht der Menge des Gelösten abhängen.
 - ☐ versteht man Lösungseffekte, die nur von der Menge, aber nicht der Art des Gelösten abhängen.
 - ☐ versteht man z. B. die Dampfdruckerhöhung, die durch das Raoult'sche Gesetz beschrieben wird.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 13) Das Wasserpotential Ψ der Luft in der Wüste Sahara
- ☐ ist sehr stark positiv.
 - ☐ hat den Wert 0.
 - ☐ ist sehr stark negativ.
 - ☐ ist bei diesen ungewöhnlichen Umweltbedingungen nicht mehr als reelle Zahl darstellbar.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 14) Für die Reaktion $A \rightleftharpoons B + C$ findet man im Gleichgewichtsfall die folgenden Aktivitäten: $a(A)=0,1$, $a(B)=a(C)=0,9$.
- ☐ Somit ist die Freie Standardreaktionsenthalpie $\Delta_r G^\circ$ negativ.
 - ☐ Somit ist die Standardreaktionsenthalpie $\Delta_r H^\circ$ negativ.
 - ☐ Die Gleichgewichtskonstante hat somit den Wert $K = -8,1$.
 - ☐ Die Gleichgewichtskonstante hat somit den Wert $K = +8,1$.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 15) Das Gleichgewicht der Reaktion $O_2(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(l)$ liegt bei Raumtemperatur sehr weit auf der rechten Seite. Dies bedeutet,
- ☐ dass die Hinreaktion (Knallgasreaktion) immer sofort und augenblicklich abläuft.
 - ☐ dass die Freie Standardreaktionsenthalpie bei Raumtemperatur negativ ist.
 - ☐ dass die Freie Standardreaktionsenthalpie bei Raumtemperatur positiv ist.
 - ☐ dass die Gleichgewichtskonstante K negativ.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 16) Die Kraft zwischen zwei geladenen Teilchen
- ☐ ist abhängig von ihrer Ladung.
 - ☐ ist abhängig von ihrem Abstand.
 - ☐ wird durch das Coulomb'sche Gesetz beschrieben.
 - ☐ ist für gleichsinnig geladene Teilchen abstoßend.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 17) In einer elektrochemischen Zelle
- ☐ findet die Oxidation immer an Elektronen statt.
 - ☐ findet die Oxidation immer an Elektroden statt.
 - ☐ findet die Reduktion immer an der Kathode statt.
 - ☐ findet die Reduktion immer an der Anode statt.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

- 18) Bei einer handelsüblichen Batterie
- ☐ handelt es sich um eine galvanische Zelle.
 - ☐ handelt es sich um eine Elektrolysezelle.
 - ☐ ist die an den Polen anliegende Spannung von der Temperatur abhängig.
 - ☐ ist die an den Polen anliegende Spannung von der Temperatur unabhängig.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig
- 19) Berührt man einen Zitteraal (*Electrophorus electricus*), so kann man einen elektrischen Stromschlag erhalten, wobei selbst Pferde von einem Zitteraal getötet werden können, wie Alexander von Humboldt auf seiner berühmten Südamerika-Expedition Anfang des 19. Jahrhunderts beschrieb. Aus physiko-chemischer Sicht ist der Zitteraal
- ☐ ein offenes System.
 - ☐ ein geschlossenes System.
 - ☐ eine galvanische Zelle.
 - ☐ eine Elektrolysezelle.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 20) Für die Reaktion $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$ findet man ein Standardpotential von $E^0 = + 0.3402 \text{ V}$ bei $T=298.15 \text{ K}$.
- ☐ Die Reaktion ist somit in der angegebenen Richtung thermodynamisch begünstigt.
 - ☐ Die Reaktion ist somit in der angegebenen Richtung thermodynamisch nicht begünstigt.
 - ☐ In der angegebenen Richtung handelt es sich um eine Oxidation.
 - ☐ In der angegebenen Richtung handelt es sich um eine Reduktion.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 21) In einem Gas
- ☐ bewegen sich alle Teilchen mit genau der gleichen Geschwindigkeit, nämlich der mittleren Geschwindigkeit.
 - ☐ ist die mittlere Geschwindigkeit der Gasteilchen proportional zur Wurzel aus der Temperatur T .
 - ☐ ist die mittlere Geschwindigkeit der Gasteilchen proportional zur Temperatur T .
 - ☐ ist die mittlere Geschwindigkeit unabhängig von der Temperatur T .
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 22) Die mittlere freie Weglänge eines Teilchens in einem Gas
- ☐ hat für jedes Gas bei gleichen Bedingungen (Temperatur und Druck) den gleichen, von der Art des Gases unabhängigen Wert.
 - ☐ liegt bei Raumtemperatur und dem Standarddruck in etwa im Bereich von einigen Zentimetern.
 - ☐ ist immer proportional zur Masse der Gasteilchen.
 - ☐ ist unabhängig von der Größe der Gasteilchen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- 23) 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.

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 25°C
$\text{H}_2(\text{g})$	2,02	130,7	0	28,78
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	18,01	69,9	-285,8	75,38
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	26,03	200,9	+226,7	44,03
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	30,07	229,6	-83,8	52,65
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	180,16	209,2	-1273,3	219,19

- 24) Ein Mol eines aus Atomen bestehenden Idealen Gases nimmt bei 300 K ein Volumen von 1 m^3 ein.
- Berechnen Sie den Druck des Gases.
 - Sie verdoppeln isotherm das Volumen. Um welchen Betrag ändert sich der Druck?
 - Sie verdoppeln isotherm das Volumen. Um welchen Betrag ändert sich die innere Energie?
 - Sie verdoppeln isotherm das Volumen. Um welchen Betrag ändert sich die Freie Enthalpie?
 - Sie verdoppeln adiabatisch den Druck. Um welchen Betrag ändert sich das Volumen?
 - Sie verdoppeln isochor die Temperatur. Um welchen Betrag ändert sich die Entropie?
 - Sie verdoppeln isochor die Temperatur. Welche Energiemenge müssen Sie zuführen?
 - Sie verdoppeln isobar die Temperatur. Welche Energiemenge müssen Sie zuführen?
- 25) Berechnen Sie für die folgende chemische Reaktion $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{HCCH}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_3\text{CCH}_3(\text{g})$
- die Standardreaktionsenthalpie bei 25°C.
 - die Standardreaktionsentropie bei 25°C.
 - die Freie Standardreaktionsenthalpie bei 25°C.
 - die Standardreaktionsenergie bei 25°C.
 - einen plausiblen Wert für die Standardreaktionsentropie bei 70°C.
 - einen plausiblen Wert für die Standardreaktionsenthalpie bei 70°C.
- 26) Skizzieren Sie die Temperaturabhängigkeit folgender Größen in der Nähe der Phasenumwandlungstemperatur für einen Phasenübergang erster Ordnung:
- Volumen
 - Enthalpie
 - Entropie
 - Wärmekapazität bei konstantem Druck
 - Chemisches Potential
- 27) Sie lösen 0,01 Mol Glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) in einem kg Wasser. Nehmen Sie der Einfachheit halber an, dass ein kg Wasser ein Volumen von genau einem Liter einnimmt und dass sich dieses Volumen beim Lösen nicht ändert.
- Berechnen Sie die Dichte der entstandenen Lösung.
 - Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration c , die Molalität b und den Stoffmengenanteil x der Glucose in der Lösung.
 - Berechnen Sie die Siedepunkterhöhung und die Gefrierpunktserniedrigung, die die Lösung gegenüber reinem Wasser zeigt (für Wasser sind $K_f = 1.859 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ und $K_B = 0.521 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$)
 - Berechnen Sie die relative Dampfdruckänderung gegenüber reinem Wasser.
 - Berechnen Sie den osmotischen Druck der Lösung.