

## CHEMIE Maturitätsprüfung 2009

Klasse 4 na / b

Datum 9. Juni 2009

8<sup>00</sup>-11<sup>00</sup>

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 pH=1  
 hat pH = 0  
 ist zwischen 1% und 10%

"pro Fehler (falsch  
 oder fehlend)  
 1 Punkt Abzug  
 -5 Auswahl: max 3 P.  
 -8 .. : .. 2 P.)

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.

$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$

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.

$v = \frac{dc}{dt}$

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

Für eine Reaktion mit  $K > 1$  gilt:

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

- x  Eine  $0.01 \text{ mol/l}$  Salzsäure weist einen pH von 2 auf  
 0  Eine  $10^{-14} \text{ mol/l}$  Salzsäure weist einen pH von 14 auf  
 x  Der  $\text{pK}_s$ -Wert ist vergleichbar mit der Tendenz einer Säure, Protonen abzugeben.  
 0  Je kleiner der  $\text{pK}_s$ -Wert desto schwächer ist die Säure  
 x  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  $\text{pK}_s$ -Wert von 5 gilt folgendes:

- 0  Der pH-Wert einer  $1 \text{ mol/l}$  wässrigen Lösung dieser Säure beträgt 5.  
 x  Der  $\text{pK}_B$ -Wert der konjugierten Base dieser Säure beträgt 9.  
 0  In einer wässrigen Lösung ist die Säure vollständig deprotoniert.  
 x  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...

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

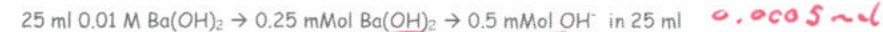


1.8) Welche der folgenden Teilchen können als Säure/Base-Ampholyt wirken?

- 0   $\text{H}_3\text{O}^+$   
 x   $\text{HSO}_4^-$   
 0   $\text{H}_2$   
 0   $\text{NO}_3^-$   
 x   $\text{H}_2\text{O}$

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

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



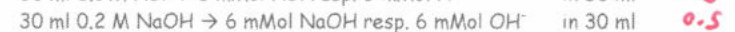
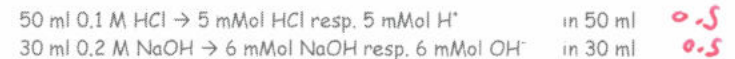
Gleiche Anzahl  $\text{H}^+$  resp.  $\text{OH}^-$  ... hebt sich auf. Neutral,  $\text{pH}=7$

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

0.5 10% NaOH heisst 10 g NaOH auf 100 ml resp. 100 g NaOH auf 1000 ml  
 0.5 Lösung somit  $c = n/V = m/M/V = 100/40/1.0 = 2.5 \text{ M}$

0.5 Verdünnung auf 0.5 M ... 5 fache Verdünnung, 1 liter:  
 0.5 200 ml 10%NaOH auf 1000 ml verdünnen.

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



Somit bleibt 1 mMol  $\text{OH}^-$  übrig in total 80 ml

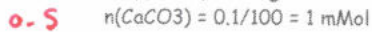
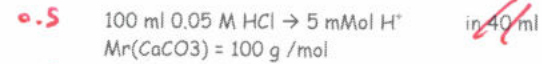
$$\text{pOH} = -\log(cV) = -\log(1 \text{ mMol}/80 \text{ ml}) = 1.9 \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12.0969$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = c \cdot V$$

$$\text{pOH} = -\log(0.0125) = 1.9$$

d) 100 ml 0.05 mol/l Salzsäure werden versetzt mit 100 mg Calciumcarbonat ('Kalk'). Berechne den pH-Wert. Tipp: als Produkte entstehen  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CO}_2$  sowie  $\text{H}_2\text{O}$ . 3

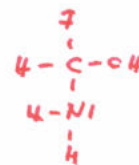


1.0 Gemäss Reaktionsgleichung braucht für 1 mMol  $\text{CaCO}_3$  2 mMol HCl, somit bleiben 3 mMol übrig ... Das entstandene 1 mMol Wasser kann vernachlässigt werden ...

0.5  $\text{pH} = -\log(n/V) = -\log(3 \text{ mMol}/40 \text{ ml}) = \text{ca. } 1.12$  / 1.52

1.10) Welche Oxidationszahlen haben die unter a) bis e) aufgeführten Atome in den entsprechenden Stoffen A) bis E)? (5 Punkte) 2.5  
Die richtige Oxidationszahl ist mit dem Vorzeichen anzugeben.

A) $\text{HNO}_2$	a) N	+III	+3
B) $\text{H}_2\text{O}$	b) O	-II	-2
C) $\text{CHF}_2\text{NH}_2\text{OH}$	c) C	+II	+2
D) $\text{CH}_3\text{OH}$	d) C	-II	-2
E) $\text{UO}_2^+$ (kein Druckfehler)	e) U	V	+5



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

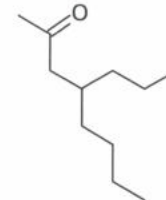
f) Ester

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



je 0.25



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.

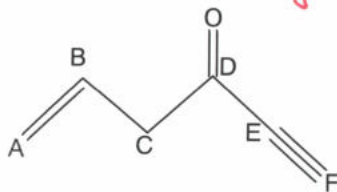
- x  Dies ist das typische Daniell-Element  
 0  Die gemessene Spannung beträgt 1.23 V  
 x  Der Zinkstab entspricht der Minus-Elektrode.  
 0  Die gemessene Spannung liesse sich vergrössern, wenn jeweils eine 2 molare Lösung verwendet werden würde.  
 x  Die gemessene Spannung liesse sich vergrössern, 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 <sup>2</sup>	sp <sup>3</sup>	sp <sup>4</sup>
A sp <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B sp <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C sp <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D sp <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E sp	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F sp	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



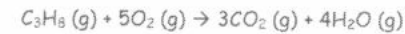
je 0.25

## 2. Teil: Anwendungsaufgaben

2.1) Thema Stöchiometrie. In einem dichten Raum von 100m<sup>3</sup> 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.)



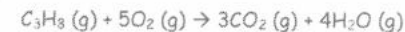
*Handwritten notes:* C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 1.0 / O<sub>2</sub> 0.5 / CO<sub>2</sub> 0.0  
 Propangas

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

- 20% O<sub>2</sub>: 20 m<sup>3</sup> = 20'000 liter. *0.25*  
 - Ideales Gas, 1 mol: 22.4 l bei 0°C Oder 24.04 l bei 20°C *0.5*  
 - Somit 20'000/24.04=831.94 mol O<sub>2</sub> können umgesetzt werden *0.25*  
 - Stöchiometrie: 5 mal weniger Butangas: maximal 166.39 mol *0.5*  
 - 1 mol Butangas = 44 g *0.25*  
 - Somit: 7'321.13 g Butangas sind maximal möglich *0.25*  
*20% = 937.5g*  
*8250g*  
*(0°C)!*

*if p·V = n·R·T*  
*0.0831 dm<sup>3</sup> bar K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>*  
*Stöchie: 0.5*  
*44g: 0.25*  
*Luft: 0.25*

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



Zu Beginn also total 6 Teilchen, danach 7 Teilchen, Druck steigt also

*0.5 / 0.0*



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

30 ZMK, Lernabi 99

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

Methansäure

Ethanal

Propan

Methansäure:  $\text{CH}_2\text{O}_2$   
 Ethanal:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$   
 Propan:  $\text{C}_3\text{H}_8$   
 Alles muss korrekt sein



b) Ordne die nachfolgenden Siedetemperaturen diesen Verbindungen zu und begründe die Zuordnung:  $21^\circ\text{C}$ ,  $101^\circ\text{C}$ ,  $-42^\circ\text{C}$ . (1.5 P.)

Methansäure: Dipol-Dipol sowie H-Brücken:  $101^\circ\text{C}$   
 Ethanal Dipol-Dipol  $21^\circ\text{C}$   
 Propan nur VdW  $-42^\circ\text{C}$

0.25

0.25

$\rightarrow 0.5 \cdot 3 = 1.5$

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

Wasser weist einen permanenten Dipol auf ...

Methansäure: perm. Dipol gute Wasserlöslichkeit  
 Ethanal perm. Dipol gute Wasserlöslichkeit  
 Propan kein Dipol schlechte Wasserlöslichkeit

0.25 0.25  
 $3 \cdot 0.5 \Rightarrow 1.5$

(auch ein Gas!)

if fehlt: 0.25  
 kein Abzug

2.3) Thema ZMK. Gegeben sind folgende Flüssigkeiten: Hexan, Schwefelsäure, Decan, Phosphorsäure, Glycerin (Propantriol), Diethylether, Essigsäureethylester. Lernabi 98

je 0.5 / 0.25 / 0.0

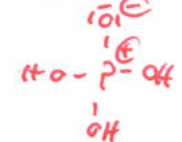
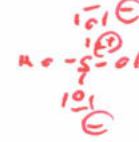
a) Zeichne die Skelettformel der Moleküle (3.5 P.)

Hexan

Schwefelsäure

Decan

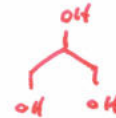
Phosphorsäure



Glycerin

Diethylether

Essigsäureethylester



0.5 / 0.25 / 0.0

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

Je mehr ZMK's, desto stärker natürlich die Wechselwirkungen zwischen den Molekülen selbst, desto höher die Viskosität

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

Dünnflüssig: Hexan, Diethylether, Essigsäureethylester

Dickflüssig: Pentadecan (starke VdW), Glycerin, Schwefelsäure sowie Phosphorsäure (zwei bis drei H-Brücken pro Molekül)

if ohne Begründung - 0.25

eigentlich Pentadecan geordnet - dort egal... danach P-O (zwei bis drei H-Brücken) - 0.25

- 0.25

2.4) Thema Salze. Es liegen folgende Salze vor: Cäsiumchlorid, Natriumchlorid, Natriumbromid, Natriumiodid, Magnesiumoxid. 40 Salze, Lernabi 97

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:	CsCl	Cs <sup>+</sup> und Cl <sup>-</sup>
Natriumchlorid:	NaCl	Na <sup>+</sup> und Cl <sup>-</sup>
Natriumbromid:	NaBr	Na <sup>+</sup> und Br <sup>-</sup>
Natriumiodid:	NaI	Na <sup>+</sup> und I <sup>-</sup>
Magnesiumoxid:	MgO	Mg <sup>2+</sup> und O <sup>2-</sup>

*Handwritten notes: 5.0/2.5, -> 1.25*

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

$$F = k \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$$

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



Gitterenergie als Funktion des Abstandes der Ionen und von der Ladung der Ionen

*Handwritten notes: 1.0 / 0.5 (0.0), 1.0 (0.5/0.0), if Reihenfolge i.o., but genau umgekehrt...? :0.0*

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.)

Je grösser die Gitterenergie, desto höher die Schmelztemperatur

	CsCl	NaCl	NaBr	NaI	MgO
°C	626	800	747	650	2800

626	650	747	800	2800
CsCl	NaI	NaBr	NaCl	MgO

*Handwritten notes: Begründung: 0.5 / 0.25, Reihenfolge: 0.5/0.25*

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(PCl<sub>5</sub>) = 8 mol.

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

Stoffe reagieren im Verhältnis 1:1  
 $n(PCl_3) = 20 - 8 = 12 \text{ mol}$   
 $n(Cl_2) = 30 - 8 = 22 \text{ mol}$

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

$$K_c = \frac{c(PCl_5)}{c(PCl_3) \cdot c(Cl_2)}$$

*Handwritten notes: c = n/V, 0.25, 0.5, 0.5, 0.5, 2.0*

$c(PCl_3) = 8 \text{ mol} / 50 \text{ l} = 0.16 \text{ mol/l}$      $c(PCl_5) = 12 / 50 = 0.24 \text{ mol/l}$      $c(Cl_2) = 22 / 50 = 0.44 \text{ mol/l}$

$$K_c = \frac{0.24}{0.16 \cdot 0.44} = 1.515$$

*Handwritten notes: 0.25, if Paolare Zahlen, but ohne Einheiten -0.25, sonst i.o. (d.h. = 50) = 1.0*

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.)

Bei tieferen Temp. Stoffmenge n(PCl<sub>5</sub>) grösser. Reaktion muss also exotherm sein. Chatelier: exotherme Reaktionen laufen bevorzugt bei tieferen Temp. ab.

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

Chatelier: Volumenvergrösserung ('Druckabnahme') bevorzugt volumenvergrössernde Teilreaktion, also Spaltung von PCl<sub>5</sub> in PCl<sub>3</sub> und Cl<sub>2</sub>. Das heisst, Stoffmenge Phosphortrichlorid nimmt zu.

*Handwritten notes: c. 5, 0.5, wenn nicht korrekter Hinweis, wie PCl3 sich verändert, aber Antwort i.o. 0.75*



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. 60, TH, Abi 7 und 10

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



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

Angabe: molare Standard-Bildungsenthalpien:



Methan:  $(-393 + 2 \cdot -242) - (-75 + 2 \cdot 0) = -802 \text{ kJ (pro Mol)}$  0.5  
 $n(CH_4) = 1000/16 = 62.5 \text{ mol}$  0.5  
1 kg Methan  $\rightarrow 62.5 \cdot -802 = -50'125 \text{ kJ frei}$  0.5 } 2.5

Propan:  $(3 \cdot -393 + 4 \cdot -242) - (-104 + 5 \cdot 0) = -2043 \text{ kJ (pro Mol)}$  0.5  
 $n(C_3H_8) = 1000 / 44 = 22.73 \text{ mol}$  0.5  
1 kg Propan  $\rightarrow 22.73 \cdot -2043 = -46'432 \text{ kJ frei}$  0.5 } 2.5

Bei Verbrennung wird also bei 1 kg Methan mehr (thermische) Energie freigesetzt. 0.5

beia)   
 falsche Stöchiometrie, aber sonst ALLES richtig gemacht 2.0  
 (.. -0.5")  
 \* verzeihen Punkt: -0.25

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

Eventuell ... mehrere Gründe:

1)  $Ca^{2+}$  z.B. negative Entropie im Wasser ... Hydrathülle, welche gebildet wird ... dennoch stellt sich die Frage, wieso z.B. bei  $Na^+$  nicht auch negativ

locke  
kompakter

2) Eventuell hat es was mit den relativen Werten zu tun,  $H^+$  ja definitionsgemäss bei 0.

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.)

locke ...  
wenn "logisch" = 1.0

1) Die Moleküle sind nicht gleich gross, vergleichbar Erbsen und Sand zusammengeben

2) Die Moleküle machen untereinander H-Brücken, dadurch wird das Gesamtvolumen kleiner

endotherm ... v kleiner  $\rightarrow$  beansprucht weniger Platz

2.9) Thema Thermodynamik und Säure-Base

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

$K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2$  0.5/0.0 (if Einheiten falsch: 0.25)

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

Hinweise: Konstante  $R = 8.314 \text{ J/(mol K)}$ ,  
 $\Delta G(H_2O) = -237.13 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta G(H^+) = 0 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta G(OH^-) = -157.3 \text{ kJ/mol}$ ,  
Starte mit:  $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$ .

$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$   
Tabelle dG    -237.13    0    -157.3

$dG = -157.3 - (-237.13) = 79.83 \text{ kJ/mol}$

1.0/0.0 (ohne Einheiten = -0.25)

$K_{eq} = e^{(-dG/RT)} = 2.718^{(-79830 \text{ J/mol} / (8.314 \text{ J/mol/K} \cdot 298 \text{ K}))}$   
 $= 1.0186 \cdot 10^{-14}$  0.5/0.5/0.0

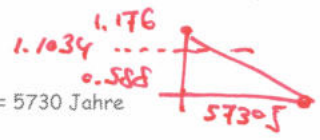
$\Delta G = -R \cdot T \cdot \ln K$

if Gleichung da, aber nicht gebraucht: 0.0  
Gleichung gemacht, aber falsches Resultat: 0.5

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  $^{14}\text{C}$  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.

*Ansatz da aber falsch: 0.5*



*richtige Formel*  
 $1.176 \cdot 10^{-12} / 2 = 0.588 \cdot 10^{-12} = 1 \text{ Halbwertszeit} = 5730 \text{ Jahre}$   
 Unterschied von  $0.072 \cdot 10^{-12} = x \text{ Jahre}$

*falsches Resultat: 1.0*  
 linear:  $x = \text{ca. } 701 \text{ Jahre}$

*„solve via“*  
 $N = N_0 \cdot 0.5^{t/T_{1/2}}$  oder  $N = N_0 \cdot 2^{-t/T_{1/2}}$   
 $\rightarrow x = 528 \text{ J}$  ( $1.1034 \cdot 10^{-12} = 1.176 \cdot 10^{-12} \cdot 0.5^{x/5730}$ )

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. Lernkarte 94

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

- Alpha: 4 2 Helium
- Beta
- gamma



b) Probiere durch Kombinationen von alpha- und beta-Zerfällen zu sagen, welche Zerfälle wievielmals in der Uran-Radium-Reihe von  $^{238}_{92}\text{U}$  bis zu  $^{206}_{82}\text{Pb}$  auftreten. (1.0 P.)

Differenz der Atommassenzahlen: 16 u, d.h. 4 alpha  
 Mit 4 alpha müsste jedoch Ordnungszahl bis auf 82 runter ...  
 Das heisst, es sind noch 2 beta(minus) Zerfälle nötig.

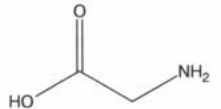
*Handwritten notes:* 4  $\alpha$  (0.5), 2  $\beta^-$  (0.5)

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



*Handwritten notes:* wenn Elemente wenn nur 4  $\beta^-$  i.o., aber "alpha-Zerfall" geschieden ... i.o.

2.12) Thema OC sowie Salze. Für Glycin (Aminoessigsäure) ist häufig die folgende Strukturformel zu finden: 100 OC sowie Salz, Lernabi 67



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

- 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.
- 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.)



*Handwritten notes:* "peptid, aber eigentlich falsch: je tiefer pH: 1.0"

*Handwritten note:* "pH-Brücken zwischen Glycin: 0.25"

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

pH zeigt, dass Protolyse bei Glycin nur wenig abläuft und somit auch wenig  $\text{H}_3\text{O}^+$  in der Lösung vorhanden ist. Das Zwitterion selbst bewegt sich im elektrischen Feld nicht.

*Handwritten notes:* 1.0/0.0 wenig Ionen, aber nicht gesagt welche ("H3O+")! -> 0.25



2.13) Thema OC. Im Chemielabor möchte man Diethylether aus Ethanol herstellen. Physikalische Eigenschaften: Siedepunkt (Ethanol) = 78°C, Siedepunkt (Diethylether) = 35°C. 100 OC, Lernabi 48

a) Zeichne die beiden Moleküle (0.5 P.)



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



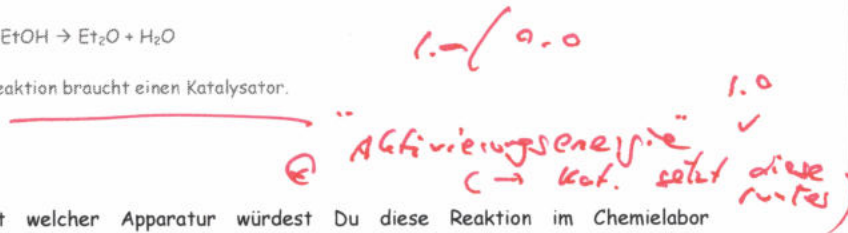
Nebenprodukt: Wasser



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.)



Reaktion braucht einen Katalysator.



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

Destillationsapparatur: Temperatur z.B. bei 50°C. Das Produkt Diethylether ist flüchtiger, wird der Reaktion entzogen ... Chatelier ... gut so.



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  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CD}_4$  und  $\text{CT}_4$  (D:  $^2\text{H}$ , T:  $^3\text{H}$ ) und somit die drei Bindungstypen C-H, C-D und C-T. Die C-H-Bindung schwingt bei circa  $3000 \text{ cm}^{-1}$  (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.)

$\text{C-H} > \text{C-D} > \text{C-T}$  0.75

Bindung gleich (Anzahl Protonen-Elektronen identisch), aber Masse unterschiedlich

IR-Formel: je grösser m, desto kleiner  $\nu_{\text{osc}}$ .  $m(\text{C-H}) < m(\text{C-D}) < m(\text{C-T})$  (0.75) if dieht Zahlen (wuch vem falsch..) f 0.75

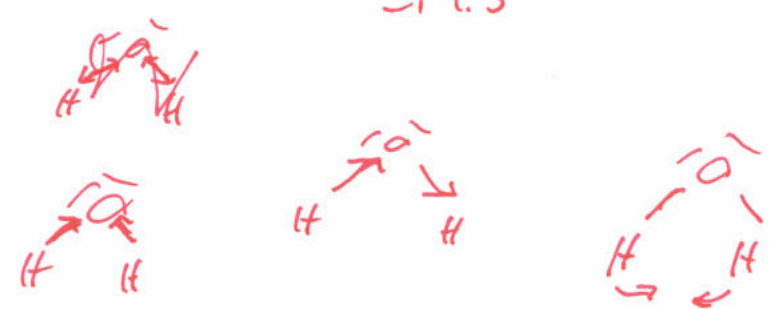
b) Wodurch kann erklärt werden, dass die Wellenzahlen der Bindungen C-C, C=C und C≡C stetig zunehmen? Begründung der Antwort wiederum mit der IR-Formel. (0.75 P.)

IR-Formel: je stärker die Federkonstante k, desto höher  $\nu_{\text{osc}}$ . 0.75  
CC-Einfach-Bindung schwächer als CC-Dreifach-Bindung

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.)

Drei Muster zeichnen

je 0.5  
- 1 0.5



2.15) Thema NMR

Welche Multipletts erwartet man für die mit H<sub>a</sub> resp. H<sub>b</sub> bezeichneten Wasserstoffatome? Die „Muster“ sowie die Höhen der Multipletts müssen korrekt sein. (3.0 P.)

Hinweis 1: sind z.B. mehrere H<sub>a</sub>'s vorhanden so haben diese die gleiche chemische Verschiebung.

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

Multipletts für H<sub>a</sub> links, Multipletts für H<sub>b</sub> rechts neben der Struktur zeichnen!

②		<chem>CC</chem> H <sub>a</sub> H <sub>b</sub>		② <u>0.25/0.25</u> Muster i: 0 aber Höhen falsch: 1/1
②		<chem>CC</chem> H <sub>a</sub> H <sub>b</sub>		③
③		<chem>CC</chem> H <sub>a</sub> H <sub>b</sub>		③ → <u>3.0</u> 12 · 0.25
②		<chem>CC</chem> H <sub>a</sub> H <sub>b</sub>		④
③		<chem>CC</chem> H <sub>a</sub> H <sub>b</sub>		④
②		<chem>CC</chem> H <sub>a</sub> H <sub>b</sub>		⑦ "egal" Fe

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<sub>a</sub>, H<sub>b</sub> etc.) eindeutig angeben.

0.5 10.0  
0.5 10.0  
0.5 10.0  
0.5 10.0

qui

CC(F)CC

Ha Hb Hc Hc

2H ∫ 2H ∫ 2H

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 [ppm]

Ha Hb Hc

aus relative Lage

2.0

Br

CC(Br)CC(Br)C

Ha Hb Hc Hc

∫ 4H ∫ 2H

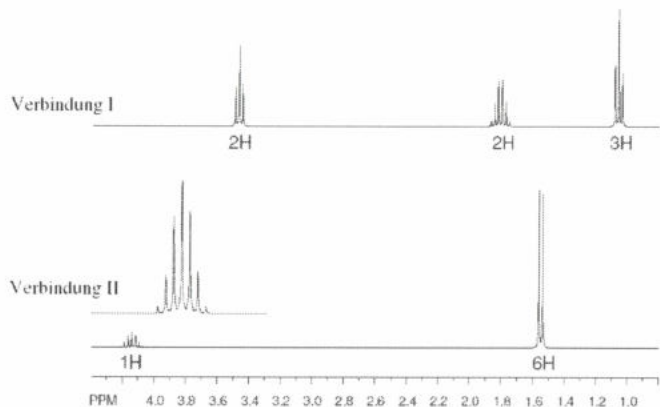
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 [ppm]

2.0

⊗ auch umgekehrt - en H<sub>b</sub> resp. H<sub>a</sub> in Ordnung!  
("EN")

• Integrationen ...  
muss klar sein, dass a) gleich hoch  
b) 2 : 1

2.17) Ermittle die Struktur mit Hilfe der aufgenommenen  $^1\text{H-NMR}$ -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



Zuordnung was nicht verläuft  
aber muss klar sein ob zu

① oder ②!  
sonst 0.5

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  
 $c(\text{Ox})$  = Konzentration der oxidierten Form  
 $c(\text{Red})$  = Konzentration der reduzierten Form  
a und b = Faktoren aus der Reaktionsgleichung  
Die Konzentrationen reiner fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe wird als  $1 \text{ mol L}^{-1}$  festgesetzt.