

CHEMIE

Maturitätsprüfung

2009

Klasse 4 n a / b

Datum 9. Juni 2009

8⁰⁰-11⁰⁰

Lehrer: Steiger Rainer

Name:

Gesamtpunktzahl:

Note:

Es sind nur die abgegebenen Tabellen sowie der eigene Taschenrechner als Hilfsmittel erlaubt.

Überlegungen und Lösungswege sind immer anzugeben, Resultate ohne Lösungsweg und ohne Einheiten werden als nicht richtig bewertet.

Die Lösung bitte bei der entsprechenden Aufgabennummer dazuschreiben! Sollte zu wenig Platz sein oder eine Korrektur gemacht werden müssen, mit einem Vermerk auf der gegenüberliegenden Rückseite schreiben.

Nicht mit Bleistift schreiben.

Ich wünsche viel Erfolg und auch ein wenig Glück!

1. Teil: Multiple-Choice und andere Kurzaufgaben.

Diese Aufgaben sind ohne Kommentar zu lösen. Bei Multiple-Choice-Aufgaben sind jeweils null bis alle Aussagen richtig oder falsch. Die richtigen Aussagen sind **eindeutig** anzukreuzen. Nicht bezeichnete Aussagen werden als falsche Aussagen taxiert! Wenn nichts anderes angegeben so gibt es pro Aufgabe maximal 3 Punkte.

1.1) Welche Aussage(n) ist (sind) vollständig richtig?

Eine 1molare HCl-Lösung (also 1 mol/l)

- ist 1%
- ist 10%
- hat $\text{pH}=1$
- hat $\text{pH} = 0$
- ist zwischen 1% und 10%

1.2) Welche Aussage(n) ist (sind) vollständig richtig?

Ein Gleichgewicht liegt „rechts“, wenn ...

- das mathematische Produkt der Produktkonzentrationen grösser ist als das mathematische Produkt der Eduktkonzentrationen.
- die Reaktionsentropie positiv ist.
- die Reaktionsentropie positiv ist und die Reaktionsenthalpie negativ ist.
- die Reaktionsentropie positiv ist und die Reaktionsenthalpie positiv ist.
- die Reaktion exotherm ist.

1.3) Welche Aussage(n) ist (sind) vollständig richtig?

Um die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion zu erhöhen, kann ...

- die Temperatur erhöht werden.
- die Konzentration der Edukte erhöht werden.
- der Druck bei einer Gasreaktion erhöht werden.
- die Entropie der Produkte vergrössert werden.
- die reaktive Oberfläche bei einer Zweiphasenreaktion vergrössert werden.

1.4) Welche Aussage(n) ist (sind) vollständig richtig?

Für eine Reaktion mit $K > 1$ gilt:

- $\Delta H > 0$ und $\Delta S > 0$.
- $\Delta G < 0$
- $\Delta G > 0$ und $\Delta H < 0$
- $\Delta H > \Delta S$
- $\Delta H < 0$ und $\Delta S > 0$

Aufgabe 1.5 und 1.6: Der pH einer **schwachen** Säure berechnet sich gemäss folgender Formel: $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_s - \log(c(\text{HA})))$

1.5) Welche Aussage(n) ist (sind) vollständig richtig?

- Eine 0.01 mol/l Salzsäure weist einen pH von 2 auf
- Eine 10^{-14} mol/l Salzsäure weist einen pH von 14 auf
- Der pK_s -Wert ist vergleichbar mit der Tendenz einer Säure, Protonen abzugeben.
- Je kleiner der pK_s -Wert desto schwächer ist die Säure
- 0.6 g Essigsäure ($\text{pK}_s=4.8$) in 1 l Wasser ergeben einen pH von 3.4

1.6) Für eine organische Säure mit einem pK_s -Wert von 5 gilt folgendes:

- Der pH-Wert einer 1 mol/l wässrigen Lösung dieser Säure beträgt 5.
- Der pK_B -Wert der konjugierten Base dieser Säure beträgt 9.
- In einer wässrigen Lösung ist die Säure vollständig deprotoniert.
- Die wässrige Lösung dieser organischen Säure leitet den Strom.

1.7) Welche Aussage(n) ist (sind) vollständig richtig?

Wenn ein mol Wasserdampf aus den Elementen gebildet wird, dann...

- wird ein mol Sauerstoff verbraucht.
- wird gleichzeitig ein mol Kohlendioxid gebildet.
- werden 2 g Wasserstoff verbraucht.
- werden 9 ml Wasser bei der Kondensation des Produktes gebildet.

1.8) Welche der folgenden Teilchen können als Säure/Base-Ampholyt wirken?

- H_3O^+
- HSO_4^-
- H_2
- NO_3^-
- H_2O

1.9) Zwischenresultate erwünscht. (a, b und c je 2 Punkte, d 3Punkte)

a) 50 ml einer 0.01 mol/l Salzsäure-Lösung (HCl) werden auf 500 ml verdünnt. Dann werden 25 ml 0.01 mol/l Bariumhydroxidlösung zugegeben. Berechne den pH-Wert dieser Mischung.

b) Aus 10% Natronlauge (NaOH-Lösung) wird eine 0.5 mol/l Lösung gemacht. Wie?

c) Zu 50 ml 0.1 mol/l Salzsäure werden 30 ml 0.2 mol/l Natronlauge (NaOH) gegeben. Berechne den pH-Wert.

d) 100 ml 0.05 mol/l Salzsäure werden versetzt mit 100 mg Calciumcarbonat ('Kalk'). Berechne den pH-Wert. Tipp: als Produkte entstehen CaCl_2 , CO_2 sowie H_2O .

1.10) Welche Oxidationszahlen haben die unter a) bis e) aufgeführten Atome in den entsprechenden Stoffen A) bis E)? (5 Punkte)

Die richtige Oxidationszahl ist mit dem Vorzeichen anzugeben.

- | | |
|---------------------------------------|------|
| A) HNO_2 | a) N |
| B) H_2O | b) O |
| C) CHFNH_2OH | c) C |
| D) CH_3OH | d) C |
| E) UO_2^+ (kein Druckfehler) | e) U |

1.11) Zeichne jeweils **zwei** beliebige, aber unterschiedliche Moleküle, welche aus einem Kohlenstoff-Wasserstoff-Gerüst sowie folgender funktioneller Gruppe bestehen (Skelett-Formeln sind erlaubt). (4 Punkte)

a) Alken

b) Alkin

c) Ether

d) Alkohol

e) Säure

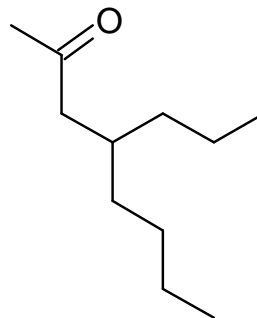
f) Ester

g) Aldehyd

h) Keton

1.12) Bei der abgebildeten Struktur handelt es sich um ... (1 Punkt)

- 4-Butylheptan-2-on
- 4-Propyloctan-2-on
- 4-Propylheptan-2-on
- 4-Propyl-2-on-octan
- weder noch



1.13) Ein Zinkstab und ein Kupferstab werden in ihre entsprechenden Ionenlösungen (Zinksulfat-Lösung und Kupfersulfat-Lösung, jeweils 1 molar) gestellt und leitend miteinander verbunden.

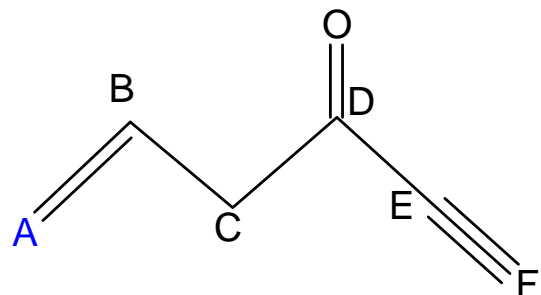
- Dies ist das typische Daniell-Element
- Die gemessene Spannung beträgt 1.23 V
- Der Zinkstab entspricht der Minus-Elektrode.
- Die gemessene Spannung liesse sich vergrössern, wenn jeweils eine 2 molare Lösung verwendet werden würde.
- Die gemessene Spannung liesse sich vergrössern, wenn anstelle des Kupferstabes ein Silberstab (mit entsprechender Silbersulfatlösung, 1 molar) genommen werden würde.

1.14) Streiche im Text die falschen Worte durch, so dass die Aussagen wahr werden!

In die Zinkiodidlösung taucht man zwei Graphitelektroden und legt eine Gleichspannung an. Eine der Elektroden ist mit dem Minuspol leitend verbunden, sie ist dadurch **positiv/negativ** geladen. Diese Elektrode wird **Anode/Kathode** genannt. Sie hat einen Elektronenüberschuss und zieht deshalb **positiv/negativ** geladene Ionen an. Diese Ionen bezeichnet man als **Anionen/Kationen**, im Beispiel sind es Zn^{2+} -Ionen. Aus der Abscheidung von Zink an der **Anode/Kathode** kann man schliessen, dass die Zinkionen Elektronen **aufnehmen/abgeben** und zu **Zinkatomen/Zinkionen** werden.

1.15) Gib die Hybridisierung der mit A bis F bezeichneten C-Atome in den folgenden Verbindungen an. (1.5 P.)

	sp	sp ²	sp ³	sp ⁴
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



2. Teil: Anwendungsaufgaben

2.1) Thema Stöchiometrie. In einem dichten Raum von 100m^3 und gefüllt mit Luft, wird eine noch zu bestimmende Menge Propangas vollständig verbrannt.

Annahmen: - Temperatur bleibt konstant bei 20°C

- Anfangsdruck: 1bar

- alle Edukte und Produkte seien gasförmig

- ideales Gas

a) Stelle die komplette (und ausgeglichene) Reaktionsgleichung dieser Verbrennung auf. (1 P.)

b) Wie viel Gramm Butangas kann verbrannt werden? (2 P.)

c) Wie ändert sich der Druck im Raum? Begründe die Aussage kurz. (0.5 P.)

2.2) Thema ZMK. Die Moleküle folgender Verbindungen besitzen ähnliche Molekülmassen und sind etwa gleich gross: Methansäure, Ethanal und Propan.

a) Zeichne die Skelettformel der Moleküle (0.75 P.)

Methansäure

Ethanal

Propan

b) Ordne die nachfolgenden Siedetemperaturen diesen Verbindungen zu und begründe die Zuordnung: 21°C, 101°C, -42°C. (1.5 P.)

c) Mache eine Aussage über die Wasserlöslichkeit der Verbindungen und begründe sie. (1.5 P.)

2.3) Thema ZMK. Gegeben sind folgende Flüssigkeiten: Hexan, Schwefelsäure, Decan, Phosphorsäure, Glycerin (Propantriol), Diethylether, Essigsäureethylester.

a) Zeichne die Skelettformel der Moleküle (3.5 P.)

Hexan

Schwefelsäure

Decan

Phosphorsäure

Glycerin

Diethylether

Essigsäureethylester

b) Die Viskosität (Zähflüssigkeit) einer Flüssigkeit hängt wie von den ZMK's ab? (1P.)

c) Ordne die gegebenen Flüssigkeiten nach ihrer Viskosität bei Zimmertemperatur in zwei folgende Gruppen 'dünnflüssig' sowie 'zähflüssig' und begründe ihre Zuordnung. (1 P.)

2.4) Thema Salze. Es liegen folgende Salze vor: Cäsiumchlorid, Natriumchlorid, Natriumbromid, Natriumiodid, Magnesiumoxid.

a) Formuliere die Verhältnisformeln (z.B. NaCl) dieser Salze und gib jeweils an, aus welchen Ionen sie aufgebaut sind. (1.25 P.)

Verhältnisformel

Ionen

Cäsiumchlorid:

Natriumchlorid:

Natriumbromid:

Natriumiodid:

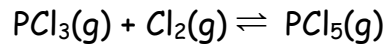
Magnesiumoxid:

b) Formuliere das Gesetz von Coulomb. (0.5 P.)

c) Ordne die Salze nach steigenden Gitterenergien und begründe die Anordnung. (2.0 P.)

d) Ordne die folgenden Schmelztemperaturen den angegebenen Salzen zu und begründe die Zuordnung mit einem Satz. Schmelztemperaturen: 626°C , 2800°C , 650°C , 800°C , 747°C . (1.0 P.)

2.5) Thema Reaktionskinetik. Phosphortrichlorid reagiert mit Chlor zu Phosphorpentachlorid. Dabei stellt sich ein chemisches Gleichgewicht ein:



In einem Behälter mit dem Volumen $V = 50$ Liter wird eine Stoffportion Phosphortrichlorid mit der Stoffmenge $n = 20$ mol und eine Stoffportion Chlor mit der Stoffmenge $n = 30$ mol auf eine Temperatur von 300°C erhitzt. Nach der Gleichgewichtseinstellung findet man im Behälter eine Stoffmenge Phosphorpentachlorid von $n(\text{PCl}_5) = 8$ mol.

a) Gib die Stoffmengen von Phosphortrichlorid und Chlor im Gleichgewichtszustand an. (1 P.)

b) Formuliere das Massenwirkungsgesetz dieser Reaktion und berechne die Gleichgewichtskonstante. (2.0 P.)

c) Wird der Behälter auf 180°C abgekühlt, so liegt im Gleichgewichtszustand eine Stoffmenge Phosphorpentachlorid von $n = 12$ mol vor. Begründe mit Chatelier ob die Reaktion endotherm oder exotherm ist. (1.0 P.)

d) Begründe mit Chatelier, wie sich die Stoffmenge an Phosphortrichlorid verändert, wenn man das Volumen des Reaktionsgefässes vergrössert. (1.0 P.)

2.6) Thema Thermodynamik. Zahlreiche chemische Reaktionen werden ausschliesslich zur Nutzung der dabei frei werdenden thermischen Energie durchgeführt, wie z.B. die Verbrennung von gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen, Kohle und Holz. Hierauf basiert ein sehr grosser Teil unserer gesamten Energieversorgung.

a) Schreibe die Reaktionsgleichung der vollständigen Verbrennung von Methan resp. Propan auf. (1.0 P.)

Methanverbrennung:

Propanverbrennung:

b) Welche Stoffportion setzt bei ihrer vollständigen Verbrennung mehr thermische Energie frei, $m(\text{Methan}) = 1 \text{ kg}$ oder $m(\text{Propan}) = 1 \text{ kg}$? Berechne die beiden Verbrennungsenthalpien. (5.5 P.)

Angabe: molare Standard-Bildungsenthalpien:

$$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = - 242 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{Methan}) = - 75 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) = - 393 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{Propan}) = - 104 \text{ kJ/mol}$$

2.7) Thema Thermodynamik. Einige Ionen weisen einen negativen Entropiewert auf. Wieso? Eine Vermutung genügt. (1.0 P.)

2.8) Thema ... Mischt man ein Liter Wasser mit einem Liter Ethanol, so ergibt sich ein Gesamtvolumen von weniger als zwei Liter. Gib **zwei** mögliche Gründe für dieses Verhalten an. Hinweis: es wird nichts verschüttet oder geht irgendwie verloren. (2.0 P.)

2.9) Thema Thermodynamik und Säure-Base

a) Wie gross ist das Ionenprodukt von Wasser? Einheiten nicht vergessen. (0.5 P.)

b) Berechne nun das Ionenprodukt von Wasser aus der freien Gibbschen Energie bei Raumtemperatur, also 25°C. Berechnung angeben. (2.0 P.)

Hinweise: Konstante $R = 8.314 \text{ J}/(\text{mol K})$,

$\Delta G(\text{H}_2\text{O}) = -237.13 \text{ kJ/mol}$, $\Delta G(\text{H}^+) = 0 \text{ kJ/mol}$, $\Delta G(\text{OH}^-) = -157.3 \text{ kJ/mol}$,

Starte mit: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$,

2.10) Thema Radioaktivität. In einer Ausgrabungsstätte wurde im Jahr 2002 mit Naturfarben gefärbtes Tierhaar gefunden. Das in den Haaren gefundene Stoffmengenverhältnis $n(^{14}\text{C})$ zu $n(^{12}\text{C})$ betrug $1.1034 \cdot 10^{-12}$. Die Halbwertszeit des Kohlenstoff-Isotops ^{14}C beträgt 5730 Jahre, das natürliche Stoffmengenverhältnis $n(^{14}\text{C})$ zu $n(^{12}\text{C})$ beträgt $1.176 \cdot 10^{-12}$ und wird im betrachteten Zeitraum als konstant angenommen. Wie alt ist wahrscheinlich der „Haarfund“? (2.0 P.)

Vereinfachung: zwischen zwei Halbwertszeiten kann mit einem linearen Zerfall gerechnet werden.

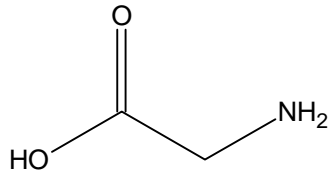
2.11) Thema Radioaktivität. Beim Zerfall radioaktiver Elemente können ganze 'Zerfallsreihen' auftreten, die bei einem stabilen Isotop enden. So z.B. die Uran-Radium-Reihe, die vom $^{238}_{92}\text{U}$ bis zu $^{206}_{82}\text{Pb}$ geht.

a) Beschreibe kurz die verschiedenen Arten der natürlichen radioaktiven Strahlung. (0.75 P.)

b) Probiere durch Kombinationen von alpha- und beta-Zerfällen zu sagen, welche Zerfälle wievielmals in der Uran-Radium-Reihe von $^{234}_{90}\text{Th}$ bis zu $^{218}_{84}\text{Po}$ auftreten. (1.0P.)

c) Formuliere die Zerfallsreihe für das Isotop $^{143}_{56}\text{Ba}$ zu $^{143}_{60}\text{Nd}$. (1.5 P.)

2.12) Thema OC sowie Salze. Für Glycin (Aminoessigsäure) ist häufig die folgende Strukturformel zu finden:



Trotz der Ähnlichkeit im Molekülbau besitzt Glycin Eigenschaften, die stark von denen der Essigsäure abweichen:

- i. Glycin ist ein kristalliner Feststoff, der sich beim Erhitzen ab ca. 230°C zersetzt, ohne vorher zu schmelzen. Zum Vergleich: Essigsäure ist eine Flüssigkeit, die bei 118°C siedet.
- ii. Glycinlösungen sind nur sehr schwach sauer (pH≈6, c=0.1mol/l). Lösungen von Essigsäure gleicher Konzentration sind stärker sauer.

a) Zeichne Essigsäure (0.5 P.)

b) Formuliere eine Struktur des Glycins, welche die unter i) genannten Eigenschaften des Glycins erklären. (1.0 P.)

c) Wie kann erklärt werden, dass eine wässrige Lösung von Glycin nur eine sehr geringe (elektrische) Leitfähigkeit besitzt? (1.0 P.)

2.13) Thema OC. Im Chemielabor möchte man Diethylether aus Ethanol herstellen. Physikalische Eigenschaften: Siedepunkt (Ethanol) = 78°C , Siedepunkt (Diethylether) = 35°C .

a) Zeichne die beiden Moleküle (0.5 P.)

Ethanol:

Diethylether:

b) Schreibe die gesamte Reaktionsgleichung hin, welches Nebenprodukte entsteht bei dieser Reaktion? (1.0 P.)

c) Erkläre: Wein enthält unter anderem Ethanol. Dies ist bekanntlich der 'Trinkalkohol'. Nun müsste aber dieser Alkohol ja mit sich selber reagieren und das entsprechende Produkt, Diethylether, bilden. Dem ist aber nicht so. Wieso? (1.0 P.)

d) Mit welcher Apparatur würdest Du diese Reaktion im Chemielabor durchführen? Temperaturen? Weshalb? (1.0 P.)

2.14) Thema Strukturbestimmung mittels IR und NMR

IR-Formel: $\nu_{\text{osc}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$, wobei k: Federkonstante, m: totale schwingende Masse

a) Gegeben seien die drei Moleküle CH₄, CD₄ und CT₄ (D: ²H, T: ³H) und somit die drei Bindungstypen C-H, C-D und C-T. Die C-H-Bindung schwingt bei circa 3000 cm⁻¹ (Wellenzahlen). Bei welcher Wellenzahl ist die Schwingung für C-D und C-T zu erwarten? Begründe die Zuordnung mit der gegebenen IR-Formel. (1.5 P.)

b) Wodurch kann erklärt werden, dass die Wellenzahlen der Bindungen C-C, C=C und C≡C stetig zunehmen? Begründung der Antwort wiederum mit der IR-Formel. (0.75 P.)

c) Wasser kann auf viele verschiedene Arten schwingen und dementsprechend im IR viele Absorptionsbanden aufweisen. Zeichne drei verschiedene Möglichkeiten, wie Wasser schwingen könnte. (1.5 P.)

2.15) Thema NMR

Welche Multipletts erwartet man für die mit H_a resp. H_b bezeichneten Wasserstoffatome? Die ‚Muster‘ sowie die Höhen der Multipletts müssen korrekt sein. (3.0 P.)

Hinweis 1: sind z.B. mehrere H_a 's vorhanden so haben diese die gleiche chemische Verschiebung.

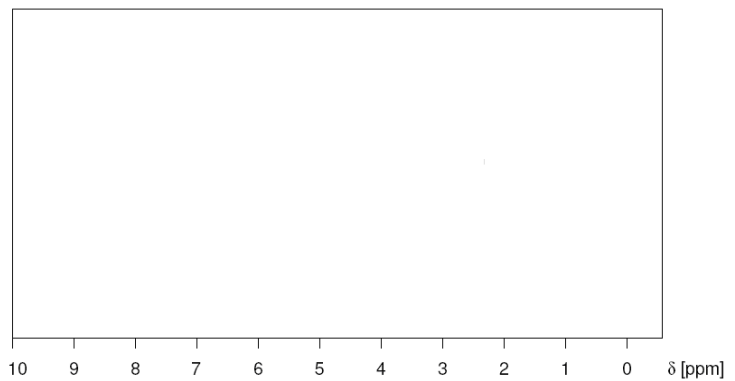
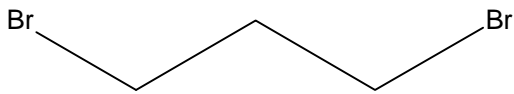
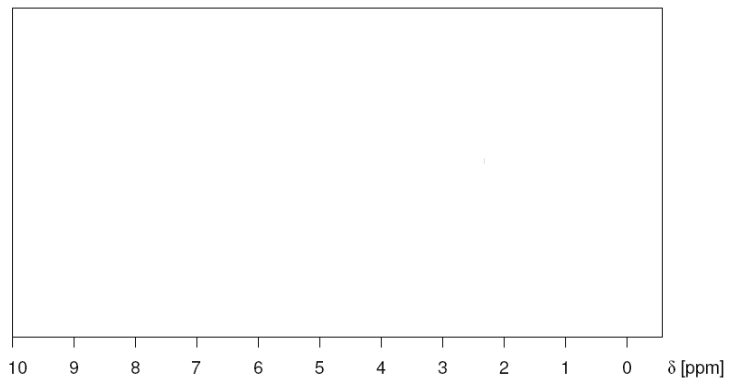
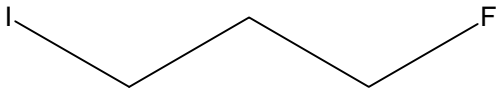
Hinweis 2: ausser den eingezeichneten Wasserstoffatomen sind keine weiteren Wasserstoffatome zu berücksichtigen.

Multipletts für H_a links, Multipletts für H_b rechts neben der Struktur zeichnen!

2.16) Thema NMR. Zeichne das zu erwartende ^1H -NMR-Spektrum folgender Strukturen. (4.0 P.)

Für die volle Punktzahl muss folgendes angegeben werden:

- Anzahl und relative Lage der Signale ('chemische Verschiebung')
- Feinaufspaltung
- Integrationshöhe (pro äquivalentem ,H' 0.5 cm)
- Zuordnung der Signale (H_a , H_b etc.) eindeutig angeben.

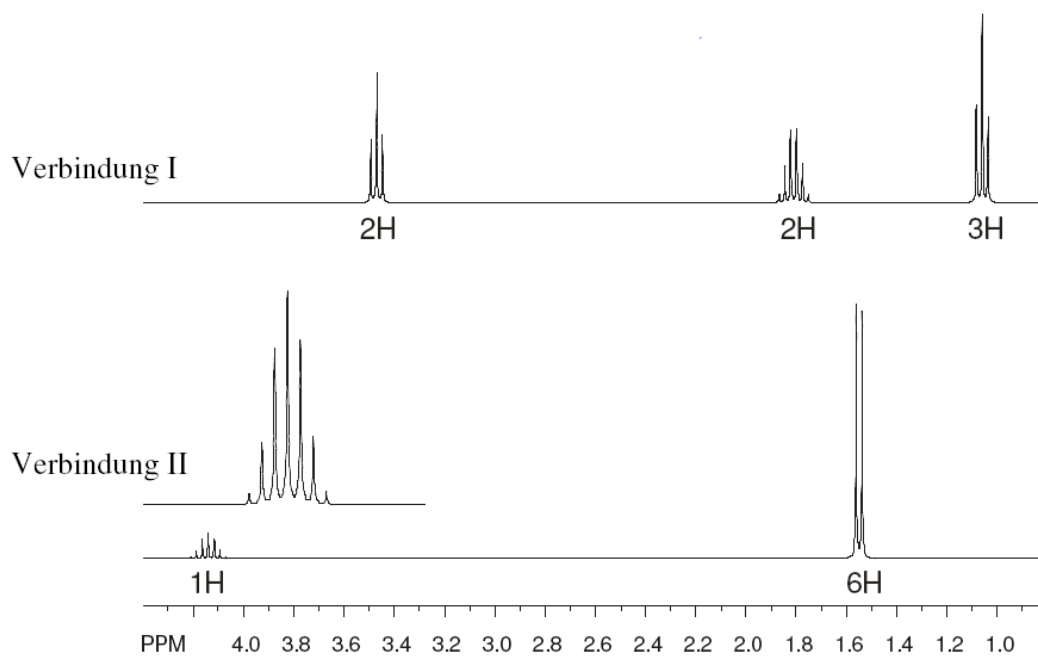


2.17) Ermittelt die Struktur mit Hilfe der aufgenommenen ^1H -NMR-Spektren.

Die beiden abgebildeten Spektren stammen von zwei Strukturisomeren I und II mit der gleichen Summenformel ($\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$). (2.0 P.)

Hinweis 1: keine cyclische Struktur.

Hinweis 2: die Zahlen unter den Signalen gibt die Anzahl der H-Atome an



Formeln und Konstanten

Ideale Gasgleichung:

$$pV = n R T \quad \text{mit } R = 8.314 \text{ J / (mol K)}$$

Thermodynamik:

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

Organische Chemie, Prioritätenliste:

Carbonsäuren > Ester > Amide > Aldehyd > Keton > Alkohole > Amine > Ether >
Alkine > Alkene > Halogenverbindungen > Alkane

Redox, Nernst'sche Gleichung

$$E(M/M^{n+}) = E^{\circ}(M/M^{n+}) + \frac{0.059}{n} \cdot \lg \frac{[c(\text{Ox})^a]}{[c(\text{Red})^b]}$$

 M/M^{n+} = Redoxpaar

n = Anzahl der übertragenen Elektronen

c(Ox) = Konzentration der oxidierten Form

c(Red) = Konzentration der reduzierten Form

a und b = Faktoren aus der Reaktionsgleichung

Die Konzentrationen reiner fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe wird als $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ festgesetzt.