

Technische Universität Berlin

Internationales Studienkolleg

**Schriftliche Prüfung zur Feststellung der Eignung
ausländischer Studienbewerber zum Hochschulstudium**

**für naturwissenschaftliche und technische Studiengänge
(Feststellungsprüfung für T-Kurse)**

Chemie

Bearbeitungszeit: 3 Stunden

Erlaubte Hilfsmittel: Formelsammlung, Taschenrechner (nicht-grafisch, nicht programmierbar), einsprachiges, deutsches Wörterbuch

**Zu bearbeiten sind vier der sechs gestellten Aufgaben.
Je Aufgabe können 25 Punkte erzielt werden.**

Für mangelnde sprachliche Richtigkeit und schlechte äußere Form können bis zu 10 % je Aufgabe abgezogen werden.

Name: _____

Prüfungsgruppe: _____

Eingereicht von: _____

Geprüft von: _____

Bearbeiten Sie bitte vier der Aufgaben 1 bis 6!

Chemikalien und chemische Prozesse spielen im Alltag eine wichtige Rolle. So finden Chemikalien beispielsweise als Reinigungsmittel Verwendung und sind Bestandteil vieler Alltagsgegenstände wie Kleidung oder Kunststoffgeschirr. Auch die Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln kommt nicht ohne Chemie aus, und viele chemische Grundlagen finden sich beispielsweise beim Kochen und Backen wieder. Man sagt deshalb auch nicht ohne Grund: "Chemistry is like cooking, just don't lick the spoon!".

-
1. Nudeln werden in der Regel in gesalzenem Wasser gekocht, damit sie für uns Menschen besser zu verdauen sind und besser schmecken. Während des Kochens wird die Stärke (ein Kohlenhydrat) aufgebrochen und irreversibel aus den Nudeln gelöst.
 - 1.a Erklären Sie kurz, ob es sich beim Erwärmen von Wasser um einen physikalischen Prozess oder eine chemische Reaktion handelt. Geben Sie außerdem eine Möglichkeit an, durch welche Trennmethode und warum das gelöste Kochsalz vom Wasser separiert werden kann. **3 P**
 - 1.b Eine übliche Packungsanleitung empfiehlt die Verwendung von 5 g Kochsalz (Natriumchlorid) pro kochendem Liter Wasser. Üblicherweise werden auf 100 g Nudeln 1 Liter Wasser verwendet. Berechnen Sie die empfohlene Stoffmengenkonzentration der Natriumchlorid-Lösung für das Kochen von 250 g Nudeln und den Massenanteil an Natriumchlorid innerhalb dieser Lösung ($\rho_{100\text{ °C}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,958\text{ g/mL}$). **6 P**
 - 1.c Begründen Sie, ob Sie für kälteres Wasser eine höhere oder niedrigere Dichte im Vergleich zu 100 °C warmem Wasser erwarten würden. **2 P**
 - 1.d Diskutieren Sie die elektrische Leitfähigkeit von reinem Natriumchlorid in festem und flüssigem Zustand anhand geeigneter Fachbegriffe. **4 P**
 - 1.e Stärke bezeichnet ein organisches Molekül aus mehreren cyclischen *D*-Glucose Bausteinen. Einzelne Moleküle der *D*-Glucose können jedoch auch offenkettig als 2,3,4,5,6-Pentahydroxyhexanal vorliegen. Zeichnen Sie dessen Skelettformel und benennen Sie die funktionelle Gruppe am C1-Atom. **4 P**
 - 1.f Definieren Sie den Begriff „Chiralität“ und nennen Sie die Bedingung für das Auftreten von Chiralität. Geben Sie die Anzahl chiraler Kohlenstoffatome in *D*-Glucose an und markieren Sie diese entsprechend in 1.e. **4 P**
 - 1.g Formulieren Sie die vollständige Verbrennungsgleichung von *D*-Glucose. **2 P**
-

2. Kohlensäurehaltige Getränke, wie Limonaden, sind sehr beliebt. Die Kohlensäure, eine schwache, zweiwertige Säure, regt den Stoffwechsel an, kann jedoch bei übermäßigem Konsum zu einem aufgeblähten Bauch führen.

- 2.a** Formulieren Sie die Gleichgewichtsreaktion zur Darstellung von Kohlensäure. **2 P**
- 2.b** Zeichnen Sie die Lewisformeln von Kohlendioxid und Wasser und geben Sie jeweils den Winkel am Zentralatom an. **3 P**
- 2.c** Bewerten Sie unter Verwendung geeigneter Fachbegriffe und Berücksichtigung der Lewisformeln die Löslichkeit von Kohlendioxid in Wasser. Leiten Sie außerdem ab, ob eine warme Limonade beim Öffnen mehr sprudeln würde als eine kalte Limonade. **5,5 P**
- 2.d** Geben Sie auch ausgehend von **2.c** einen Temperatur- und Druckbereich an, um das Gleichgewicht (**2.a**) auf die Seite der Kohlensäure zu verschieben. **2 P**
- 2.e** Definieren Sie die Begriffe „schwache Säure“ und „zweiwertige Säure“. **2 P**
- 2.f** Formulieren Sie die Gesamtgleichung der zweistufigen Protolyse von Kohlensäure. **2 P**
- 2.g** Die Säureexponenten der ersten bzw. zweiten Protolysestufe betragen $pK_{S,1} = 6,52$ und $pK_{S,2} = 10,40$. Berechnen Sie ausgehend von der ersten Protolysestufe, welche Masse an Kohlensäure vorliegen muss, damit 300 mL Kohlensäure-Lösung einen pH-Wert von 3,8 besitzen. **5 P**
- 2.h** Berechnen Sie die Anzahl an Oxonium-Ionen in der Kohlensäure-Lösung aus **2.g**. **3,5 P**

3. Um Oberflächen im Haushalt von Kalk (Calciumcarbonat) zu befreien wird häufig Essigsäure (Ethansäure) verwendet.

- 3.a** Zeichnen Sie die Lewisformel von Essigsäure. **2 P**
- 3.b** Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für das Zersetzen von Kalk mit Essigsäure. Kennzeichnen Sie dabei die Entstehung eines Gases. **2,5 P**
- 3.c** Die Auflösungsgeschwindigkeit des Kalkes in Abhängigkeit von der Temperatur kann im offenen System anhand der verbleibenden Masse an Kalk bestimmt werden. Bei einem solchen Versuch wurden folgende Werte für zwei unterschiedliche Temperaturen ermittelt:

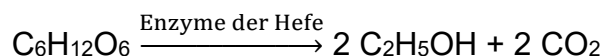
t [min]		0	1	2	3	4	5	6
T1	m(Kalk) [g]	12	8,5	5,7	3,8	2,4	1,8	1,3
T2	m(Kalk) [g]	12	5,4	1,6	0,7	0,3	0,1	0,05

Zeichnen Sie ein gemeinsames Masse-Zeit-Diagramm und begründen Sie, welche Werte bei einer höheren Temperatur ermittelt wurden.

- 3.d** Definieren Sie die RGT-Regel und geben Sie an, wofür „RGT“ steht. **3 P**
- 3.e** Geben Sie eine Reaktionsgleichung zur Darstellung von Kalk an. **2 P**
- 3.f** Berechnen Sie, welche Masse an Kalk von 200 mL einer Essigsäure-Lösung mit dem Massenanteil von 60 % ($\rho_{\text{Essigsäure}} = 1,07 \text{ g/mL}$) bei vollständigem Umsatz zersetzt werden können. **7 P**
- 3.g** Das in **3.b** entstandene Gas nimmt bei 200 °C ein Volumen von 26,5 mL ein. Berechnen Sie das Volumen, welches das Gas bei konstantem Druck und einer Temperaturerhöhung auf 450 °C einnehmen würde. **3 P**

4. Essigsäure (Ethansäure), eine kurzkettige, einwertige Carbonsäure ($pK_s = 4,75$), kann nicht nur zur Reinigung, sondern auch verdünnt in Salatdressings verwendet werden. Häufig werden für den besseren Geschmack ebenfalls Öl, Senf und Gewürze hinzugegeben. Senf enthält den Stoff Lecithin, welcher als sogenannter Emulgator hilft, dass sich nicht mischbare Stoffe vermengen.
- 4.a** Öle enthalten Fettsäuren, welche hauptsächlich aus unverzweigten Kohlenstoffketten bestehen, welche „gesättigt“ oder „ungesättigt“ sein können. Erklären Sie den wichtigen strukturellen Unterschied. **2 P**
- 4.b** Öl ist ein Sammelbegriff für organische Flüssigkeiten, welche sich nicht in Wasser lösen. Nennen Sie den Fachbegriff des Gemisches von Öl und Wasser und leiten Sie die Polarität eines Emulgators ab. **2 P**
- 4.c** Für das Salatdressing werden 0,3 mL reine Essigsäure ($\rho_{\text{Essigsäure}} = 1,05 \text{ g/mL}$) mit Wasser auf 80 mL verdünnt. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration und den pH-Wert dieser Lösung. **6 P**
- 4.d** Die Essigsäure-Lösung aus **4.c** wird auf 250 mL verdünnt. Berechnen Sie den pH-Wert und den Protolysegrad α dieser verdünnten Lösung. **5 P**
- 4.e** Essigsäure kann beispielsweise durch Oxidation von Buten dargestellt werden. Zeichnen Sie die Skelettformeln von drei Isomeren des Butens und benennen Sie diese systematisch. Mindestens ein Isomer soll cyclisch sein. **6 P**
- 4.f** Zwei Teller fallen herunter. Einer bestand aus Metall und der andere Teller aus einem Metalloxid. Erklären Sie anhand geeigneter Fachbegriffe und dem atomaren Aufbau, was mit den beiden Tellern beim Aufprall auf den Boden wahrscheinlich passieren wird. Sie können ebenfalls eine Zeichnung hinzuziehen. **4 P**

5. Die alkoholische Gärung wird nicht nur bei der Produktion von Bier, sondern auch bei der Herstellung von Backwaren genutzt. Enzyme in der zugesetzten Hefe, ein einzelliger Organismus, wandeln dabei *D*-Glucose ($C_6H_{12}O_6$) zu Ethanol und Kohlendioxid, wobei verschiedene Nebenprodukte entstehen können.



- 5.a** Definieren Sie den Begriff „Oxidationszahl“ und erklären Sie kurz, was die unterschiedlichen Vorzeichen der Oxidationszahl bedeuten. **3 P**
- 5.b** Zeigen Sie anhand von Ethanol, dass für die Bestimmung der Oxidationszahl des Kohlenstoffs in organischen Molekülen unbedingt auch die Strukturformel berücksichtigt werden muss und die Summenformel meist ein missverständliches Ergebnis liefert. **3 P**
- 5.c** Berechnen Sie, welche Masse an *D*-Glucose eingesetzt werden muss, damit bei der alkoholischen Gärung 75 mL Ethanol ($\rho_{\text{Ethanol}} = 0,789 \text{ g/mL}$) entstehen, wenn die Ausbeute der Reaktion 90 % beträgt. **6 P**
- 5.d** Ein Nebenprodukt der alkoholischen Gärung ist Hexanol. Zeichnen Sie die Skelettformeln von vier Isomeren des Hexanols, darunter je ein primärer, sekundärer und tertiärer Alkohol, sowie ein Isomer mit einer verzweigten Kohlenstoffkette. Ordnen Sie entsprechend zu und benennen Sie diese systematisch. **8 P**
- 5.e** Geben Sie an, ob Ihre Isomere aus **5.d** stufenweise oxidiert werden können und benennen Sie gegebenenfalls die dabei entstehende(n) Stoffklasse(n). **4 P**
- 5.f** Erklären Sie kurz anhand des richtigen Fachbegriffes, warum das Brot nach dem Backen nicht nach Alkohol schmeckt. **1 P**

6. Durch die Nahrungsaufnahme versorgen wir Menschen unseren Körper mit wichtigen „Bausteinen“ wie beispielsweise Stickstoff, den wir jedoch nicht aus der Luft verwerten können. Vor allem durch den Verzehr von Salaten und Gemüse werden stickstoffhaltige Verbindungen wie Nitrate aufgenommen, welche über den Boden oder Düngemittel ins Gemüse gelangen.
- 6.a** Begründen Sie anhand von Fachbegriffen, warum Stickstoff wenig reaktiv ist und gehen Sie dabei auch auf die vorliegenden Bindungsverhältnisse ein. **2 P**
- 6.b** Zur Bestimmung des Nitratgehalts in Düngemitteln wird eine sogenannte Ringprobe durchgeführt. Das enthaltene Kaliumnitrat reagiert dabei mit Eisen(II)sulfat in Gegenwart von Schwefelsäure zu Stickstoffmonoxid, Eisen(III)sulfat, Wasser und einem weiteren Nebenprodukt. Zeigen Sie, dass es sich hierbei um eine Redoxreaktion handelt, indem Sie zunächst die unvollständige Reaktionsgleichung formulieren und die Oxidationszahlen aller beteiligten Atome bestimmen. Gleichen Sie anschließend die Redoxreaktion aus. **11 P**
- 6.c** Innerhalb der Ringprobe wird Stickstoffmonoxid an überschüssige Eisen(II)-Ionen gebunden. Berechnen Sie die Gesamtelektronenanzahl und zeichnen Sie die Lewisformel von Stickstoffmonoxid. Erklären Sie anschließend, warum Reaktionen mit Stickstoffmonoxid normalerweise ohne Einsatz eines Katalysators ablaufen und nennen Sie den Fachbegriff solcher Verbindungen. **3,5 P**
- 6.d** Definieren Sie den Begriff „Mesomerie“ und zeichnen Sie zwei mesomere Grenzstrukturen des Nitrat-Ions. **4 P**
- 6.e** Kopfsalat besitzt einen durchschnittlichen Nitratgehalt von 1764 mg/kg. Berechnen Sie die tatsächlich aufgenommene Menge an Nitrat für den Verzehr von 250 g Kopfsalat, wenn das Nitrat im Körper zu 15 % in Nitrit umgewandelt wird. **3,5 P**
- 6.f** Die Gehaltsbestimmung von Nitrat in Düngemitteln wird normalerweise in streng kontrollierten Laboren untersucht. Nennen Sie zwei Dinge, die in einem Chemielabor verboten sind. **1 P**

Universelle Gaskonstante $R = 0,0831 \text{ bar} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

1 bar = 10^5 Pa

Hydronium-Ion = Oxonium-Ion

Alle Gase werden als ideale Gase angenommen!

Normalbedingungen: 273 K / 1,013 bar