

Aufgabe 1

1 Hydrazin ist eine Stickstoffverbindung mit der Summenformel N_2H_4 . Es ist eine farblose, ölige, nach Ammoniak riechende Flüssigkeit.

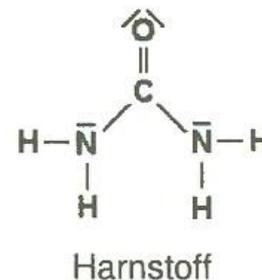
- Zeichnen Sie die Strukturformel mit bindenden und nichtbindenden Elektronenpaaren.
- Treffen Sie eine begründete Aussage hinsichtlich der Löslichkeit von Hydrazin in Wasser.

Hydrazin reagiert mit Wasser ähnlich wie Ammoniak.

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Reaktion von Hydrazin mit Wasser und nennen Sie den Reaktionstyp.
- Ermitteln Sie den pK_B -Wert von Ammoniak und vergleichen Sie die Basenstärke mit der von Hydrazin ($pK_B = 6,07$). Begründen Sie den Unterschied.

7 VP

2 Im Labor kann Hydrazin durch Einleiten von Chlor in Harnstofflösung und Zugabe von Natronlauge hergestellt werden. Neben Hydrazin entstehen dabei Dinatriumcarbonat, Natriumchlorid und Wasser.



- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Herstellung von Hydrazin.
- Erläutern Sie an Hand dieser Reaktion die Begriffe Oxidation und Reduktion.

5 VP

3 Hydrazin wird als Raketentreibstoff eingesetzt. Dabei wird es mit Distickstofftetraoxid zu Stickstoff und Wasserdampf umgesetzt.

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für diese Reaktion.
- Berechnen Sie das Volumen an Stickstoff, das pro 1000 Gramm Hydrazin bezogen auf Normbedingungen freigesetzt wird.

3 VP

- 4 Aus farblosem Distickstofftetraoxid bildet sich in einer Gleichgewichtsreaktion braunes Stickstoffdioxid. Beide Stoffe sind bei Raumtemperatur gasförmig.

Die Gleichgewichtskonzentrationen bei Raumtemperatur sind:

$$c(\text{NO}_2) = 1,42 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad c(\text{N}_2\text{O}_4) = 4,27 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

- Formulieren Sie zu diesem Gleichgewicht eine Reaktionsgleichung und das Massenwirkungsgesetz.
- Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante.

Erhöht man die Temperatur der Gleichgewichtsmischung bei konstantem Druck, so stellt man eine Vertiefung der Braunfärbung fest.

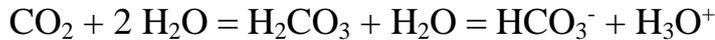
- Leiten Sie aus dieser Beobachtung ab, ob die Bildung von Stickstoffdioxid exotherm oder endotherm verläuft.
- Erläutern Sie eine Maßnahme, um bei konstanter Temperatur das Gleichgewicht auf die Seite von Distickstofftetraoxid zu verschieben. 5 VP

20 VP

Aufgabe 2

- 1 Diabetiker sollten sich an eine bestimmte Diät halten, die auch Kohlenhydrate beinhalten muss. Dabei werden stärkehaltige Vollkornprodukte und Kartoffeln gegenüber Lebensmitteln, die große Mengen an Glucose oder Saccharose enthalten, bevorzugt.
- 1.1 Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt aus einem Amylosemolekül, der drei Glucoseeinheiten umfasst.
Beschreiben Sie den strukturellen Unterschied zwischen Amylose und Amylopektin. 3 VP
- 1.2 Begründen Sie, weshalb der Glucosegehalt des Blutes beim Verzehr stärkehaltiger Lebensmittel langsamer steigt als beim Verzehr von Lebensmitteln, die große Mengen an Glucose enthalten.
Beschreiben Sie je einen Nachweis für Glucose und Stärke. 3 VP
- 2 Das Peptidhormon Insulin reguliert den Glucosegehalt des Blutes. Bei Diabetikern ist entweder die Bildung des Insulins in der Bauchspeicheldrüse oder die Wirksamkeit des Insulins an der Zelle gestört. Bevor Human-Insulin zur Behandlung dieser Patienten verfügbar war, wurde Insulin aus der Bauchspeicheldrüse von Schweinen verwendet. Human-Insulin und Schweine-Insulin unterscheiden sich lediglich im letzten Aminosäurebaustein am Carboxyl-Ende einer Peptidkette:
Human-Insulin: ...-Lys-Thr
Schweine-Insulin: ...-Lys-Ala
Die genannten L- α -Aminosäuren besitzen folgende charakteristischen Reste:
- | | |
|---------------|--|
| Lys: Lysin | Rest: $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ |
| Thr: Threonin | Rest: $-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ |
| Ala: Alanin | Rest: $-\text{CH}_3$ |
- 2.1 Erläutern Sie den Begriff L- α -Aminosäure an einem selbst gewählten Beispiel unter Verwendung einer Strukturformel in FISCHER-Projektion. 3 VP
- 2.2 Zeichnen Sie die beiden Strukturformelausschnitte, die die letzten zwei Aminosäurebausteine aus dem Human-Insulin und dem Schweine-Insulin darstellen.
Beschreiben Sie, welche Bedeutung der Lysinrest für die Tertiärstruktur eines Proteins hat. 4 VP

- 3 Der pH-Wert des arteriellen Blutes muss in engen Grenzen zwischen $7,38 < \text{pH} < 7,42$ gehalten werden. Dazu dient neben anderen das Kohlen-säure/Hydrogencarbonat-Puffersystem, das sich durch folgende Gleich-gewichtsreaktionen beschreiben lässt:



Bei Überzuckerung besteht für den Diabetiker die Gefahr einer Übersäuerung des Blutes (Azidose), die bereits bei geringer Absenkung des pH-Werts unter $\text{pH} = 7$ lebensbedrohlich ist. Dies wird durch den Anstieg der Konzentration verschiedener saurer Stoffwechselprodukte (z.B. 2-Hydroxy-butansäure) im Blut bewirkt. Der Körper reagiert darauf mit verstärkter Ausatmung von Kohlenstoffdioxid.

- 3.1 Erläutern Sie am Beispiel des beschriebenen Blutpuffers die Wirkung eines Puffersystems. 3 VP
- 3.2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von 2-Hydroxy-butansäure mit Wasser.

Beschreiben Sie eine mögliche Ursache dafür, dass es bei Überzuckerung trotz dieses Blutpuffersystems zur Übersäuerung des Blutes kommen kann.

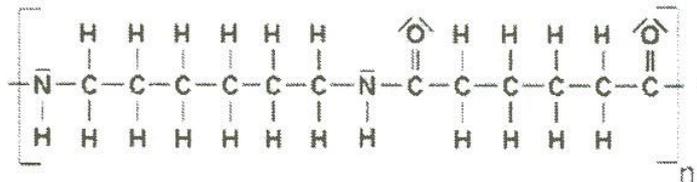
Erläutern Sie, warum durch verstärkte Abatmung von Kohlenstoffdioxid der pH-Wert des Blutes wieder erhöht werden kann. 4 VP

20 VP

Aufgabe 3

- 1 In modernen Produkten werden in vielen Bereichen Kunststoffe eingesetzt. Oft werden die gewünschten Materialeigenschaften erst durch Kombination verschiedener Kunststoffe, so genannte Blends, erreicht. Terblend® N, eine Kombination aus dem Copolymer ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) und einem Polyamid, erfährt eine vielseitige Anwendung in der Fahrzeugtechnik. Polyamide zeichnen sich durch ihre Reiß- und Zugfestigkeit aus.

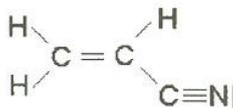
- 1.1 Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus einem Polyamidmolekül.



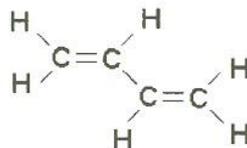
- Zeichnen Sie die Strukturformeln der Monomere und benennen Sie diese.
- Geben Sie den Reaktionstyp zur Herstellung des Polymers an.
- Ein ähnliches Polyamid kann auch aus einem einzigen Ausgangsstoff hergestellt werden. Formulieren Sie hierzu eine Reaktionsgleichung und benennen Sie den Ausgangsstoff.
- Begründen Sie unter Verwendung von Strukturformelausschnitten die Zug- und Reißfestigkeit von Polyamiden. 9 VP

- 1.2 Der Thermoplast ABS wird aus folgenden Monomeren hergestellt:

Acrylnitril



Buta-1,3-dien

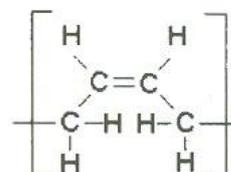


Styrol (Phenylethen)

- Zeichnen Sie einen möglichen Strukturformelausschnitt unter Verwendung der drei Monomere.
- Geben Sie auch hierzu den Reaktionstyp zur Herstellung des Polymers an. 3 VP

Hinweis:

Buta-1,3-dien wird im Makromolekül gemäß nebenstehender Abbildung 1,4-verknüpft.



1.3 Erläutern Sie Rohstoffverfügbarkeit und Verarbeitungsfähigkeit dieser Kunststoffe im Vergleich zu Karosserieblech. 3 VP

2 Die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen erfolgt u.a. in Heizkraftwerken.
Folgende Tabelle gibt die Heizwerte herkömmlicher Brennstoffe an:

Brennstoff	Heizwert in MJ · kg ⁻¹
Heizöl	43
Erdgas	35
Steinkohle	30
Holz	15

Stellvertretend für ein komplexes Kunststoffabfallgemisch soll die folgende Berechnung vereinfachend mit dem Reinstoff Styrol durchgeführt werden.

- Berechnen Sie die Standardreaktionsenthalpie für die Verbrennung von einem Mol Styrol. Das bei der Verbrennung gebildete Wasser soll als Wasserdampf vorliegen.
- Ermitteln Sie den Heizwert von Styrol und ordnen Sie das Ergebnis in die obige Tabelle ein.
- Schätzen Sie die Entropieänderung bei dieser Verbrennungsreaktion ab und begründen Sie Ihre Aussage. 5 VP

20 VP

Aufgabe 4

Elektrochemische Energiequellen sind für die Stromversorgung transportabler Geräte heute unverzichtbar.

- 1 Eine der ältesten elektrochemischen Energiequellen ist das DANIELL-Element, bei welchem Kupfer, Zink, Kupfersulfat-Lösung und Zinksulfat-Lösung zum Einsatz kommen.
 - Fertigen Sie eine beschriftete Skizze eines DANIELL-Elements bei Standardbedingungen an, das über eine Glühlampe entladen wird.
 - Formulieren Sie die Gleichungen der Teilreaktionen an Anode und Kathode. Kennzeichnen Sie in Ihrer Skizze den Plus- und Minuspol sowie die Bewegungsrichtung der Ladungsträger.
 - Berechnen Sie die Spannung eines DANIELL-Elements bei Standardbedingungen. 6 VP

- 2 Eine andere seit vielen Jahren verwendete Energiequelle ist der 1859 von PLANTÉ entwickelte Bleiakкумуляtor.

Die beiden Abbildungen zeigen schematisch den Aufbau eines aufgeladenen Bleiakкумуляtors (Abbildung 1) und den Aufbau des Akкумуляtors im entladenen Zustand (Abbildung 2).



- Erläutern Sie die Vorgänge, welche beim Entladen eines Bleiakкумуляtors ablaufen.
Verwenden Sie dabei Reaktionsgleichungen für die Teilreaktionen an den Elektroden.
- Berechnen Sie die Spannung des dargestellten Bleiakкумуляtors.
- Der entladene Bleiakкумуляtor (Abbildung 2) soll wieder aufgeladen werden.
Beschreiben Sie die praktische Durchführung und erläutern Sie die beim Laden ablaufenden Vorgänge. 6 VP

- 3 In der Tabelle der Standardpotenziale ist das Potenzial des Redox-Paares Pb / Pb²⁺ angegeben.
- Erläutern Sie unter Verwendung einer Skizze, wie dieses Potenzial experimentell bestimmt werden kann.
 - Begründen Sie, warum für das Redox-System Pb / PbSO₄(s) ein negativeres Potenzial als für Pb / Pb²⁺ angegeben ist. 6 VP
- 4 Im Gegensatz zum Bleiakкумулятор ist das DANIELL-Element nicht wiederaufladbar.
- Begründen Sie, warum ein DANIELL-Element nicht wieder aufladbar ist. Beschränken Sie sich dabei auf die Vorgänge am Minuspol. 2 VP
- 20 VP

Säurekonstanten bei 25° C

Säure	K_s in mol · L ⁻¹	pK _s
HI	10 ⁸	- 8
HBr	10 ⁶	- 6
HCl	10 ⁶	- 6
H ₂ SO ₄	1000	- 3
H ₃ O ⁺	54,95	- 1,74
HNO ₃	19,95	- 1,30
HSO ₄ ⁻	1,02 · 10 ⁻²	1,99
H ₂ SO ₃	1,38 · 10 ⁻²	1,86
H ₃ PO ₄	7,08 · 10 ⁻³	2,15
HNO ₂	7,08 · 10 ⁻⁴	3,15
HF	6,76 · 10 ⁻⁴	3,17
HCOOH	1,82 · 10 ⁻⁴	3,74
C ₆ H ₅ COOH	6,31 · 10 ⁻⁵	4,20
CH ₃ COOH	1,74 · 10 ⁻⁵	4,76
H ₂ CO ₃ (CO ₂ + H ₂ O)	4,47 · 10 ⁻⁷	6,35
H ₂ S	9,55 · 10 ⁻⁸	7,02
HSO ₃ ⁻	6,46 · 10 ⁻⁸	7,19
H ₂ PO ₄ ⁻	6,31 · 10 ⁻⁸	7,20
HCN	6,17 · 10 ⁻¹⁰	9,21
NH ₄ ⁺	5,75 · 10 ⁻¹⁰	9,24
C ₆ H ₅ OH	1,05 · 10 ⁻¹⁰	9,98
HCO ₃ ⁻	4,68 · 10 ⁻¹¹	10,33
HPO ₄ ²⁻	4,17 · 10 ⁻¹³	12,38
HS ⁻	1,26 · 10 ⁻¹⁴	13,90
H ₂ O	1,80 · 10 ⁻¹⁶	15,74
NH ₃	1,00 · 10 ⁻²³	23,00
OH ⁻	1,00 · 10 ⁻²⁴	24,00

Elektrodenpotenziale bei 25° C in wässrigen Lösungen *)

Reduzierte Form	Oxidierte Form	Potenzial in Volt
Li	Li ⁺	- 3,04
K	K ⁺	- 2,94
Ca	Ca ²⁺	- 2,87
Na	Na ⁺	- 2,71
Mg	Mg ²⁺	- 2,36
Al	Al ³⁺	- 1,68
Mn	Mn ²⁺	- 1,18
H ₂ + 2 OH ⁻	2 H ₂ O	- 0,83
Zn	Zn ²⁺	- 0,76
Cr	Cr ³⁺	- 0,74
S ²⁻	S (s)	- 0,45
Fe	Fe ²⁺	- 0,44
H ₂ + 2 OH ⁻	2 H ₂ O	- 0,41 (bei pH = 7)
Pb + SO ₄ ²⁻	PbSO ₄ (s)	- 0,36
Co	Co ²⁺	- 0,28
Ni	Ni ²⁺	- 0,24
Pb	Pb ²⁺	- 0,13
H ₂	2 H ⁺	0,00
Cu	Cu ²⁺	+ 0,34
4 OH ⁻	O ₂ + 2 H ₂ O	+ 0,40
2 I ⁻	I ₂	+ 0,54
H ₂ O ₂	O ₂ + 2 H ⁺	+ 0,68
Ag	Ag ⁺	+ 0,80
2 H ₂ O	O ₂ + 4 H ⁺	+ 0,83 (bei pH = 7)
2 Br ⁻	Br ₂	+ 1,10
Pt	Pt ²⁺	+ 1,18
2 H ₂ O	O ₂ + 4 H ⁺	+ 1,23
2 Cl ⁻	Cl ₂	+ 1,36
Au	Au ³⁺	+ 1,42
Pb ²⁺ + 2 H ₂ O	PbO ₂ (s) + 4 H ⁺	+ 1,47
PbSO ₄ (s) + 2 H ₂ O	PbO ₂ (s) + SO ₄ ²⁻ + 4 H ⁺	+ 1,68
2 H ₂ O	H ₂ O ₂ + 2 H ⁺	+ 1,76
2 F ⁻	F ₂	+ 2,89

*) Wenn nicht anders angegeben, liegen Standardbedingungen vor.

Thermodynamische Daten bei Standardbedingungen

	$\Delta_f H^0$ in $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	S^0 in $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$		$\Delta_f H^0$ in $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	S^0 in $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
H ₂ (g)	0	131	CH ₄ (g)	-74	186
H ⁺ (aq)	0	0	C ₂ H ₆ (g)	-84	230
O ₂ (g)	0	205	C ₃ H ₈ (g)	-105	270
H ₂ O(l)	-286	70	C ₄ H ₁₀ (g)	-126	310
H ₂ O(g)	-242	189	C ₈ H ₁₈ (l)	-250	361
C(s) Graphit	0	6			
CO(g)	-111	198	C ₂ H ₄ (g)	52	220
CO ₂ (g)	-394	214			
			C ₂ H ₂ (g)	228	201
N ₂ (g)	0	192			
N ₂ O(g)	82	220			
NO(g)	90	211			
NO ₂ (g)	33	240	CH ₃ OH(l)	-238	127
N ₂ O ₄ (g)	9	304	C ₂ H ₅ OH(l)	-277	161
HNO ₃ (l)	-174	156			
NH ₃ (g)	-46	193	HCHO(g)	-109	219
			CH ₃ CHO(g)	-166	264
S(s)	0	32			
SO ₂ (g)	-297	248	CH ₃ COCH ₃ (l)	-248	200
SO ₃ (g)	-396	257			
H ₂ SO ₄ (l)	-814	157	HCOOH(l)	-409	128
			CH ₃ COOH(l)	-487	160
			C ₆ H ₆ (l)	49	173
			C ₆ H ₅ CH ₃ (l)	12	220
			C ₆ H ₅ OH(s)	-155	142
			C ₆ H ₅ NH ₂ (l)	35	192
			C ₆ H ₅ CH=CH ₂ (l)	104	180
			Glucose (s)	-1273	212
			Saccharose (s)	-2222	360