

**Teamklausur zum  
Vierländerwettbewerb 2026**

**Beginnt erst, wenn das Startsignal gegeben wird.**

**Viel Erfolg!**



## Formelsammlung

## Naturkonstanten

Gaskonstante	$R$	$8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
AVOGADRO-Zahl	$N_A$	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
BOLTZMANN-Konstante	$k_B$	$1,381 \cdot 10^{-23} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
Atomare Masseneinheit	$1 \text{ u}$	$1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Elementarladung	$e$	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
FARADAY-Konstante	$F$	$96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$
PLANCK'sches Wirkungsquantum	$h$	$6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Lichtgeschwindigkeit	$c$	$2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

## Einheiten

Druck	$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$		
Temperatur	$\vartheta / ^\circ \text{C} = T / \text{K} - 273,15$		
Länge	$1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$		
Präfixe	pico/p: $10^{-12}$	nano/n: $10^{-9}$	mikro/μ: $10^{-6}$
	milli/m: $10^{-3}$	kilo/k: $10^3$	Mega/M: $10^6$
	Giga/G: $10^9$	Tera/T: $10^{12}$	

## Mathematik

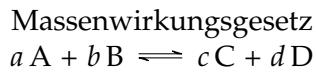
Kugelvolumen	$V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$
Kugeloberfläche	$A = 4\pi \cdot r^2$
Quadratische Gleichung $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$	$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$
Logarithmen	$\log_x(a \cdot b) = \log_x a + \log_x b$
	$\log_x(a^n) = n \cdot \log_x a$

## Gase

Ideales Gas	$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
DALTON-Gesetz	$p_{\text{ges}} = p_A + p_B + \dots$



## Gleichgewichte



$$K = \frac{a_C^c \cdot a_D^d}{a_A^a \cdot a_B^b}$$

Näherungen für die Aktivität  $a_X$ :

- Feststoffe und Lösungsmittel:

- verdünnte Lösungen:

- Gase:



Freie Standardenthalpie

Temperaturabhängigkeit  $K$

$$a_X = 1$$

$$a_X \approx \frac{c_X}{c_0}; c_0 = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$a_X \approx \frac{p_X}{p_0}; p_0 = 1 \text{ bar}$$

$$K_L = c_{A^{x+}}^a \cdot c_{B^{y-}}^b$$

$$\Delta G^\ominus = -R \cdot T \cdot \ln K$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta_r H^\ominus}{R} \cdot \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

## Säure-Base-Gleichgewichte

pH/pOH-Wert

$$\text{pH} = -\log_{10}(a_{\text{H}^+})$$

$$\text{pOH} = -\log_{10}(a_{\text{OH}^-})$$

Ionenprodukt des Wassers

$$K_W = a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{OH}^-} = 10^{-14}$$

pH-Näherungsformeln:

- Starke Säuren/Basen

$$\text{pH} \approx -\log_{10}(a_{\text{HA},0})$$

$$\text{pOH} \approx -\log_{10}(a_{\text{B},0})$$

- Schwache Säuren/Basen

$$\text{pH} \approx \frac{1}{2} \cdot (\text{p}K_S - \log_{10}(a_{\text{HA},0}))$$

$$\text{pOH} \approx \frac{1}{2} \cdot (\text{p}K_B - \log_{10}(a_{\text{B},0}))$$

HENDERSON-HASSELBALCH-Gleichung

$$\text{pH} = \text{p}K_S + \log_{10} \frac{a_{\text{A}^-}}{a_{\text{HA}}}$$

## Elektrochemie

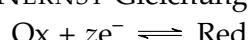
Zellspannung

$$\Delta E = E_{\text{Kathode}} - E_{\text{Anode}}$$

Freie Enthalpie

$$\Delta G = -\Delta E \cdot z \cdot F$$

NERNST-Gleichung



$$E = E^\ominus + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \left( \frac{c_{\text{Ox}}}{c_{\text{Red}}} \right)$$

FARADAY-Gesetz

$$Q = I \cdot t = z \cdot F \cdot n$$



### Thermodynamik

Freie Enthalpie	$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ $\Delta G = \Delta G^\ominus + R \cdot T \cdot \ln Q$
GIBBS'sche Phasenregel	$f = K - P + 2$
$\Delta U$ bei nur Volumenarbeit	$\Delta U = \Delta H - \Delta(p \cdot V)$
$\Delta U$ isochor	$\Delta U = C_V \cdot \Delta T$
$\Delta H$ isobar	$\Delta H = C_p \cdot \Delta T$

### Kinetik

Geschwindigkeitsgesetz	$r = k \cdot c_A^x \cdot c_B^y \cdot \dots$
Zeitgesetz 0. Ordnung	$c = c_0 - k \cdot t$
Zeitgesetz 1. Ordnung	$c = c_0 \cdot e^{-kt}$
Zeitgesetz 2. Ordnung	$c^{-1} = c_0^{-1} + k \cdot t$
ARRHENIUS-Gleichung	$k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{R \cdot T}}$

### Organische Chemie

Doppelbindungsäquivalente  
 $C_c N_n H_h O_o X_x$

$$DBE = \frac{2 \cdot c + n - h - x + 2}{2}$$

### Sichtbares Licht

Etwa 400 nm bis 780 nm      violett – blau – grün – gelb – orange – rot

### Spektroskopie

LAMBERT-BEER'sches Gesetz	$A = -\log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right) = \varepsilon \cdot c \cdot d$
Licht/Photonen	$\nu = \frac{E}{h} = \frac{c}{\lambda}$
Multiplizität eines NMR-Signals	$M = 2 \cdot n \cdot I + 1$



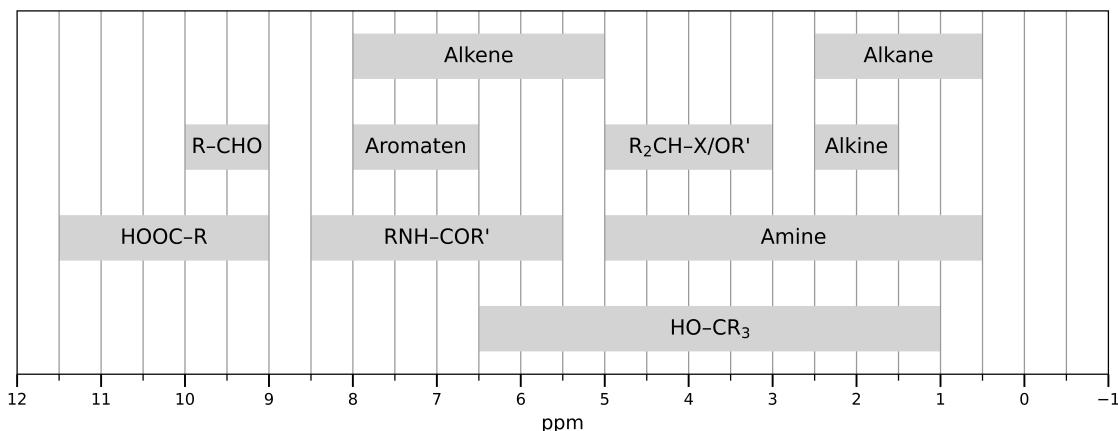
	H	He	4.003
1	Li	Be	2
3	1.008	4	
11	6.940	12	9.012
19	22.990	20	24.305
37	39.098	39	40.078
55	85.468	71	87.621
87	132.905	103	137.328
223	Fr	Ra	Lr
226	226	262	267
270	270	277	276
271	271	281	282
277	277	281	285
281	281	285	288
282	282	286	293
285	285	288	294
294	Og	Ts	Ts
10.81	B	C	N
12.011	14	15	16
14.007	14.007	15.999	18.998
15.999	15	16	17
16	O	F	Ne
17	17	18	20.180
18	18	19	20
26.982	Al	Si	Cl
28.085	28.085	P	Ar
30.974	32	S	39.948
32.06	33	Cl	36
33	34	35	36
34.922	Ge	As	Kr
34.922	72.631	78.972	83.798
51	51	52	54
51	74.922	79.904	83.798
52	74.922	79.904	83.798
53	53	53	54
53	78.972	79.904	83.798
54	79.904	79.904	83.798
55	79.904	79.904	83.798
56	80	81	82
57	80	81	82
58	81	82	83
59	81	82	84
60	80	81	83
61	80	81	84
62	80	81	85
63	80	81	86
64	80	81	86
65	80	81	86
66	80	81	86
67	80	81	86
68	80	81	86
69	80	81	86
70	80	81	86
71	80	81	86
72	80	81	86
73	80	81	86
74	80	81	86
75	80	81	86
76	77	78	79
77	77	78	79
78	77	78	79
79	77	78	79
80	79	80	81
81	79	80	81
82	80	81	82
83	81	82	83
84	81	82	84
85	81	82	85
86	81	82	86
87	81	82	87
88	81	82	88
89	81	82	89
90	81	82	90
91	81	82	91
92	81	82	92
93	81	82	93
94	81	82	94
95	81	82	95
96	81	82	96
97	81	82	97
98	81	82	98
99	81	82	99
100	81	82	100
101	81	82	101
102	81	82	102
103	81	82	103
104	81	82	104
105	81	82	105
106	81	82	106
107	81	82	107
108	81	82	108
109	81	82	109
110	81	82	110
111	81	82	111
112	81	82	112
113	81	82	113
114	81	82	114
115	81	82	115
116	81	82	116
117	81	82	117
118	81	82	118
119	81	82	119
120	81	82	120
121	81	82	121
122	81	82	122
123	81	82	123
124	81	82	124
125	81	82	125
126	81	82	126
127	81	82	127
128	81	82	128
129	81	82	129
130	81	82	130
131	81	82	131
132	81	82	132
133	81	82	133
134	81	82	134
135	81	82	135
136	81	82	136
137	81	82	137
138	81	82	138
139	81	82	139
140	81	82	140
141	81	82	141
142	81	82	142
143	81	82	143
144	81	82	144
145	81	82	145
146	81	82	146
147	81	82	147
148	81	82	148
149	81	82	149
150	81	82	150
151	81	82	151
152	81	82	152
153	81	82	153
154	81	82	154
155	81	82	155
156	81	82	156
157	81	82	157
158	81	82	158
159	81	82	159
160	81	82	160
161	81	82	161
162	81	82	162
163	81	82	163
164	81	82	164
165	81	82	165
166	81	82	166
167	81	82	167
168	81	82	168
169	81	82	169
170	81	82	170
171	81	82	171
172	81	82	172
173	81	82	173
174	81	82	174
175	81	82	175
176	81	82	176
177	81	82	177
178	81	82	178
179	81	82	179
180	81	82	180
181	81	82	181
182	81	82	182
183	81	82	183
184	81	82	184
185	81	82	185
186	81	82	186
187	81	82	187
188	81	82	188
189	81	82	189
190	81	82	190
191	81	82	191
192	81	82	192
193	81	82	193
194	81	82	194
195	81	82	195
196	81	82	196
197	81	82	197
198	81	82	198
199	81	82	199
200	81	82	200
201	81	82	201
202	81	82	202
203	81	82	203
204	81	82	204
205	81	82	205
206	81	82	206
207	81	82	207
208	81	82	208
209	81	82	209
210	81	82	210
211	81	82	211
212	81	82	212
213	81	82	213
214	81	82	214
215	81	82	215
216	81	82	216
217	81	82	217
218	81	82	218
219	81	82	219
220	81	82	220
221	81	82	221
222	81	82	222
223	81	82	223
224	81	82	224
225	81	82	225
226	81	82	226
227	81	82	227
228	81	82	228
229	81	82	229
230	81	82	230
231	81	82	231
232	81	82	232
233	81	82	233
234	81	82	234
235	81	82	235
236	81	82	236
237	81	82	237
238	81	82	238
239	81	82	239
240	81	82	240
241	81	82	241
242	81	82	242
243	81	82	243
244	81	82	244
245	81	82	245
246	81	82	246
247	81	82	247
248	81	82	248
249	81	82	249
250	81	82	250
251	81	82	251
252	81	82	252
253	81	82	253
254	81	82	254
255	81	82	255
256	81	82	256
257	81	82	257
258	81	82	258
259	81	82	259
260	81	82	260
261	81	82	261
262	81	82	262
263	81	82	263
264	81	82	264
265	81	82	265
266	81	82	266
267	81	82	267
268	81	82	268
269	81	82	269
270	81	82	270
271	81	82	271
272	81	82	272
273	81	82	273
274	81	82	274
275	81	82	275
276	81	82	276
277	81	82	277
278	81	82	278
279	81	82	279
280	81	82	280
281	81	82	281
282	81	82	282
283	81	82	283
284	81	82	284
285	81	82	285
286	81	82	286
287	81	82	287
288	81	82	288
289	81	82	289
290	81	82	290
291	81	82	291
292	81	82	292
293	81	82	293
294	81	82	294

	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	Yb
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Md	No
138.905	140.116	140.908	144.242	146	150.362	151.964	157.253	158.925	162.500	164.930	167.250	168.934	173.055	102	259
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	101	258	257
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm			
227	232.038	231.036	238.029	237	244	243	247	247	251	252					

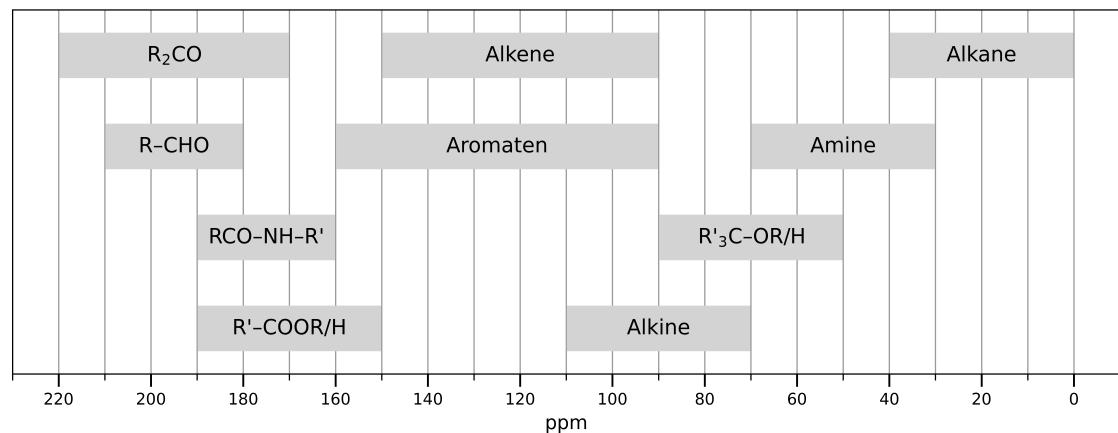


## NMR-Spektroskopie

### <sup>1</sup>H: Chemische Verschiebung



### <sup>13</sup>C: Chemische Verschiebung



### <sup>1</sup>H: Kopplungskonstanten (*J* in Hz)

R <sub>2</sub> CH <sub>a</sub> H <sub>b</sub>	4 – 20
R <sub>2</sub> CH <sub>a</sub> –CR <sub>2</sub> H <sub>b</sub>	2 – 12
R <sub>2</sub> CH <sub>a</sub> –CR <sub>2</sub> –CR <sub>2</sub> H <sub>b</sub>	frei rotierend: < 0,1 & starr: 1 – 8
cis-RH <sub>a</sub> C=CRH <sub>b</sub>	7 – 12
trans-RH <sub>a</sub> C=CRH <sub>b</sub>	12 – 18
R <sub>2</sub> C=CH <sub>a</sub> H <sub>b</sub>	0,5 – 3
RH <sub>a</sub> C=CR–CR <sub>2</sub> H <sub>b</sub>	0,5 – 2,5

Aufgabe 3 – 01 Titel<sup>1</sup>

17 %

30 P.

Dies ist ein Template zur Erstellung und Formatierung von IChO-Aufgaben (Klausurrunden 2–4) und Cds-Aufgaben in LATEX. Dies ist ein Beispiel für einen Einleitungstext zu einer Aufgabe. Es gibt zudem die Option diesen Text in einen Kasten zu setzen wie es ja bei der internationalen Runde üblich ist.

Für *kursive Hervorhebung kann dies genutzt werden. Für fette Hervorhebung dies.*

- a) In diesem Bereich steht eine Teilaufgabe

*Hinweis: Hier kann ein Hinweis hinzugefügt werden*

Hiermit lässt sich ein Kasten erstellen zur Bearbeitung der Aufgabe. Die Länge des Kastens wird im Ersten Argument angegeben. Lösungskästchen folgen jeweils direkt auf die Aufgabenstellung – es gibt seit einigen Jahren keine Antwortbögen mehr! Musterlösung bzw Bewertungshinweise werden mit dem Command \kommentar {Hier direkt notiert}:

**Dies ist eine Musterlösung (1 P.)**

1 P.

Die folgenden Abschnitte enthalten einige Beispiel-Teilaufgaben. Die Aufgabenteile b) und c) dienen als Beispiele für Multiple-Choice-Aufgaben.

- b) **Kreuze an** welche Antwortmöglichkeiten hier richtig sind.

*Hinweis: Die Reihenfolge der richtigen Antworten wir in dem \MC Command im 6.ten Argument mit einer Zeichenkette bspw.: oxoox, ausgedrückt die für die richtigen Antworten je ein x notiert*

Vor dem MC command folgt mit \punkte wieder die Punktzahl (2 P.)

	A	B	C	D	E
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2 P.

Bevorzugt wird eine richtig/falsch Auswahl, da hier ein falsch Ankreuzen auch bepunktet werden kann.

	A	B	C	D	E
richtig	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
falsch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0 P.

- c) **Kreuze an** welche Antwortmöglichkeiten hier richtig sind. (1 P.)

<input checked="" type="checkbox"/>	Eine richtige Lösung
<input type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung

1 P.

Auch hier mit richtig/falsch möglich:

<sup>1</sup>Test



richtig	falsch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eine richtige Lösung
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Eine falsche Lösung

0 P.

Alternativ kann auch sortiert werden (zum Beispiel auch Moleküle nach ihrer Reaktivität):

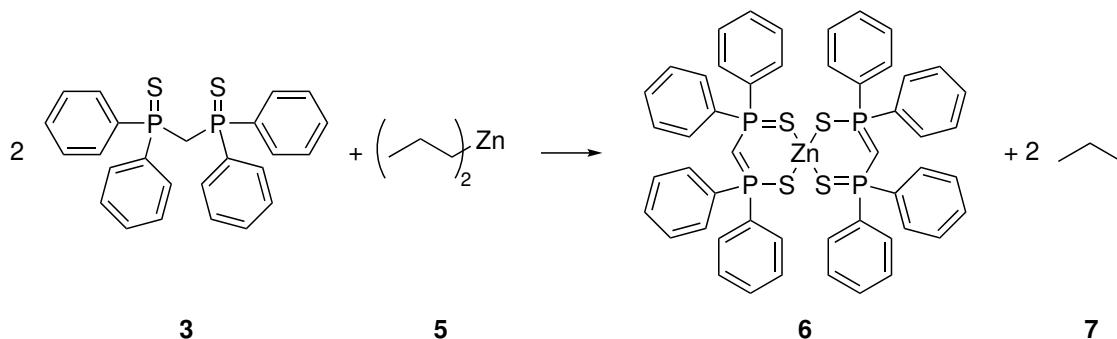
d) Sortiere die Zahlen nach Größe.

Hinweis: Dabei ist 5 die größte und 1 die kleinste Zahl. (2 P.)

0	29	78	-12	103
2	3	4	1	5

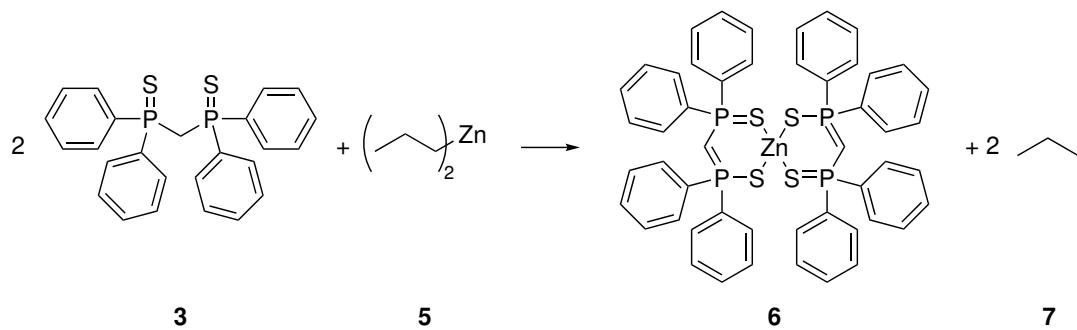
2 P.

Aus ChemDraw lässt sich eine .eps Datei exportieren und hier wie ein Bild Einfügen. Mit 0.9 kann die Größe aller Abbildungen gleich skaliert werden, wenn sie im Chemdraw auch gleich groß sind:



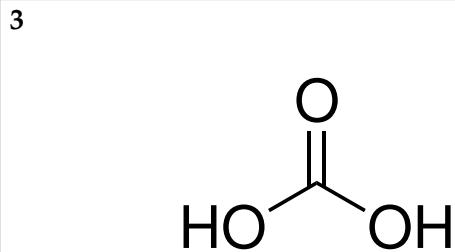
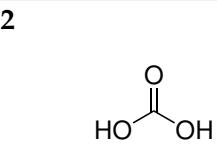
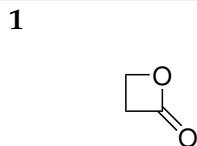
Schema 1.1: Eine Synthese für die Tonne

Alternativ geht auch die Feststellung der Breite mit linewidth:



Schema 1.2: Zweite Synthese für die Tonne

Zu der Darstellung der OC- Lösungskästchen dient die Befehlfamilie \oc  
In der folgenden Teilaufgabe folgt das Einfügen von OC Formeln Bildern und OC Kästchen.



0 P.

Reaktion erster Ordnung:  $A \rightarrow B$  (1 P.)

$$v(t) = -\frac{d[A]}{dt} = k \cdot [A] \quad (1 \text{ P.})$$

$$a(t) = -\frac{d^2[A]}{dt^2} \quad \text{Auch höhere Ableitungen sind möglich.}$$

Mit \intertext kann man auch Text in Gleichungen einfügen.

$$\begin{aligned} \frac{d[A]}{[A]} &= -k dt \\ \int_{[A]_0}^{[A]} \left( \frac{1}{[A]} \right) d[A] &= \int_0^t -k dt \quad (1 \text{ P.}) \\ &= \ln[A] - \ln[A]_0 = \ln \left( \frac{[A]}{[A]_0} \right) \\ \Rightarrow [A] &= [A]_0 \cdot \exp -k \cdot t \quad (1 \text{ P.}) \end{aligned}$$

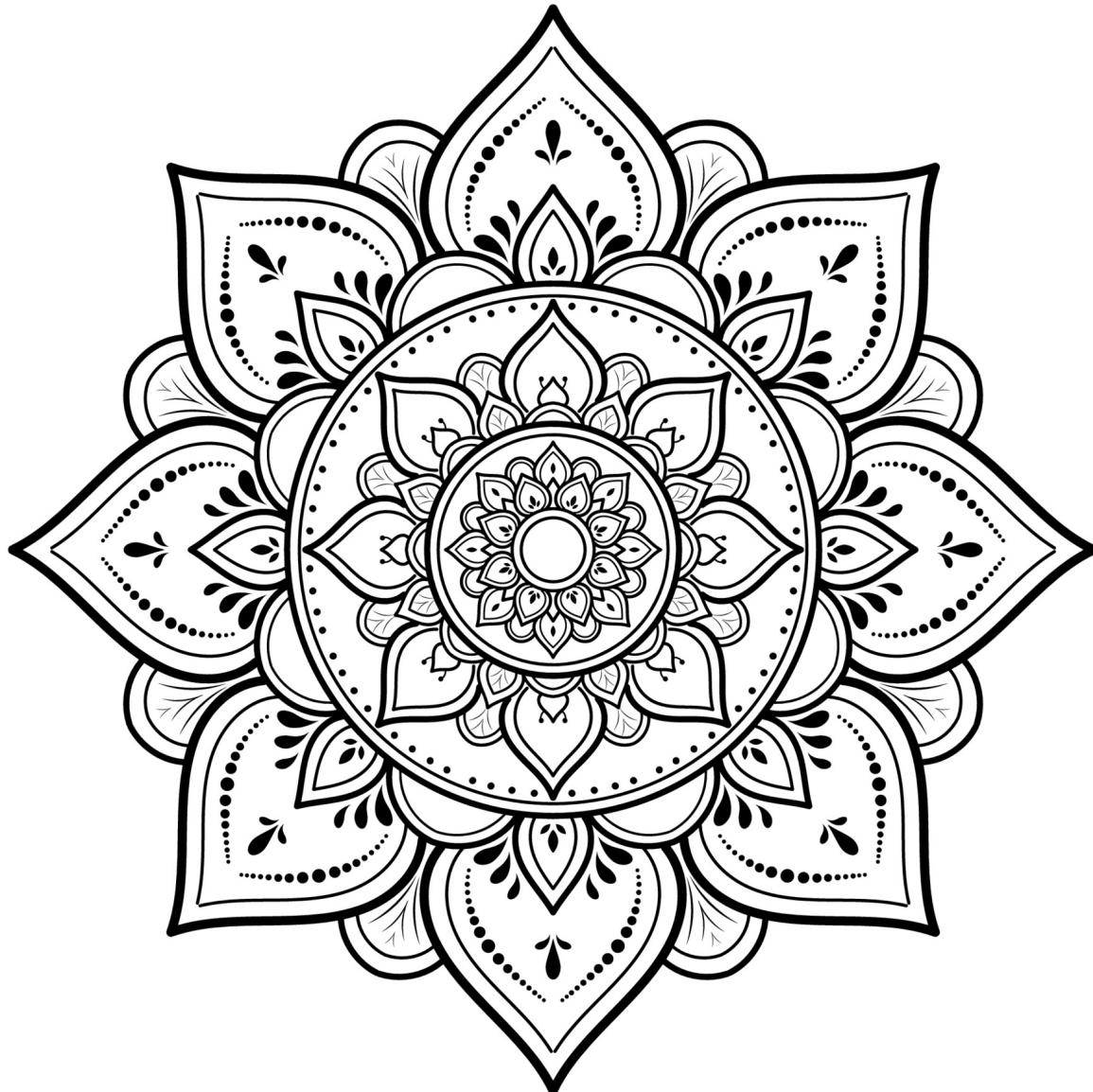
1P für Rkt. 1. Ordnung, 1P für Geschwindigkeitsgesetz, 1P für Integrieren, 1P für richtiges Ergebnis  
stnhwortnhw oetnhoöwetnh oöwaen t hoaes nrthaoenrhoa nethae

4 P.



- e) **Male das Mandala aus. (69 P.)**

Hinweis: Dies wurde nur hinzugefügt, um \punkteausgabe zu zeigen.



69 P.

Hier wurde Punkteausgabe benutzt, da die Aufgabe keine Form benutzt, die die Punkte bereits selbst ausgibt.

- f) **Einige Leute** wollen den SuS bereits einen Text in den Antwortkästen schreiben.

Hinweis: Um dies flexibel zu ermöglichen, kann man \selfkasten nutzen.



In diesem Lückentext werden Lücken mittels `\opt{0}` und `\sol` (2 P.) dargestellt. Um die Lücken des Textes zu sehen, kannst du im main.tex `\solution` auf `0` (1 P.) setzen.

Hier wird noch die Punktzahl der Teilaufgabe halbiert

1,5 P.

Formeln im Text können mit align und labeln erstellt werden, um verlinkt zu werden z.B. Gleichung 1.1:

$$pV = nRT \tag{1.1}$$

$$a = b \tag{1.2}$$

$$Q = I \cdot t$$

In Gleichung ist das ideale Gasgesetz gezeigt... Im Text sollten Vorzeichen wie bei  $\delta-$ / $\delta+$  besser außerhalb des Mathemodus stehen, aber ein richtiges Minuszeichen verwenden:  $\delta+/\delta-$   
Auch innerhalb eines Kastens sind solche Formelumgebungen möglich. Zudem sind Punkte und Kommentare in aligns möglich:

$$y = x^2 \tag{2 P.} \text{ Kommentar}$$

Dies ist die Antwort. Dies ist Antwortsatz 2.

2 P.

Hier kommt mal eine andere Aufzählung:

- (i) Hallo
- (ii) Tschüss

Ein bisschen Millimeterpapier:



A large grid of squares, likely graph paper or a grid for drawing. The grid consists of approximately 20 columns and 25 rows of small squares, creating a uniform pattern across the entire area.

0 P.

Zwei Tabellen voller Daten:

Tabelle 1.1: Tabelle mit verschiedenen thermodynamischen Daten ausgewählter Stoffe bei 298 K.

	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	CO	H <sub>2</sub>
$\Delta_f H_m^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-74,85	-241,8	-110,5	0
$S_m^\circ / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	186,2	188,9	198,0	130,6
$C_{p,m} / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	35,31	33,58	29,14	28,82

Tabelle 1.2: Tabelle mit verschiedenen thermodynamischen Daten ausgewählter Stoffe bei 298 K.

	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	CO	H <sub>2</sub>
$\Delta_f H_m^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-74,85	-241,8	-110,5	0
$S_m^\circ / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	186,2	188,9	198,0	130,6
$C_{p,m} / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	35,31	33,58	29,14	28,82

Gesamt-  
punktza-  
passt  
nicht zu  
Summe  
der Tei-  
laufga-  
ben 825



**Aufgabe 3 – 02 To-do-Liste**

**0 %**

**0 P.**

Mittelfristig zu erledigen (3. Runde Göttingen?):

- gemeinsam Layout Feinschliff geben
- Mehrseitige Antwortkästen verbessern (es müsste der Abstand von Kastenende bis Ende des Schreibbereichs auf der Seite von remainingheight subtrahiert werden)
- Formatierungsprobleme: Kasten und Aufgabenstellung nicht durch Seitenumbruch trennen