

**5. Prüfungsfach Naturwissenschaften: Chemie  
Klassen 1a/1c**

Dr. M. Wüthrich

Dauer: 120 Minuten

**Allgemeines zur Prüfung**

- Nur Lesbares wird korrigiert und bewertet. Auf die Darstellung wird Wert gelegt.
- Unsaubere Korrekturen auf den Lösungsblättern werden in Abzug gebracht.
- Für die Lösung jeder Aufgabe steht nur 1 A4-Blatt (Vor- u. Rückseite) zur Verfügung.
- Auf jedem Lösungsblatt ist rechtsbündig ein Rand von 4 cm frei zu halten.
- Auf jedem Lösungsblatt steht links der Name und rechts die Nummer der Aufgabe.
- Antworten auf Aufgabenblättern werden nicht berücksichtigt.
- Hilfsmittel: zur umfangreichen Textausgabe und zur Kommunikation nicht befähigter Taschenrechner.
- Weitere Hilfsmittel, wie Tabellen etc. werden ausgeteilt.
- Notenskala: 9 Punkte = Note 6. Maximale Punktzahl: 12

## Aufgabe 1. Protolysereaktionen

Punktzahl: 2

Der pH einer  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Lösung kann mittels tabellierten, angenäherten Teilchenverhältnissen im Protolysegleichgewicht abgeschätzt werden. Für das Teilchenpaar  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  z.B. wird das Teilchenverhältnis 10000:1 angegeben, was bedeutet, dass ungefähr jedes 10'000ste Ammonium-Ion ein  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ion und ein Teilchen  $\text{NH}_3$  erzeugt.

- Leiten Sie her, dass dieses Verhältnis bei unterschiedlichen Ammoniumionenkonzentrationen nicht gleich gross ist. Berechnen Sie dazu mit Hilfe der  $\text{pK}_s$ -Werte das Teilchenverhältnis im Protolysegleichgewicht für die Ammoniumionenkonzentrationen 0.2 und 0.02 mol/L (Gleichgewichtskonzentrationen).
- Durch Zugabe von  $\text{NaOH}(\text{aq})$  kann dieses Verhältnis beeinflusst werden. Formulieren Sie dazu die Partikelgleichung und die Reaktionsgleichung.
- Welchen pH-Wert hätte die nun entstandene Lösung bei einem Verhältnis  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  von 2:1? Mit Herleitung.

## Aufgabe 2. Reaktion, Gleichgewicht, Energie

Punktzahl: 1.75

In Verbrennungsmotoren entsteht bei hohen Temperaturen aus Stickstoffgas und Sauerstoffgas der Luft das giftige Gas Stickstoffmonoxid  $\text{NO}$ . Die Rückreaktion erzeugt aus Stickstoffmonoxid wieder die Elementarstoffe.

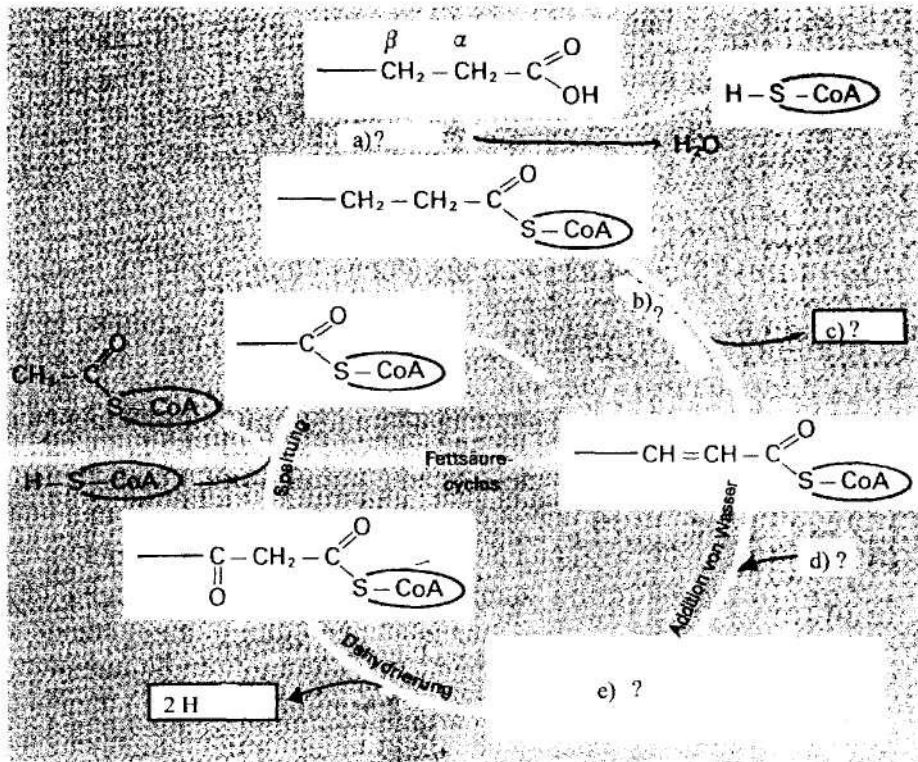
- Formulieren Sie für die Rückreaktion die Reaktionsgleichung.
- Wie gross ist bei 25 °C die Änderung der freien Enthalpie für die Rückreaktion pro mol  $\text{NO}$ . Mit Herleitung.
- Wie ist dieser Wert zu interpretieren? Kann sich Stickstoffmonoxid in einer freiwillig verlaufenden Reaktion bei 25°C in die Elementarstoffe umwandeln? Begründung.
- Wie ändert sich  $\Delta G$  bei höheren Temperaturen? Begründung.

## Aufgabe 3. Organische Chemie

Punktzahl: 1.75

Unten abgebildet ist eine grafische Darstellung aus einem Teil des Fettabbau-Stoffwechsels. Der Abbau erfolgt zyklisch, d.h. die einzelnen Schritte wiederholen sich, bis das abzubauenende Molekül vollständig umgesetzt ist.  $\text{H-S-CoA}$  ist eine organische Substanz, welche eine Sulfhydrylgruppe (verwandt mit der Hydroxylgruppe  $\text{H-O-}$ ) enthält und an enzymatisch katalysierten Reaktionen als Hilfssubstanz (Co-Faktor) beteiligt ist. a) - e) Vervollständigen Sie die untenstehende Grafik an den Stellen mit Fragezeichen. (a,b: Wie heissen die Reaktionen? - c,d,e: Formeln?)

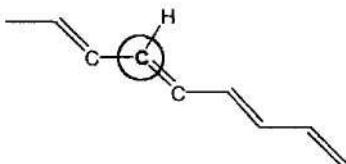
- Was ist der Unterschied zwischen Fett und Fettsäure?



#### Aufgabe 4. Quantenchemie

Punktzahl: 1.25

- Wie lautet die Elektronenkonfiguration eines isolierten (nicht gebundenen C-Atoms)?
- Welche Hybridisierung muss mit den Atomorbitalen des eingekreisten C-Atoms beim unten dargestellten Molekül vorgenommen werden, damit die richtige Molekülgeometrie mittels LCAO Methode (Linear Combination of Atomic Orbitals) erhalten werden kann?
- Was spricht dafür, dass dieses Molekül farbig ist oder zumindest im nahen UV-Bereich elektromagnetische Strahlung absorbieren kann?
- In einer chemischen Reaktion wird an das Molekül ein Molekül  $\text{I}_2$  addiert. Zeichnen Sie eine mögliche Skelettformel des entstandenen Moleküls. Wie verändert sich dabei die Energiedifferenz zwischen dem HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) und dem LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) des abgebildeten Kohlenwasserstoffes. Mit kurzer Begründung.



## Aufgabe 5. Elektrochemie

Punktzahl: 1.5

Eine einfache Batterie kann hergestellt werden, indem man einen Magnesiumstreifen und ein Kupferband in einem gewissen Abstand voneinander in eine Zitrone steckt. Die beiden Metalle werden über zwei Kabel mit einem Voltmeter verbunden. Für die folgenden Überlegungen kann die Zitronensäure, falls überhaupt nötig, mit H-Cit abgekürzt werden.

- Welches Metall löst sich auf? Begründung.
- Es entwickelt sich ein Gas, welches? Begründung.
- Formulieren Sie die Teilpartikelgleichung für die Vorgänge am Minuspol.
- Formulieren Sie die Teilpartikelgleichung für die Vorgänge am Pluspol.
- Welche Spannung könnte theoretisch unter Standardbedingungen abgegriffen werden. Begründung.
- Die gemessene Spannung wird kleiner sein. Nennen Sie einen möglichen Grund dafür.

## Aufgabe 6. Proteine und Nukleinsäuren

Punktzahl: 1.75

- Zählen Sie vier verschiedene Wechselwirkungen (Bindungen) auf, die zwischen den Aminosäureseitenketten eines Proteins auftreten und seine Tertiärstruktur stabilisieren können. Nennen Sie zu jeder aufgezählten Wechselwirkung zwei Aminosäuren, welche an der genannten Wechselwirkung beteiligt sein können.
- Aus welchen drei Grundeinheiten ist ein Baustein der DNS, ein Nukleotid, aufgebaut. Skizzieren Sie ein Nukleotid schematisch und beschriften Sie es. Einzelne Atome brauchen nicht gezeichnet zu werden.
- Was hindert die Purin- und Pyrimidinbasen in Desoxynucleinsäuren daran, sich anders als in den von der Natur vorgesehenen Kombinationen G-C und A-T zu paaren?

## Aufgabe 7. Reaktionsgleichungen

Punktzahl: 2

Vervollständigen Sie die folgenden Gleichungen:

- $(\text{CH}_3)_2\text{O} + \dots \text{O}_2 \rightarrow \dots \text{CO} + \dots \text{CO}_2$  (unvollständige Verbrennung)
- $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) + \text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \dots$

Formulieren Sie die Gleichungen für die folgenden Vorgänge:

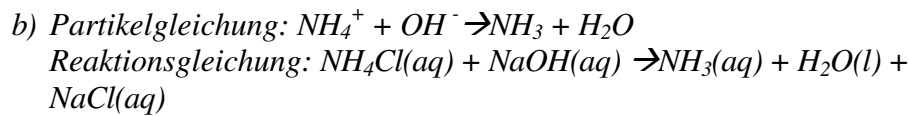
- Partikelgleichung für die Neutralisation von Salpetersäure mit Ammoniak
- Reaktionsgleichung für die Reaktion von Kalziummetall mit elementarem Chlor

## Lösungserwartungen zur Maturitätsprüfung SF Chemie 2001

Aufgabe 1: a)  $10^{-9.21} = c(\text{H}_3\text{O}^+) * c(\text{NH}_3) / c(\text{NH}_4^+)$

Mit  $c(\text{NH}_4^+) = 0.2 \text{ mol/L}$  und näherungsweise  $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{NH}_3) = x$  folgt:  
 $10^{-9.21} * 0.2 = x^2 = 1.23 \text{ E } -10$  und  $x = 1.11 \text{ E } -5$   
 Das Verhältnis  $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$  ist 18010 : 1

Bei einer Ammoniumionenkonzentration von 0.02 wird  $x^2 = 1.23 \text{ E } -11$  und  
 $x = 3.5 \text{ E } -6$   
 Das Verhältnis  $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$  ist 5695 : 1



c) Nach Henderson-Hasselbach:  $\text{pH} = 9.21 - \lg(2/1) = 8.9$

Aufgabe 2: a)  $2 \text{ NO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$

b) Reaktionsenthalpie aus Bindungsenthalpien:  
 $2 * 634 - (949 + 500) = -181 \text{ kJ} / 2 \text{ mol NO} = -90.5 \text{ kJ} / \text{mol NO}$

Reaktionsentropie:  
 $2 * 211.42 \text{ J (Edukte)} + 203.52 \text{ J} + 191.31 \text{ J (Produkte)}$

$\Delta S = -28 \text{ J}$  und  $-14 \text{ J/mol NO}$

$\Delta G = -90.5 - 298 * -0.014 = -86.32 \text{ kJ}$

c) Ja es kann, da die freie Reaktionsenthalpie negativ ist.

d) Bei höheren Temperaturen wird der Betrag der freien Reaktionsenthalpie kleiner

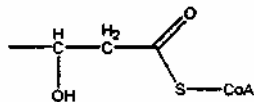
Aufgabe 3: a) Kondensation

b) Elimination von Wasserstoff, Dehydrierung

c)  $-2 \text{ H}$

d)  $+ \text{H}_2\text{O}$

e)



f) Fett ist ein Gemisch von Estern von Glycerin mit drei Fettsäuren, Fettsäuren sind also Bestandteile von Fett.

Aufgabe 4: a)  $1s^2 2s^2 2p^2$  oder andere Schreibweise, aus der die Konfiguration hervorgeht.

b)  $sp^2$  ergibt drei gleichwertige Hybridorbitale und damit Bindungswinkel von ca.  $120^\circ$ . Ausserdem verbleibt ein p-Orbital für die  $\pi$ -Bindung.

c) Da es ein längeres  $\pi$ -System besitzt

d) Beliebige Sättigung einer Doppelbindung mit Iod. Auf jeden Fall verkürzt sich das konjugierte  $\pi$ -System, der Abstand zwischen HOMO und LUMO wird

grösser.

- Aufgabe 5:
- a) Magnesium, weil unedler (negativeres Potential)
  - b) Wasserstoffgas durch Reduktion der  $H^+$  aus der Säure
  - c)  $Mg - 2 e^- \rightarrow Mg^{2+}$
  - d)  $2 H^+ + 2 e^- \rightarrow H_2$
  - e) -2.37 V
  - f) Zu kleine Konzentration der Säure, Innenwiderstand der Zitrone, Kurzschluss wegen fehlender semipermeabler Membran ....

- Aufgabe 6:
- a) H-Brücken (Ser, Ser); Ionenbindung (Asp, Lys); Disulfidbrücken (Cys, Cys); van der Waal's-Bindungen (Phe, Phe)
  - b) Zucker, Base, Phosphate
  - c) Die fehlende Übereinstimmung von aktiven und passiven Stellen bei den zu bildenden H-Brücken

- Aufgabe 7:
- a)  $C_2H_6O + 2.5 O_2 \rightarrow 3 H_2O + CO + CO_2$
  - b)  $NH_4Cl(aq) + Na_3PO_4(aq) \rightarrow NH_3(aq) + NaCl(aq) + Na_2HPO_4(aq)$
  - c)  $HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + NO_3^-$
  - d)  $Ca(s) + Cl_2(g) \rightarrow CaCl_2(s)$

(Alle Angaben der Aggregatzustände fakultativ)