

Aufgabe 1: Single Choice (30 Punkte)

Bitte beachten Sie folgende Regeln:

- Es gibt für jede Frage nur eine richtige Antwort.
- Bitte kreuzen Sie diese Antwort in einer eindeutigen Weise an.
- Richtige Antwort 3 Punkte, keine Antwort 0 Punkte, falsche Antwort -1 Punkt.
- Sollte nach Aufsummierung aller Punkte aus den Teilaufgaben eine negative Punktezahl resultieren, so erhalten Sie für die gesamte Aufgabe 1 insgesamt 0 Punkte.
- Führen Sie etwaige Berechnungen auf der Rückseite durch.

1.1 Welches Teilgebiet gehört nicht zur physikalischen Chemie?

- a) Thermodynamik
- b) Kinetik
- c) Komplexchemie
- d) Elektrochemie
- e) Grenzflächenchemie

1.2 Ein kugelförmiger Ballon mit kräftefrei dehnbarer Hülle wird in Meereshöhe bei Standardbedingungen mit Wasserstoffgas auf einen Durchmesser von 2 m aufgepumpt. Welchen Durchmesser hat der gasdichte Ballon in 3000-m-Höhe, wenn dort ein Druck von $7,1 \cdot 10^4$ Pa und eine Temperatur von 0°C herrschen? Das Wasserstoffgas verhält sich ideal.

- a) 1.83 m
- b) 1.94 m
- c) 2.05 m
- d) 2.19 m
- e) 2.35 m

$$\left(\frac{p \cdot V}{T} = \text{const}\right) \quad V \rightarrow d^3 \quad \frac{p \cdot d^3}{T} = \frac{p_2 \cdot d_2^3}{T_2}$$
$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{p \cdot d^3 \cdot T_2}{p_2 \cdot T}} = \sqrt[3]{\frac{101300 \cdot 2^3 \cdot 273}{298 \cdot 7,1(10^4)}} = 2,19 \text{ m}$$

1.3 An einem System wird Arbeit von 14,6 kJ geleistet. Dabei leistet das System selbst eine Volumenarbeit W_{vol} von 2,6 kJ und gibt zudem 10,9 kJ in Form von Wärme an die Umgebung ab. Wie groß ist die Änderung der inneren Energie (U) des Systems?

- a) +1,1 kJ
- b) +6,3 kJ
- c) -1,1 kJ
- d) -6,3 kJ
- e) +22,9 kJ

$$U = \text{Arbeit (Sys.)} - W_{\text{vol}} - Q_{\text{Abg}}$$
$$= 14,6 - 2,6 - 10,9 = 1,1 \text{ kJ}$$

an Sys wird Arbeit geleistet \oplus / vom Sys \ominus

W Sys leistet Vol-Arbeit \ominus
Q Wärme Abgabe an Umg. \ominus

1.4 Ein ruhender Mensch gibt pro Sekunde etwa 100 J Wärme an die Umgebung ab. Wie viel Entropie erzeugt somit ein Mensch bei einer Umgebungstemperatur von 20°C pro Tag in seiner Umgebung?

- a) ca. 10 kJ K⁻¹
- b) ca. 20 kJ K⁻¹
- c) ca. 30 kJ K⁻¹
- d) ca. 40 kJ K⁻¹
- e) ca. 50 kJ K⁻¹

$$S = \frac{Q}{T} \rightarrow \frac{Q \cdot 24 \text{ Std} \cdot 60 \text{ min} \cdot 60 \text{ sek}}{20 + 273 \text{ K}}$$

$$= \frac{100 \text{ J} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{(20 + 273)} = 29488 \text{ J/K} \cdot 10^{-3}$$

$$\approx 30 \text{ kJ/K}$$

1.5 Die Grenzflächenarbeit eines Systems ist durch folgende Gleichung definiert:

$$\delta W_{\text{Grenz}} = \sigma \cdot dA$$

Die intensive Variable heißt Grenzflächenspannung σ ; sie ist für viele Flüssigkeiten in Kontakt mit Luft positiv und hat die Einheit N m⁻¹. Beispiel: σ (H₂O/Luft) beträgt 72 N m⁻¹. Die extensive Variable der Grenzflächenarbeit ist die Grenzfläche bzw. Oberfläche des Systems A. Wir beobachten den Prozess der Vergrößerung der Grenzfläche eines Systems, z.B. einer Wasseroberfläche in Kontakt mit Luft. Welche Aussage ist richtig?

- a) Zur Vergrößerung der Grenzfläche muss am System Arbeit geleistet werden.
- b) Zur Vergrößerung der Grenzfläche wird keine Arbeit geleistet.
- c) Bei der Vergrößerung der Grenzfläche wird vom System Arbeit geleistet.

1.6 Was sind kolligative Eigenschaften?

- a) Osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Dampfdruckerniedrigung, Siedepunktserniedrigung
- b) Osmotischer Druck, Gefrierpunkterhöhung, Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung
- c) Osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung
- d) Osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung

osm. Druck
 Dampfdruck ↓
 GefrierPt. ↓
 SiedePt. ↑

1.7 Welcher mathematische Satz liegt den so genannten Maxwell-Relationen zugrunde?

- a) Satz von Gauß (Wahrscheinl. Verhalten - Gauß-Glocke ^)
- b) Satz von Gibbs (Ersatzprozesse/ThermoDyn.)
- c) Satz von Hess + Wärmesatz (Enthalpie Bestimmu.)
- d) Satz von Stokes
- e) Satz von Schwarz

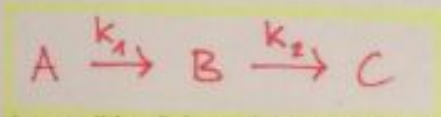
2. gemischte Ableitn. : beide Ergebnisse = Null
 & Kreisprozess = Null (Zustandsgrößen)

1.8 Aus Sicht der Statistik kann die Entropie nach folgender Formel errechnet werden: $S = k \cdot \ln W$
 Welche Bedeutung hat k ?

- a) Wahrscheinlichkeitskonstante (p)
- b) Boltzmann-Konstante $S = k \cdot \ln(W)$
- c) Helmholtz-Konstante (Alumini) Gibb'sche-Helmholtz-Glg. Legendre Transformation zwh. G & U
- d) Bernoulli-Konstante (Stromlehre) (Energieerhaltungssatz: Auschnitt davon)
- e) Geschwindigkeitskonstante k in $v = k \cdot c_A \cdot c_B$ (zB)

1.9 Welche Komponente findet man nicht in einer galvanischen Zelle?

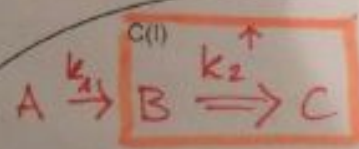
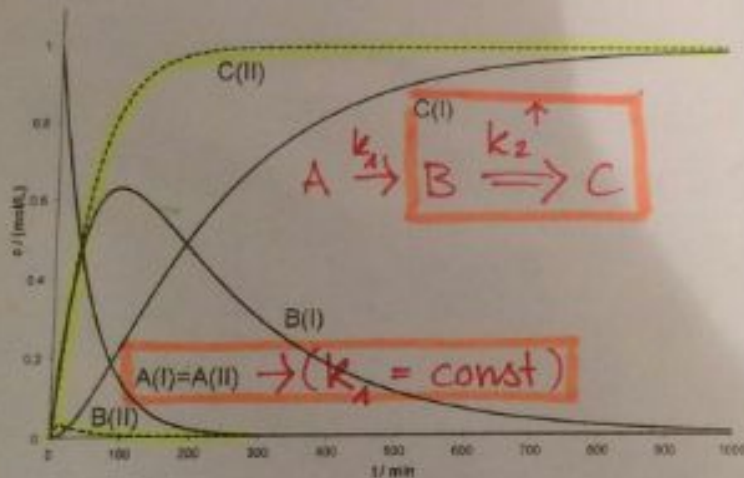
- a) Elektrode enthalten
- b) Kompensator
- c) Separator
- d) Ionenbrücke
- e) Elektrolyt



1.10 Der zeitabhängige Konzentrationsverlauf einer irreversiblen Folgereaktion 1. Ordnung ist in nachfolgender Abbildung dargestellt. Für die mit den durchgezogenen Linien dargestellten Konzentrationsverläufe (I) haben die Geschwindigkeitskonstanten folgende Werte:

$k_1 = 0.02 \text{ min}^{-1}$ ($k_2 = 0.005 \text{ min}^{-1}$, muss sich erhöhen!) < 0.5

Welche Werte müssen die Geschwindigkeitskonstanten aufweisen, damit die mit den gestrichelten Linien dargestellten Konzentrationsverläufe (II) erhalten werden?



$A(I) = A(II) \rightarrow (k_1 = \text{const})$

da $B(I) \rightarrow B(II)$ schnellerer Abbau!
 & $C(II)$ schneller [Max] erreicht

- a) $k_1 = 0.02 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.5 \text{ min}^{-1}$
- b) $k_1 = 0.02 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.0005 \text{ min}^{-1}$ k_2 wird \downarrow (\downarrow weil $[C] \uparrow$) schneller
- c) $k_1 = 0.002 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.005 \text{ min}^{-1}$ k_2 konst \downarrow (-+-)

Aufgabe 2: Ideales Gas (8 Punkte) $T = f(p, v)$

- a) Zeigen Sie, dass die Temperatur T eines idealen Gases als Funktion von Druck p und molarem Volumen v ein totales Differential besitzt: $T = f(p, v)$ (4 Punkte)

$$p \cdot v = n \cdot R \cdot T \quad \Leftrightarrow \quad T = \frac{p \cdot v}{R}$$

Satz v. Schwarz gilt!

$$\frac{\partial T}{\partial p} = \frac{v}{R} \rightarrow \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_v = \frac{v}{R} \rightarrow \left(\frac{\partial}{\partial v} \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_v \right)_p = \frac{1}{R}$$

$$\frac{\partial T}{\partial v} = \frac{p}{R} \rightarrow \left(\frac{\partial T}{\partial v} \right)_p = \frac{p}{R} \rightarrow \left(\frac{\partial}{\partial p} \left(\frac{\partial T}{\partial v} \right)_p \right)_v = \frac{1}{R}$$

- b) Die Kompressibilität κ und der thermische Ausdehnungskoeffizient α sind wichtige Materialkenngrößen. Sie sind folgendermaßen definiert:

$$\kappa \text{ \& } \alpha = f(p, T)$$

$$\kappa = -\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T$$

$$\alpha = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$$

$$v = \frac{R \cdot T}{p}$$

Berechnen Sie κ und α für ein ideales Gas als Funktionen von p und T .

(4 Punkte)

$$\kappa = -\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T = -\frac{1}{\frac{R \cdot T}{p}} \cdot \left(-\frac{R \cdot T}{p^2} \right) = \frac{p}{R \cdot T} \cdot \frac{R \cdot T}{p^2} = \frac{1}{p}$$

$$\alpha = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = \frac{1}{\frac{R \cdot T}{p}} \cdot \frac{R}{p} = \frac{p}{R \cdot T} \cdot \frac{R}{p} = \frac{1}{T}$$

- c) Berechnen Sie die Änderung der Gibbs'schen Enthalpie $\Delta_r G_{T_2}^\circ$ der Reaktion bei 450°C sowie die Gleichgewichtskonstante K_p ! (4 Punkte)

Zwischenergebnisse: $\Delta_r H_{T_2}^\circ = 300 \text{ kJ}$; $\Delta_r S_{T_2}^\circ = 400 \text{ J K}^{-1}$ $T_2 = 723$

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T_2 \cdot \Delta_r S^\circ$$

$$\Delta_r G^\circ = 300(10^3) \text{ J} - 723 \cdot 400 \text{ J/K} = 10800 \text{ J}$$

$$G = -R \cdot T \cdot \ln(K_p)$$

$$K_p = e^{\left(-\frac{G}{R \cdot T}\right)} = e^{-\frac{10800}{8,314 \cdot 723}} = 0,166$$

(keine Einheit?)
J / (K · mol · K) → mol?

- d) Wie groß ist der Gleichgewichtspartialdruck von Quecksilber (Hg) bei 450°C ? Beachten Sie dabei den umseitigen Hinweis zum Quecksilberoxid und nehmen Sie für die beiden gasförmigen Komponenten Hg und O_2 ideales Verhalten an. $2 \text{ HgO} \rightleftharpoons 2 \text{ Hg} + \text{O}_2$ (4 Punkte)

ideales Verhalten: $p(\text{O}_2) = \frac{1}{2} p(\text{Hg})$

$$K_p = \left(\frac{p(\text{Hg})}{p_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{p(\text{O}_2)}{p_0}\right)$$

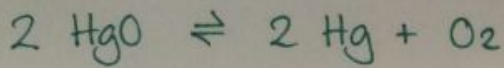
$$\text{bzw. } K_p = \frac{\left(\frac{p(\text{Hg})}{p_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{p(\text{O}_2)}{p_0}\right)}{1}$$

$$p(\text{Hg}) = \sqrt[3]{K_p \cdot p_0^3 \cdot 2} = \sqrt[3]{0,166 \cdot 101300^3 \cdot 2} = 70144$$

$$= 7 \cdot 10^{-5} = 0,7 (10^5) \text{ Pa}$$

HgO (s) - Aktivität = 1
weil Feststoff

zu 3.d. nochmal ausführlicher:



$$p(\text{O}_2) = \frac{1}{2} p(\text{Hg})$$

$$K_p = \frac{\left(\frac{p(\text{Hg})}{p_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{p(\text{O}_2)}{p_0}\right)}{p(\text{HgO})=1} \quad | \text{Einsetzen}$$

$$K_p = \frac{p(\text{Hg})^2}{p_0} \cdot \frac{\frac{1}{2} p(\text{Hg})}{p_0} \quad | \cdot p_0 \quad | \cdot p_0^2$$

$$K_p \cdot p_0^3 = p(\text{Hg})^2 \cdot \frac{1}{2} p(\text{Hg}) \quad | : \frac{1}{2}$$

$$\frac{K_p \cdot p_0^3}{0,5} = (p(\text{Hg})^2 \cdot p(\text{Hg})) \Rightarrow p(\text{Hg})^3 \quad | \sqrt[3]{\quad}$$

$$p(\text{Hg}) = \sqrt[3]{\frac{K_p \cdot p_0^3}{0,5}} = \sqrt[3]{\frac{0,166 \cdot 101300^3}{0,5}}$$

$$p(\text{Hg}) = 70143,72 \quad | \cdot 10^{-5} = 0,7 \underbrace{(10^5) \text{ Pa}}_{\text{hPa?}}$$

Aufgabe 3: Thermochemie und chemisches Gleichgewicht (18 Punkte)

Erhitzt man Quecksilberoxid zerfällt es nach folgender Gleichung in Quecksilber und Sauerstoff:



T_2

Wir sollen das Gleichgewicht dieser Reaktion bei Standarddruck und einer Temperatur von $450^\circ\text{C} \rightarrow 723 \text{ K}$ bestimmen. Unter den vorliegenden Bedingungen wird das Quecksilberoxid ausnahmslos als Feststoff und das elementare Quecksilber ausnahmslos als gasförmiger Stoff angenommen. Dies bedeutet, dass keine Phasenumwandlungen berücksichtigt werden müssen.

Thermodynamische Daten der beteiligten Komponenten:

HgO (s): $\Delta_f H_{298}^\circ = -90.71 \text{ kJ mol}^{-1}$; $S_{298}^\circ = 71.96 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $c_p^\circ = 43.86 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Hg (g): $\Delta_f H_{298}^\circ = 61.30 \text{ kJ mol}^{-1}$; $S_{298}^\circ = 174.87 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $c_p^\circ = 20.79 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$\text{O}_2 \text{(g): } S_{298}^\circ = 205.14 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $c_p^\circ = 29.25 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ **kein $\Delta_f H_{298}^\circ (\text{O}_2) = \text{Null}$**

a) Berechnen Sie die Enthalpieänderung $\Delta_R H_{723}^\circ$ der Reaktion bei 450°C (5 Punkte)

$$\Delta_R H_{T_2}^\circ = \Delta_R H_{T_1}^\circ + \int_{T_1}^{T_2} c_p \cdot dT \quad dT = T_2 - T_1 \rightarrow 723 - 298 = 425 \text{ K}$$

$$\Delta_f H_{723}^\circ (\text{HgO}) = -90.71 (10^3) \text{ J/mol} + 43.86 \text{ J/mol K} \cdot 425 \text{ K} = -72070 \text{ J/mol}$$

$$\Delta_f H_{723}^\circ (\text{Hg}) = 61.30 (10^3) \text{ J/mol} + 20.79 \text{ J/mol K} \cdot 425 \text{ K} = 70135.75 \text{ J/mol}$$

$$\Delta_f H_{723}^\circ (\text{O}_2) = 0 \text{ J/mol (keine Angabe)} + 29.25 \text{ J/mol K} \cdot 425 \text{ K} = 12431.25 \text{ J/mol}$$

$$\Delta_R H_{723}^\circ = \sum n \cdot \text{Produkte} - \sum m \cdot \text{Edukte}$$

$$= (2 \cdot 70135.75) + 12431.25 - (2 \cdot (-72070)) = 296842.75 \text{ J/mol}$$

$$= | \cdot 10^{-3} \rightarrow 296.84 \text{ kJ} \approx 300 \text{ kJ}$$

b) Berechnen Sie die Entropieänderung $\Delta_R S_{723}^\circ$ der Reaktion bei 450°C (5 Punkte)

$$S_{T_2}^\circ = S_{T_1}^\circ + \int_{T_1}^{T_2} \frac{c_p}{T} \cdot dT \quad dT = \ln(T) \rightarrow \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$S_{723}^\circ (\text{HgO}) = 71.96 \text{ J/mol K} + 43.86 \text{ J/mol K} \cdot \ln\left(\frac{723}{298}\right) = 110.83 \text{ J/mol K}$$

$$S_{723}^\circ (\text{Hg}) = 174.87 \text{ J/mol K} + 20.79 \text{ J/mol K} \cdot \ln\left(\frac{723}{298}\right) = 193.30 \text{ J/mol K}$$

$$S_{723}^\circ (\text{O}_2) = 205.14 \text{ J/mol K} + 29.25 \text{ J/mol K} \cdot \ln\left(\frac{723}{298}\right) = 231.06 \text{ J/mol K}$$

$$\Delta_R S_{723}^\circ = \sum n \cdot \text{Produkt} - \sum m \cdot \text{Edukt}$$

$$= (2 \cdot 193.30) + 231.06 - 2 \cdot 110.83 = 396 \text{ J/K} \approx 400$$

Aufgabe 4: Entropie (12 Punkte)

Sehr reines Wasser lässt sich bei Atmosphärendruck einige Grade unter seinen Gefrierpunkt bei $0^\circ\text{C} \rightarrow 273\text{ K}$ unterkühlen (metastabiler Zustand). Fügt man zu diesem unterkühlten Wasser einen kleinen Eiskristall (Kristallisationskeim) hinzu, so gefriert das Wasser spontan in einem irreversiblen Prozess.

Die Entropie ist eine Zustandsfunktion und kann mit den Variablen p und T formuliert werden. Zur Berechnung der Entropieänderung für diesen Prozess kann ein Ersatzprozess formuliert werden, der aus einer Folge von mehreren einfachen (bekannten) Schritten besteht. $\text{fus} = (\text{s}) \rightarrow (\text{l})$

$$c_p^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = 75.5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; \quad c_p^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{s})) = 36.9 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; \quad \Delta_{\text{fus}}^\circ S_{273}(\text{H}_2\text{O}) = 21.9 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

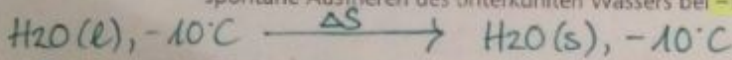
- a) Wie lautet das totale Differential der Entropie in Abhängigkeit von den Parametern p und T ? Schreiben Sie die partielle Ableitung nach T bei $p = \text{const.}$ explizit auf! (2 Punkte) $S = f(p, T)$

tot. Diff.:

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T \cdot dp + \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_p \cdot dT \quad (p \ \& \ T = \text{const.})$$

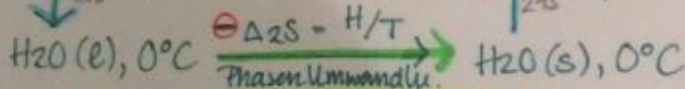
$$\left(\frac{dS}{dT}\right)_p = \frac{C_p}{T} = \frac{n \cdot C_p}{T} \quad (\text{partielle Ableitu. ?})$$

- b) Formulieren Sie einen geeigneten Ersatzprozess und berechnen Sie die Entropieänderung für das spontane Ausfrieren des unterkühlten Wassers bei $-10^\circ\text{C} \rightarrow 263\text{ K}$ (8 Punkte)



$$\Delta_1 S(\text{l}) = \int_{263}^{273} \frac{C_p(\text{l})}{T} \cdot dT$$

$$\Delta_3 S(\text{s}) = \int_{273}^{263} \frac{C_p(\text{s})}{T} \cdot dT$$



$$\Delta S = \Delta_1 S + \Delta_2 S + \Delta_3 S$$

$$\Delta_1 S(\text{l}) = C_p(\text{l}) \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 75.5 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot \ln\left(\frac{273}{263}\right) = 2.82 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$\Delta_3 S(\text{s}) = C_p(\text{s}) \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 36.9 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot \ln\left(\frac{263}{273}\right) = -1.38 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Phasen-Umwandlu.: bei $T = \text{const.}$ ($273\text{ K}, 0^\circ\text{C}$)

$$\Delta_{\text{fus}} H = \Delta_{\text{fus}} S^\circ_{273} \cdot T_1 = 21.9 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot 273 = 5978.7$$

$$\Delta_2 S(\text{l} \rightarrow \text{s}) = \Delta_{\text{fus}} H / T = 5978.7 / 273 = -21.9 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$\Delta R S = \Delta_1 S(\text{l}) + \Delta_2 S(\text{l} \rightarrow \text{s}) + \Delta_3 S(\text{s}) = 2.82 - 21.9 - 1.38 = -20.46 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

- c) Die Entropie nimmt bei diesem Prozess ab. Geben Sie zwei mögliche Begründungen an, warum die Kristallisation des Wassers trotzdem spontan verläuft. (2 Punkte)

↓ Entropie Abnahme, trotzdem spontane Rekt

$$\Delta R H < 0$$

$$\Delta R S_{\text{umg}} > 0$$

Exothermer Prozess

$$\Delta G^\circ < 0$$

$$-\Delta R S_{\text{umg}} > 0$$

^^

Aufgabe 6: Reaktionskinetik (18 Punkte)

Der zeitliche Konzentrationsverlauf eines Eduktes A ist während einer **irreversibel** verlaufenden chemischen Reaktion bestimmt worden. Es soll untersucht werden, ob die Reaktion **erster oder zweiter Ordnung** in der Konzentration an A verläuft.

- a) Formulieren Sie die **differenziellen und integralen** Zeitgesetze der Änderung der Konzentration an A für beide Reaktionstypen. (4 Punkte)

1. Ordnung:

differenziell

$$v = - \frac{dc_A}{dt} = k_1 \cdot c_A$$

integral

$$c_A = c_A^0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

$$\ln \left[\frac{c_A}{c_A^0} \right] = -k \cdot t$$

2. Ordnung:

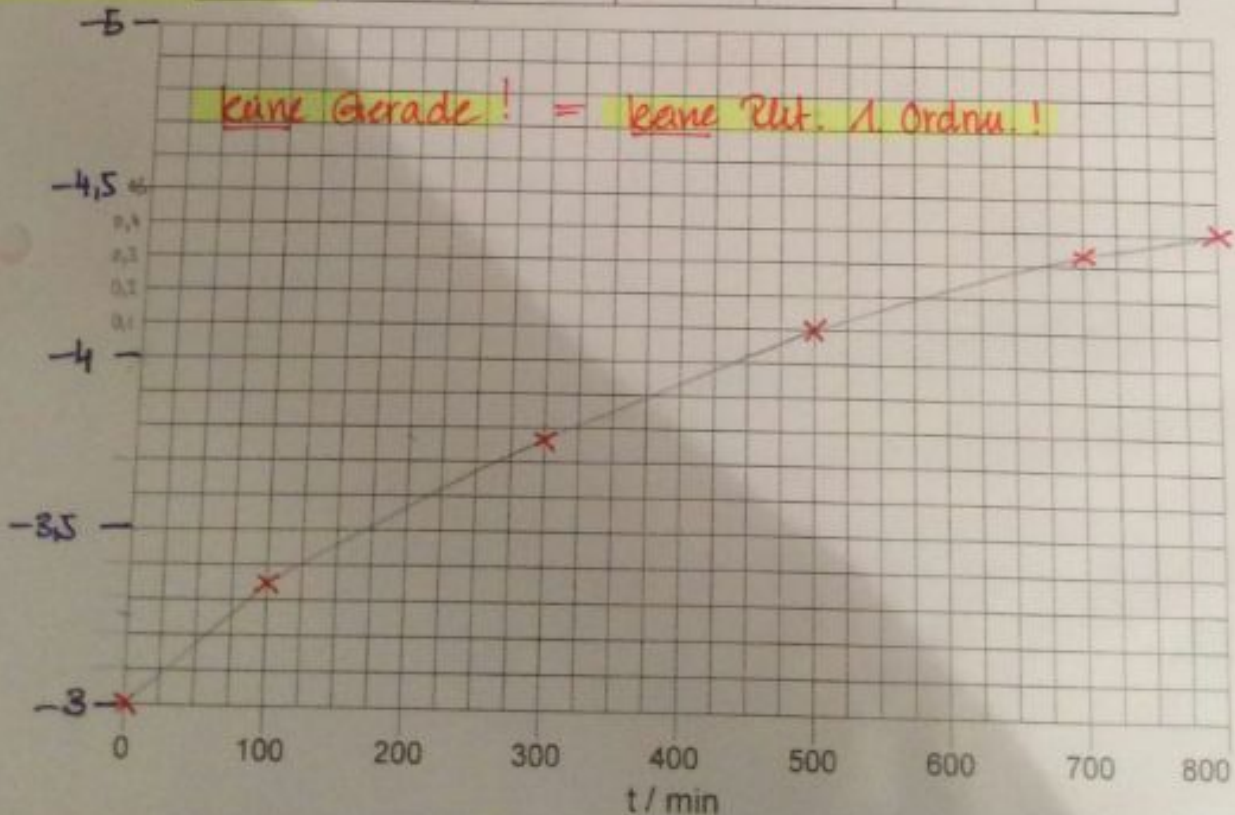
$$v = - \frac{dc_A}{dt} = k_2 \cdot c_A^2$$

$$\frac{1}{c_A} - \frac{1}{c_A^0} = k_2 \cdot t$$

$$\frac{1}{c_A} = \frac{1}{c_A^0} + k \cdot t$$

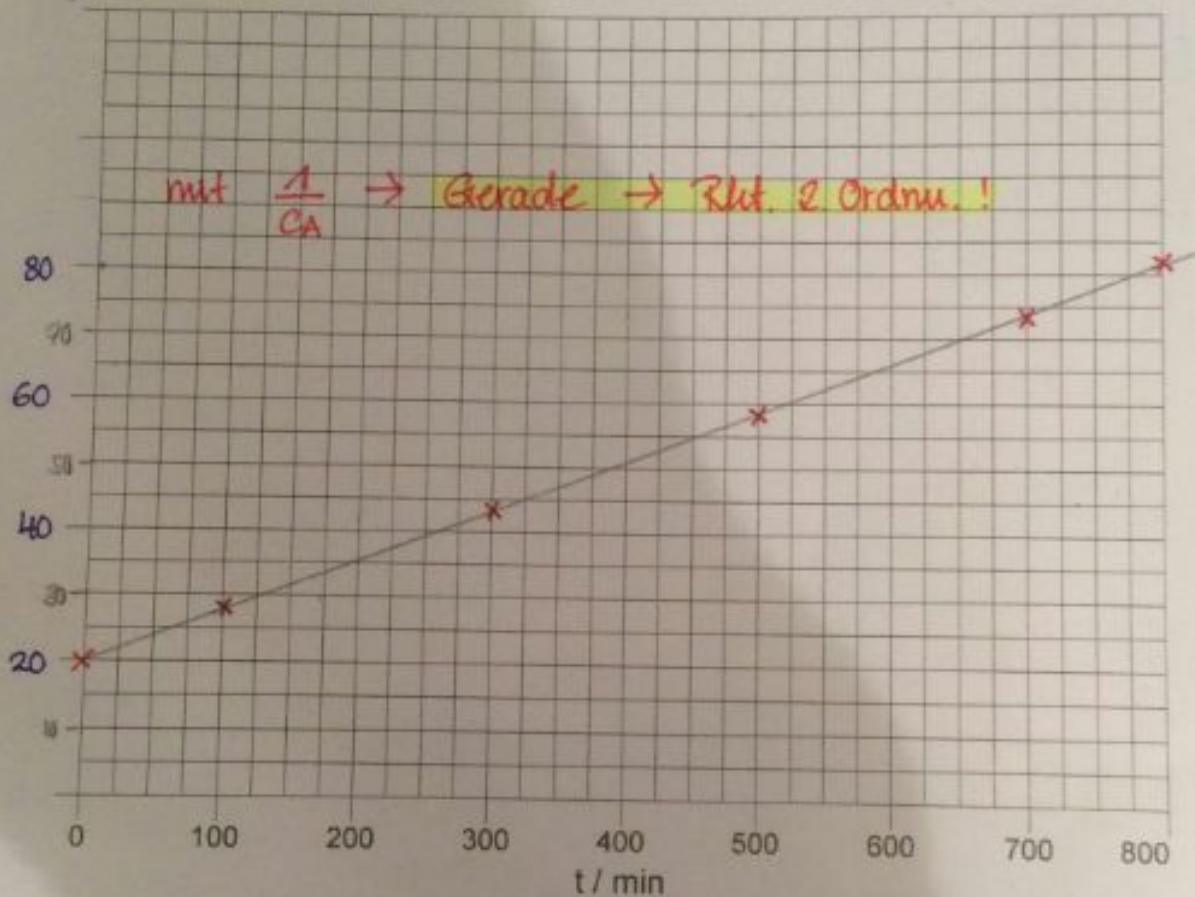
- b) Werten Sie die Messdaten nach einer Reaktion **erster Ordnung** in A aus. Nutzen Sie dazu die freien Kästchen in der Tabelle sowie den teilweise vorgefertigten Graphen. (5 Punkte)

t (s)	0	100	300	500	700	800
c _A (mol/L)	0.05	0.0355	0.0228	0.0168	0.0135	0.0123
<u>1. Ordnung</u> → ln(c _A)	-3	-3,34	-3,78	-4,1	-4,31	-4,4



- c) Werten Sie die Messdaten nach einer Reaktion zweiter Ordnung in A aus. Nutzen Sie dazu die freien Kästchen in der Tabelle sowie den teilweise vorgefertigten Graphen. (5 Punkte)

t / s	0	100	300	500	700	800
c_A / (mol/L)	0,05	0,0355	0,0228	0,0168	0,0135	0,0123
Rkt. 2. Ordnung $\rightarrow \frac{1}{c_A}$	20	28,2	43,86	59,52	74,1	81,3



- d) Welcher Ordnung gehorcht die Reaktion? Bestimmen Sie die Geschwindigkeitskonstante. (4 Punkte)

\rightarrow 2. Rkt. Ordnung.

$$1. \text{ Ordnung: } k_1(T) = - \frac{\ln \left[\frac{A}{A_0} \right]}{t} \rightarrow - \frac{\ln \left(\frac{0,0355}{0,05} \right)}{100} = 3,42 \cdot 10^{-3} \rightarrow k_1$$

$$2. \text{ Ordnung: } k_2(T) = \frac{\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A_0]}}{t} \rightarrow \frac{\frac{1}{0,0355} - \frac{1}{0,05}}{100} = 0,08 \rightarrow k_2$$

$$\underline{k} = k_2 - k_1 = 0,08 - 3,42 \cdot 10^{-3} = 0,0766 \sim \underline{\underline{0,08}}$$

$$\text{mit Steige: } \frac{59,52 - 43,86}{500 - 300} = 0,0783 \sim \underline{\underline{0,08}}$$