

Vorabiturklausur 2025	Chemie	Material für Prüflinge
Aufgabe III	gA	Prüfungszeit*: 220 min.

*Die Prüfungszeit setzt sich zusammen aus 220 min Bearbeitungszeit und 20 min Auswahlzeit

Aufgabenstellung

1. Die Aluminium-/Kupferzelle

- 1.1 Folgende Kurzschreibweise eines galvanischen Elements ist gegeben:
 $\text{Al(s) | Al}^{3+}(\text{aq}); c=1\text{mol/L} || \text{Cu}^{2+}(\text{aq}); c=1\text{mol/L} | \text{Cu(s)}$
 Zeichnen Sie einen möglichen Aufbau dieses Elements mit Beschriftung.
 Kennzeichnen Sie Donator- und Akzeptorelektrode. (14 BE)
- 1.2. Erklären Sie das Zustandekommen einer Spannung bei diesem galvanischen Element. (12 BE)
- 1.3 Berechnen Sie das Potential dieser galvanischen Elementes bei Standardbedingungen mit Hilfe der Spannungsreihe (Formelsammlung) auf einem nachvollziehbaren Weg. (6 BE)

2. Das Reaktionsvermögen unterschiedlicher Stoffe

- 2.1 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für den Versuch M1. Ordnen Sie die Reaktionen begründet einem Reaktionstyp zu. (12 BE)
- 2.2 Erläutern Sie das unterschiedlich starke Reaktionsvermögen der beteiligten Metalle mit ihrem Standardpotential. (12 BE)
- 2.3 Sie dürfen in einem offenen System bei keiner dieser Reaktionen einen Gleichgewichtspfeil schreiben. Begründen Sie, warum nicht. (8 BE)
- 2.4 Der Versuch M1 wird mit einer wässrigen Lösung von Propansäure ($\text{pK}_s = 4,87$) der Konzentration $c=1\text{mol/L}$ wiederholt, verläuft bei Zink- und Chrompulver wesentlich langsamer und bei Kupferpulver ebenfalls nicht. Erklären Sie diese Beobachtungen. (10 BE)

3. Galvanische Elemente im praktischen Einsatz

- 3.1 Mit der Lithium-Iod-Batterie (M2) und dem Lithium-eisen-phosphatakkumulator (M3) stehen prinzipiell zwei unterschiedliche Energiequellen zur Versorgung von medizinischen Implantaten wie Herzschrittmachern oder integrierten Defibrillatoren Verfügung. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des Einsatzes beider Zelltypen in Implantaten. Entscheiden Sie, welcher Zelltyp besser für Implantate geeignet ist. (15 BE)
- 3.2 Stellen Sie Vorgänge beim Entladevorgang beim Bleiakkumulator (M4) übersichtlich in Form von Reaktionsgleichungen dar (Oxidation/Reduktion/Gesamtgleichung). Ermitteln Sie anhand von Oxidationszahlen, welches Atom reduziert bzw. oxidiert wird (M4). (11 BE)

M1: Salzsäure reagiert mit unterschiedlichen Metallen

Gibt man Zinkpulver in eine wässrige Lösung von Chlorwasserstoff (Salzsäure) der Konzentration $c=0,1\text{mol/L}$, so findet eine heftige Reaktion unter Gasentwicklung statt. Das Gas ist brennbar.

Mit Chrompulver verläuft die Reaktion weit weniger heftig, während sie mit Kupferpulver gar nicht mehr abläuft.

M2: Die Lithium-Iod-Batterie

Die Lithium-Iod-Batterie ($\text{Li}-\text{I}_2$ -Batterie) ist eine nicht wiederaufladbare Lithiumbatterie mit Lithium als Anode und einer Kombination basierend auf Iod und Poly-2-vinylpyridin (P2VP) als Kathode. Als fester Elektrolyt dient Lithiumiodid, das die Eigenschaft hat, Lithiumionen von der Anode zu Kathode gut leiten zu können, während es für Iodionen in umgekehrter Richtung undurchlässig ist. Lithium-Iod-Batterien sind Feststoffbatterien ohne flüssige Bestandteile und zeichnen sich durch eine sehr geringe Selbstentladung um 0,6 % pro Jahr aus. Die Leerlaufspannung variiert je nach Typ und liegt bei handelsüblichen Zellen für Herzschrittmacher bei 2,8 V. Die $\text{Li}-\text{I}_2$ -Zellen können aufgrund des hohen Innenwiderstandes nur geringe Entladeströme liefern. Übliche Lastwiderstände liegen über $10\text{ k}\Omega$, die entnehmbare Leistung unter 1 mW. Die Zellen sind kurzschlussfest und es kommt in keinem Betriebsfall zu einer Gasbildung in der Zelle. Damit kann eine Leckage der Batterie sicher verhindert werden. Die Batterie ist nicht wechselbar. Nach Entladung muss sie komplett ausgetauscht werden.

M3: Der Lithium Eisenphosphat-Akkumulator

Der Lithium-Eisenphosphat-Akkumulator (Lithium-Ferrophosphat-Akkumulator, LFP-Akku) ist eine Ausführung eines Lithium-Ionen-Akkumulators mit einer Zellenspannung von 3,2 V bis 3,3 V. Die positive Elektrode besteht aus Lithium-Eisenphosphat (LiFePO_4) anstelle von herkömmlichem Lithium-Cobalt(III)-oxid (LiCoO_2). Die negative Elektrode besteht aus Graphit mit eingelagertem Lithium. Ein solcher Akkumulator hat gegenüber dem herkömmlichen eine geringere Energiedichte, neigt aber nicht zu thermischem Durchgehen, da der Sauerstofflieferant von Lithium-Cobalt(III)-oxid fehlt. Allerdings können bei Überhitzung, beispielsweise zufolge mechanischer Beschädigungen oder Fehler in der angeschlossenen Elektronik, brennbare Gase aus dem Akkumulator austreten, die mit einer externen Flamme an Luft entzündbar sind. Mit nur wenig zusätzlicher Elektronik lässt sich dieser Akku auch über kurze Distanzen durch elektromagnetische Felder („induktiv“) aufladen.

M4: Der Bleiakkumulator

Ein Bleiakkumulator (kurz Bleiakku) ist ein Akkumulator, bei dem die Elektroden aus Blei bzw. Bleidioxid und der Elektrolyt aus verdünnter Schwefelsäure bestehen.

Bleiakkumulatoren gelten für eine Lebensdauer von einigen Jahren als zuverlässig und preisgünstig. Im Vergleich mit anderen Akkumulatortypen haben sie – verglichen mit anderen Energiespeichern – im Verhältnis zum Volumen eine große Masse sowie mit etwa 0,11 MJ/kg eine geringe Energiedichte. Bezogen auf das Volumen ist die Energiedichte der anderer Akkumulatoren ähnlich. Die bekannteste Anwendung ist die Starterbatterie für Kraftfahrzeuge. Auch werden sie als Energiespeicher für Elektrofahrzeuge eingesetzt. Wegen ihrer großen Masse sind sie hierfür allerdings nur eingeschränkt verwendbar. Das hohe Gewicht kann aber auch vorteilhaft genutzt werden, beispielsweise in Gabelstaplern, bei denen der Bleiakkumulator gleichzeitig als Gegengewicht an der Hinterachse dient.

Ein Bleiakkumulator besteht aus einem säurefesten Gehäuse und zwei Bleiplatten oder Plattengruppen, von denen die eine als positiv und die andere als negativ gepolte Elektrode dienen, sowie einer Füllung von 37-prozentiger (Massenanteil) Schwefelsäure (H_2SO_4) als Elektrolyt.

Folgende Grafik stellt die chemischen Vorgänge beim Entladenvorgang dar:

Bleiakkumulator: Entladenvorgang

