

Jede der Aufgaben 1-12 hat nur eine richtige (beste) Antwort.
 Jede richtige Antwort ergibt die angegebene Punktzahl.
 Eine falsche Antwort, keine Antwort oder mehr als eine Antwort ergibt 0 Punkte.

Aufgabe 1

(2,5 Punkte)

Sie erhalten eine Analyseprobe aus dem Ebeko-Vulkan mit einem geschätzten pH-Wert von -1,7. Von dieser Lösung nehmen Sie 200 ml und mischen Sie mit 500 ml einer Lösung mit pH 6,5.

Welcher pH-Wert wird für das resultierende Gemisch erwartet?

- 3,6 -1,2 2,4
 4,6 4,8 5,1

Aufgabe 2

(2,5 Punkte)

Eine Batteriezelle, die aus einer Redoxelektrode mit einem Zweielektronenübergang und einer Referenzelektrode mit $E_{\text{Referenz}} = 150 \text{ mV}$ besteht, liefert bei $25 \text{ }^\circ\text{C}$ eine elektromotorische Kraft von 300 mV. Das Standardreduktionspotenzial der Redoxelektrode beträgt $E^0(\text{Red/Ox}) = 391 \text{ mV}$.

Welchen Wert hat das Stoffmengenverhältnis $n(\text{Ox}) / n(\text{Red})$ in der Redoxelektrode?

- 2 10^2 10^{-2}
 -4 4 10^{-4}

Aufgabe 3

(2,5 Punkte)

Gegeben ist 0,25 Liter einer wässrigen Calciumchloridlösung der Konzentration $c = 2,0 \text{ mol/l}$. [Relative Atommassen: $M_r(\text{Ca}) = 40,1$; $M_r(\text{Cl}) = 35,5$; $M_r(\text{O}) = 16,0$; $M_r(\text{H}) = 1,0$]

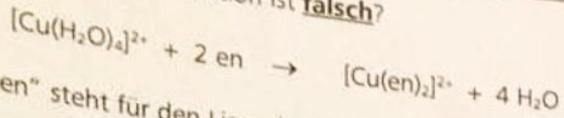
Welche der folgenden Aussagen ist **richtig**?

- Die Lösung enthält ungefähr
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> $2,4 \times 10^{24} \text{ Cl}^-$ -Ionen | <input type="checkbox"/> 2,0 mol Cl^- -Ionen |
| <input type="checkbox"/> 12×10^{23} Wassermoleküle | <input type="checkbox"/> 111 g Calciumchlorid |
| <input checked="" type="checkbox"/> $3,0 \times 10^{23} \text{ Ca}^{2+}$ -Ionen | |
| <input type="checkbox"/> kaum freie Ionen, da Calciumchlorid schwer löslich ist | |

Aufgabe 4

Welche Aussage zu folgender Reaktion ist **falsch**?

(2,5 Punkte)



Die Abkürzung „en“ steht für den Liganden 1,2-Diaminoethan ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$).

- () Der Ligand „en“ ist zweizählig.
 () Das Zentralkation ändert seinen Oxidationszustand nicht.
 () Der Produktkomplex hat ebenso wie der Ausgangskomplex die Koordinationszahl 4.
 () Es entsteht ein Chelatkomplex.
 () Es handelt sich um eine Ligandenaustauschreaktion.
 (x) Der Ligand bildet mit dem Zentralkation eine 6-Ringstruktur.

Aufgabe 5

(2,5 Punkte)

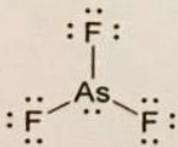
Die Elemente im Periodensystem der Elemente werden häufig unterschieden in Metalle und Nichtmetalle. Welche Aussage hierzu ist **falsch**?

- () Insgesamt finden sich im Periodensystem der Elemente (PSE) mehr Metalle als Nichtmetalle.
 () In den ersten beiden Hauptgruppen des PSE findet man Metalle.
 (x) Die Bindung in Metallen kommt durch Elektronenpaarbindung zwischen den Metallatomen zustande.
 () Der Schmelzpunkt von Metallen kann in einem sehr weiten Temperaturbereich variieren.
 () In den meisten Metallen bilden die Atome eine hexagonal oder kubisch dichteste Kugelpackung aus.
 () Bei einer Reaktion eines Metalls mit einem Nichtmetall fungiert das Metall typischerweise als Reduktionsmittel.

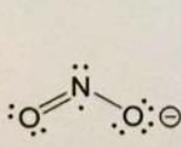
Aufgabe 6

(2,5 Punkte)

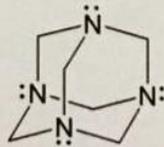
Welche der Strukturformeln **1-6** stellt **keine richtige** Valenzschreibweise der jeweiligen Verbindung dar?



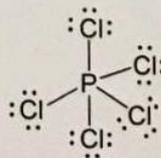
() 1



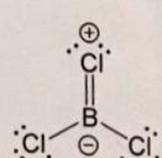
(x) 2



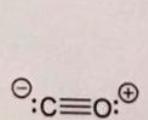
() 3



() 4



() 5



() 6

Aufgabe 7

(2,5 Punkte)

Welche Aussage zur Verbindung Natriumhydrogencarbonat ist **falsch**?

- Die Verbindung ist ein Ampholyt.
- Die Verbindung ist leicht löslich in polaren Lösungsmitteln wie Wasser.
- Die Verbindung kann zu Natriumcarbonat oxidiert werden.
- Die Verbindung enthält ionisch gebundenes Natrium.
- Zur quantitativen Bestimmung der Menge an Natriumhydrogencarbonat kann eine entsprechende wässrige Lösung sowohl mit einer starken Säure als auch starken Base titriert werden.
- Bei Zugabe von H_3PO_4 -Lösung bildet sich kein Wasserstoffgas.

Aufgabe 8

(2,5 Punkte)

Gegeben sei folgende Komplexverbindung: $[\text{FeBr}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl} \times 3 \text{H}_2\text{O}$

Welcher ist der korrekte Name für diese Verbindung?

- Tetraaquadibromochloroferrat(III) - Trihydrat
- Triaquadichloroferrat(II)bromid - Hydrat
- Triaquamonochloroeisen(II)bromid - Tetrahydrat
- Dichlorotetraquaferato(II)bromid - Hydrat
- Tetraaquadibromoeisen(III)chlorid - Trihydrat
- Triaquadibromoeisen(VI)chlorid - Tetrahydrat

Aufgabe 9

(2,5 Punkte)

Bei folgender Reaktion hat sich ein Gleichgewicht eingestellt: $2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{Br}^- \rightleftharpoons 2 \text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2$

Welche der folgenden Aussagen ist **falsch**?

- Wenn man das Brom durch Destillieren aus dem System entfernt, kann das gesamte Fe^{3+} zu Fe^{2+} umgesetzt werden.
- Eine Erhöhung der Bromid-Ionenkonzentration würde das Gleichgewicht nach rechts verschieben.
- Es handelt sich um eine Redoxreaktion, bei der das Bromid als Reduktionsmittel wirkt.
- Es handelt sich um eine Redoxreaktion, bei der Fe^{3+} reduziert wird.
- Durch Zugabe eines Liganden, der mit Fe^{3+} -Ionen einen stabilen Komplex bildet, nicht aber mit Fe^{2+} -Ionen, würde sich die Konzentration an Bromid-Ionen im Gleichgewicht erhöhen.
- Durch Zusatz eines geeigneten Katalysators kann die Reaktion vollständig auf die Produktseite verschoben werden.

Aufgabe 10

(2,5 Punkte)

- Welche Aussage zum Periodensystem der Elemente ist **falsch**?
- Für einige Elemente gibt es neben stabilen Isotopen auch analytisch verwendbare radioaktive Isotope.
 - In einer Gruppe sind jeweils chemisch verwandte Elemente zusammengefasst.
 - Die Elemente sind ausnahmslos nach steigender Kernladungszahl geordnet.
 - Innerhalb der Nebengruppen werden von einem Element zum nächsten innere Elektronenschalen aufgefüllt.
 - Die biochemisch wichtigen Hauptgruppenelemente C, O und S befinden sich in der 2. und 3. Periode.
 - Im Periodensystem fallen die 1. Ionisierungsenergien von links nach rechts innerhalb einer Periode.

Aufgabe 11

(2,5 Punkte)

- Welche der folgenden Aussagen zur Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion ist **richtig**?
- Eine Reaktion dritter Ordnung wird praktisch nicht beobachtet, da es äußerst unwahrscheinlich ist, dass drei Teilchen zum selben Zeitpunkt zusammenstoßen.
 - Der radioaktive Zerfall folgt einem Geschwindigkeitsgesetz nullter Ordnung, da die Reaktionsgeschwindigkeit unabhängig von allen äußeren Einflüssen ist.
 - Wartet man bei einer Reaktion erster Ordnung etwas mehr als drei Halbwertszeiten ab, so ist die Eduktmenge auf 5% der Anfangsmenge gesunken.
 - Eine exergone Reaktion ($\Delta G < 0$) verläuft schnell, da die freie Enthalpie kontinuierlich sinkt.
 - Die Geschwindigkeit der Reaktion $A + B \rightarrow P$ hängt immer von beiden Eduktkonzentrationen ab.
 - Die Anwesenheit eines Katalysators kann die Reaktionsgeschwindigkeit erhöhen, indem er die Reaktionsenthalpie stärker negativ macht.

Aufgabe 12

(2,5 Punkte)

- Welche Aussage zum Löslichkeitsverhalten chemischer Verbindungen ist **falsch**?
- Iod ist wesentlich besser löslich in CCl_4 oder Kohlenwasserstoffen als in Wasser.
 - Unedle Metalle lösen sich in wässriger Säure, wobei aus dem Metallgitter gelöste Atome entstehen.
 - Quarz (SiO_2) ist trotz seiner polaren Bindung in Wasser (H_2O) unlöslich, weil dabei viele kovalente Bindungen gebrochen werden müssten.
 - Salze wie KCl lösen sich nur sehr wenig in unpolaren Lösungsmitteln, weil die Solvatationsenergien nicht ausreichen, um die Gitterenthalpie zu kompensieren.
 - Zur H_2O -Löslichkeit von Glucose trägt die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen wesentlich bei.
 - Ethanol ist vollständig mit H_2O mischbar, weil die Wechselwirkungen zwischen H_2O und Ethanolmolekülen ähnlich stark sind, wie diejenigen zwischen H_2O - bzw. Ethanolmolekülen alleine.

NAME:

Bei Aufgabe 13 gibt es je Kästchen eine Antwort (Platznummer). Jede richtige Antwort ergibt 1 Punkt, jede falsche oder keine/fehlende Antwort 0 Punkte.

(6 Punkte)

Aufgabe 13

Ordnen Sie die folgenden Substanzen nach zunehmender Basenstärke, d. h. von sauer über neutral zu basisch (soweit zutreffend). Damit ist Nummer „1“ die stärkste Säure und Nummer „6“ die basischste Substanz. Tragen Sie dazu die Platznummern 1 – 6 in die Kästchen unter jede Verbindung ein.

LiCl	HI	H ₂ CO ₃	LiOH	HCl	H ₃ PO ₄
5	1	4	6	2	3

Bei Aufgabe 14 gibt es mehrere zutreffende Antworten: jede richtige ergibt +1 Punkt, jede falsche -1 Punkt, keine/fehlende Antwort 0 Punkte. Als Summe kann kein negativer Wert entstehen (= minimale Punktzahl der Aufgabe ist 0 Punkte).

(5 Punkte)

Aufgabe 14

Kaliumpermanganat hat ein Absorptionsmaximum bei 525 nm. Bei dieser Wellenlänge beträgt der Absorptionskoeffizient $\epsilon_{(525 \text{ nm})} = 4 \times 10^3 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Für eine wässrige KMnO₄-Lösung der Schichtdicke 20 mm wird bei dieser Wellenlänge die Absorbanz A = 2 gemessen.

Welche der folgenden Aussagen sind falsch?

- () Wenn die Schichtdicke auf 1 cm halbiert wird, verzehnfacht sich die gemessene Transmission.
- () Wenn die Wellenlänge ausgehend von 525 nm um einige nm erniedrigt wird, dann erniedrigt sich auch die gemessene Absorbanz.
- (x) Das Lambert-Beer'sche Gesetz kann für so intensiv farbige Verbindungen wie KMnO₄ nicht angewendet werden.
- () Wenn die KMnO₄-Lösung auf das doppelte Volumen verdünnt wird, steigt die gemessene Transmission auf den Wert 0,1.
- (x) Die Farbe der Lösung ist darauf zurückzuführen, dass die Lösung den violetten Anteil des eingestrahnten Lichts absorbiert.
- (x) Von der eingestrahnten Intensität erreicht nur 1/10 den Detektor des Photometers.
- (x) Wenn man die Messung bei 510 nm durchführt, ist der Absorptionskoeffizient größer.
- () Für die KMnO₄-Konzentration gilt $c(\text{KMnO}_4) = 0,25 \text{ mmol/l}$.
- () Die Transmission beträgt $0,01 \pm 1\%$.
- (x) Die intensive Farbe von KMnO₄ beruht auf einem Elektronenübergang zwischen verschiedenen d-Orbitalen des Mangans.

Bei Aufgabe 15 gibt jede richtige Antwort 1 Punkt, jede falsche oder keine/fehlende Antwort 0 Punkte.

Aufgabe 15

(8 Punkte)

Teilen Sie die im Folgenden gegebenen Verbindungen nach ihrem Bindungscharakter ein und kennzeichnen Sie die Verbindungen entsprechend.

ionisch

kovalent (mehr oder weniger polare Bindungen)

ionisch und kovalent

metallisch

keine der obigen Kategorien

→ I
 → K
 → IK
 → M
 → O

 K_2SO_4

IK

Ar

O

Na

M

LiCl

I

HI

K

 H_2SO_4

K

 Co_0

K

 NaI_3

IK

Aufgabe 16

(13 Punkte)

Welche der im Folgenden genannten Eigenschaften **treffen zu**? Mehrfachzuordnungen sind möglich.

Achtung: Es dürfen nur **maximal 13 Kreuze** eingetragen werden (= es gibt 13 richtige Antworten, 13 x 1 Punkt). Für falsche Antworten werden keine Punkte abgezogen.

Werden mehr als 13 Antworten gegeben, erhält man für die gesamte Aufgabe 0 Punkte.

Folgende Eigenschaft trifft zu auf Verbindung/Substanz:	$[Co(NH_3)_6]Cl_3$	Ar	O_3^-	NO	H_2SO_4	PH_3	SO_3
Die Verbindung ist nicht existenzfähig, weil sie die Oktett-Regel verletzt.			x				
Die Verbindung kann leicht oxidiert werden.				x		x	
Es handelt sich um eine Komplexverbindung.	x						
Die Struktur der Verbindung wird durch mehrere mesomere Grenzstrukturen beschrieben.				x	x		x
Es handelt sich um eine Molekülverbindung ohne Netto-Dipolmoment.							x
Die Verbindung ist eine starke Brønsted-Säure.					x		
Die Verbindung ist farbig.	x						
Die Substanz liegt elementar vor.		x					
Die Verbindung ist ein Radikal.				x			
Die Verbindung kann als starke Lewis-Base fungieren.						x	

Aufgabe 17

(6 Punkte)

Coffein ($C_8H_{10}N_4O_2$; $M = 194,2$) ist eine schwache Base mit einem pK_B -Wert von 10,4

- a) Ermitteln Sie den pH-Wert einer Lösung, die 445 mg Coffein in 200 ml Wasser enthält. 3 P
- b) Anschließend wird das Coffein mit einer wässrigen HCl-Lösung titriert, wobei bis zum Äquivalenzpunkt exakt 50,0 ml der HCl-Lösung benötigt wurden. Berechnen Sie den pH-Wert für das entstandene Reaktionsgemisch. 3 P

Lösung:

a) Die molare Masse von Coffein errechnet sich als Summe der Atommassen zu 194,2 g/mol. Damit beträgt die Stoffmengenkonzentration der vorliegenden Lösung

$$c(\text{Coffein}) = \frac{\beta(\text{Coffein})}{M(\text{Coffein})} = \frac{m(\text{Coffein})}{M(\text{Coffein}) \cdot V} = \frac{0,445 \text{ g}}{194,19 \text{ g/mol} \cdot 0,200 \text{ L}} = 1,14 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \left. \vphantom{\frac{0,445 \text{ g}}{194,19 \text{ g/mol} \cdot 0,200 \text{ L}}} \right\} \textcircled{1}$$

Mit $K_B = 10^{-pK_B} = 10^{-10,4}$ ergibt sich:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_B \cdot [\text{Coffein}]} = \sqrt{10^{-10,4} \cdot 1,14 \cdot 10^{-2}} = 6,75 \cdot 10^{-7} \quad \left. \vphantom{\sqrt{10^{-10,4} \cdot 1,14 \cdot 10^{-2}}} \right\} \textcircled{1}$$

$$c(\text{OH}^-) = 6,75 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$pOH = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg(6,75 \cdot 10^{-7}) = 6,17 \quad \left. \vphantom{-\lg(6,75 \cdot 10^{-7})} \right\} \textcircled{1}$$

$$pH = 14 - 6,17 = 7,83$$

b) Die Stoffmenge des protonierten Coffeins (Coffein- H^+) am Äquivalenzpunkt ist natürlich identisch zur ursprünglich vorliegenden Stoffmenge an Coffein. Da sich das Volumen von 200 mL durch Zugabe des Titrators auf 250 mL erhöht hat beträgt die Konzentration nun:

$$c(\text{Coffein-}H^+) = \frac{n(\text{Coffein})}{V_{AP}} = \frac{2,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} = 9,17 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \textcircled{1}$$

Der pK_S -Wert der korrespondierenden Säure zu Coffein beträgt $pK_S = 14 - pK_B = 3,6$.

Damit erhält man für den pH-Wert am Äquivalenzpunkt:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_S \cdot [\text{Coffein-}H^+]} = \sqrt{10^{-3,6} \cdot 9,17 \cdot 10^{-3}} = 1,52 \cdot 10^{-3} \quad \left. \vphantom{\sqrt{10^{-3,6} \cdot 9,17 \cdot 10^{-3}}} \right\} \textcircled{1}$$

$$c(\text{H}^+) = 1,52 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$pH = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(1,52 \cdot 10^{-3}) = 2,82 \quad \textcircled{1}$$

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_B - \lg c_0(B^-))$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - \frac{1}{2} (pK_B - \lg c_0(B^-))$$

$$pH = \frac{1}{2} (14 + pK_S + \lg[B^-])$$

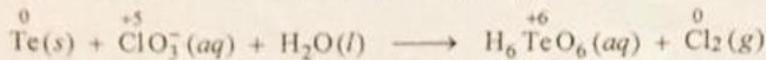
Aufgabe 18

(5 Punkte)

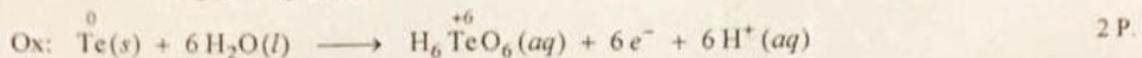
Orthotellursäure (H_6TeO_6) kann durch Oxidation von elementarem Tellur mit Chlorat (ClO_3^-) hergestellt werden, das dabei zu Chlorgas reduziert wird.

Geben Sie die Oxidationszahlen für diejenigen Elemente an, deren Oxidationszahlen sich ändern, formulieren Sie die Redoxgleichungen und fassen Sie diese zur Gesamtgleichung zusammen.

Das elementare Tellur wird zu seiner höchsten Oxidationsstufe +6 oxidiert; als Oxidationsmittel fungiert das Chlorat mit Chlor in der Oxidationsstufe +5, das zu elementarem Chlor reduziert wird. Die Oxidationszahlen von Wasserstoff und Sauerstoff bleiben unverändert.



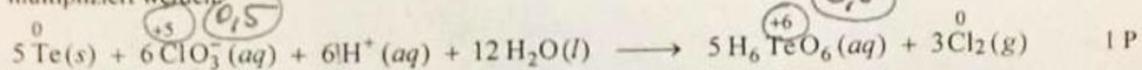
Die Oxidationsteilgleichung lautet:



Für die Reduktionsteilgleichung gilt:



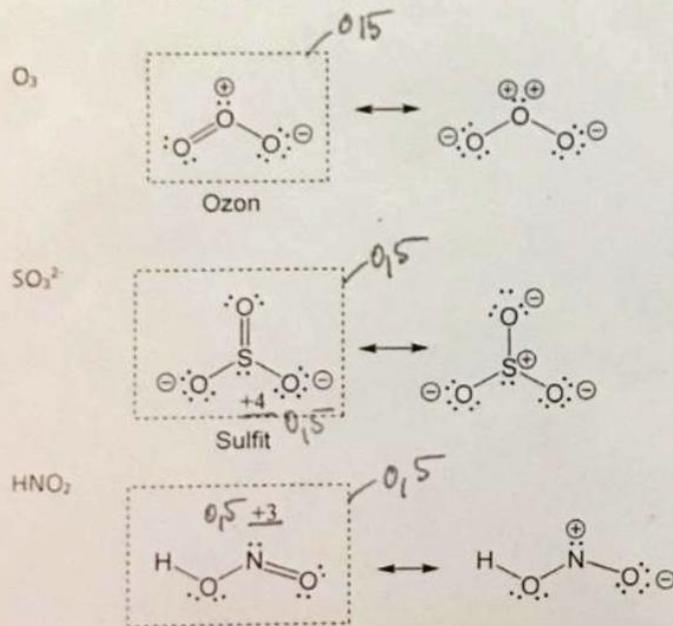
Für die Gesamtgleichung muss die Oxidationsteilgleichung mit 5 und die Reduktionsteilgleichung mit 3 multipliziert werden.



Aufgabe 19

(14 Punkte)

a) Formulieren Sie je zwei gültige, elektronisch signifikant unterschiedliche Valenzstrichformeln mit allen Valenzelektronen für Ozon O_3 , Salpetrige Säure HNO_2 , sowie das Sulfit-Ion SO_3^{2-} . Markieren Sie auch jeweils die wichtigste Valenzstruktur. Geben Sie die Oxidationszahlen für Schwefel und Stickstoff in den Verbindungen SO_3^{2-} und HNO_2 an. (8,5 P.)



je ① für
jede Struktur

$\Sigma 8,5$

Aufgabe 21

(6 Punkte)

Im Allgemeinen hängt die Geschwindigkeit (und damit auch die Geschwindigkeitskonstante) einer chemischen Reaktion von der Temperatur sowie von der sogenannten Aktivierungsenergie (E_A) ab

a) Formulieren und benennen Sie die Gleichung, die den Zusammenhang von $k(T)$, T und E_A wiedergibt.

Es handelt sich um die Arrhenius-Gleichung

$$k(T) = k_\infty \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{R \cdot T}\right) \quad \text{1,5} \quad \rightarrow \ln k(T) = \ln k_\infty - \frac{E_A}{RT} *$$

b) Angenommen die Geschwindigkeitskonstante k einer beobachteten Reaktion verdoppelt sich, der RGT-Regel entsprechend, bei einer Temperaturerhöhung von 27°C auf 37°C . Welche Aktivierungsenergie (E_A) besitzt diese Reaktion dann? ($R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

Zur Lösung der Aufgabe muss die Arrhenius-Gleichung für zwei Temperaturen (und damit auch den zugehörigen k Konstanten) formuliert werden

$$T_2 = 27^\circ\text{C}$$

$$k(300) = k_\infty \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{R \cdot 300\text{K}}\right)$$

$$T_1 = 37^\circ\text{C}$$

$$k(310) = k_\infty \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{R \cdot 310\text{K}}\right)$$

$$\left. \begin{array}{l} k(300) = k_\infty \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{R \cdot 300\text{K}}\right) \\ k(310) = k_\infty \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{R \cdot 310\text{K}}\right) \end{array} \right\} \text{Abziehen der ln-Form (*)}$$

$$\ln k(T_1) - \ln k(T_2) = \ln k_\infty - \frac{E_A}{RT_1} - \ln k_\infty + \frac{E_A}{RT_2}$$

Herleitung 1

Beide k Konstanten voneinander abziehen eliminiert das k_∞

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_A}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

Auflösen nach E_A und Einsetzen der Werte:

$$E_A = \frac{1}{\left(\frac{1}{300\text{K}} - \frac{1}{310\text{K}}\right)} \cdot 8,314 \text{ J/K mol} \cdot \ln 2 = 54 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$$

Einsetzen 1

$$E_A = \frac{1}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \cdot R \cdot \ln \frac{k(T_1)}{k(T_2)}$$

Verdoppelung der Reaktionsgeschwindigkeit

$$\rightarrow k(T_1) = 2k(T_2)$$

0,5