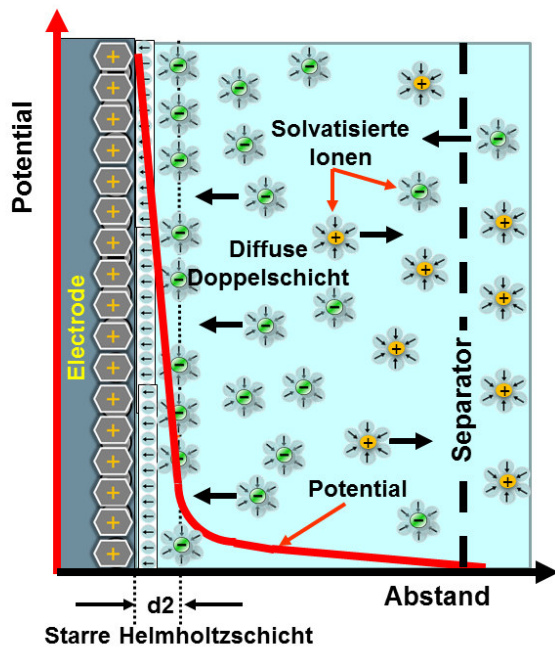


Abgabe am Dienstag den 19. Mai vor Beginn der Vorlesung

AUFGABE 1 – Elektrodenprozesse - (12 Pkt.)

Abbildung <http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelschichtkapazität>



(a) Wir betrachten eine positiv geladene Elektrode und nehmen an, dass sich alleine eine starre Helmholtzschicht herausbildet (Vernachlässigung der diffusen Doppelschicht). Es ergibt sich also eine Anordnung von 1) positive Ladungen an der Oberfläche der metallischen Elektrode, 2) einer Schicht von Wassermolekülen (Wasserdipole als Pfeile in nebenstehender Abbildung eingezeichnete und 3) eine Schicht von Anionen.

Die Situation soll mit einem einfachen Plattenkondensatormodell beschrieben werden. Der effektive Abstand zwischen den negativen Anionen und der positiven Elektrode sei 4 \AA (Abstand der Kondensatorplatten); die in ihrer Bewegung eingeschränkten Wassermoleküle seien durch eine relative Dielektrizitätskonstante ϵ beschrieben für die gilt $\epsilon = 40$. Berechnen Sie mit diesen Zahlenwerten die Doppelschichtkapazität pro Quadratcentimeter. (2 Pkt.)

(b) Jetzt nehmen wir an, dass die diffuse Doppelschicht (Gouy-Chapman Schicht) das Verhalten dominiert. Leiten sie - wie in der Vorlesung besprochen - unter Annahme eine Gleichgewichtssituation (kein Stromfluß) für einen KCl-Elektrolyten (also nur einwertige Ionen) den Konzentrationsverlauf der Ionen in der Nähe der Elektrode her. Verwenden Sie dabei die in der Vorlesung besprochene Näherung. Wenn Sie die Vorlesung nicht verfolgt haben, können Sie eine entsprechende Herleitung im Gerthsen im Kapitel "6.4.6. Ionenwolken; elektrochemisches Potential" finden. Schlüsselbegriffe der Herleitung sind *Elektrochemisches Potential*, *Poisson Glg.*, *Näherung über Taylorentwicklung*, *Debye-Länge*. (4 Pkt)

Geben Sie anschließend den Konzentrationsverlauf für eine 100 mM KCL Lösung als Gleichung an (eine Gleichung für die Kationen und eine zweite für die Anionen). (2 Pkt)

(c) Zur Wasserelektrolyse wird zwischen Anode und Kathode ein Potential von 1,9 V angelegt. Es fließt ein Elektrolysestrom von 10 mA/cm^2 . Das Überpotential an der Anode betrage 0,4 V, das Überpotential an der Kathode betrage 0,1 V.

Wie groß ist die Faraday'sche Effizienz, d.h. wieviel Prozent der eingesetzten elektrischen Energie werden in Form von chemischer Energie im H_2 -Gas gespeichert? (2 Pkt)

Wie groß ist der Ohmsche Widerstand des Elektrolyten (per cm^2)? (2 Pkt)

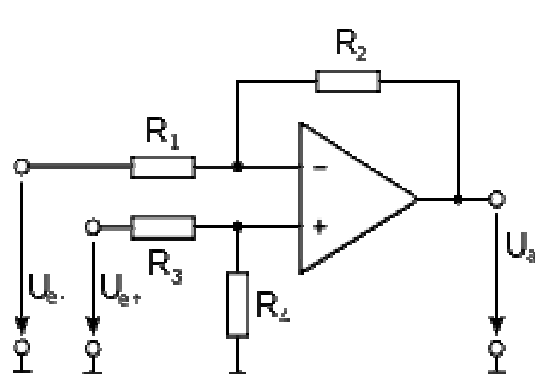
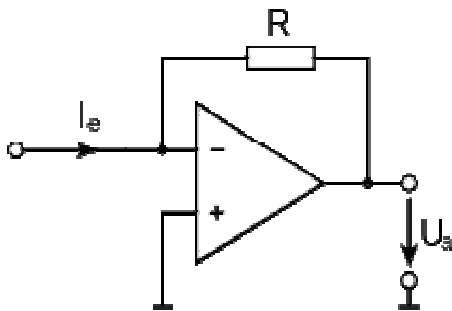
Ergänzende Angaben und Hinweise: Die Elektrolyse soll bei Raumtemperatur und einem Sauerstoffpartialdruck von 1 bar stattfinden. Folglich beträgt der minimal benötigte Spannungsbedarf 1,23 V (= Differenz der Gleichgewichtspotentiale der anodischen und kathodischen Reaktion). Hierzu addieren sich die beiden Überpotentiale und der ohmschen Spannungsverluste durch eine begrenzte Leitfähigkeit des Elektrolyten. In der Summe ergibt sich dann 1,9 V.

(Hinweis: Beide Aufgabenteile von (c) sind einfach und schnell lösbar.)

AUFGABE 2 – Aktives elektronisches Bauelement, Operationsverstärker (OP)- (8 Pkt.)

(a) Photodioden liefern Ströme, die in sehr guter Näherung proportional zur einfallenden Lichtintensität sind.

Diese oft sehr kleinen Ströme (z.B. bei Messung schwacher Fluoreszenzsignale) sollen in eine Spannung umgewandelt werden. Dies kann durch die links gezeigte Strom-Spannungswandler-Schaltung erreicht werden (auch *Transimpedanzverstärker* genannt.) Begründen Sie, dass gilt: $U_a = -I_e R$. Wie groß muss R gewählt werden, damit ein Strom von 100 nA zu einer Ausgangsspannung von 1 V führt? (4 Pkt)



(b) Gegeben ist die links gezeigte *Differenzverstärkerschaltung*. Es sei angenommen, dass es sich um einen „Idealen Operationsverstärker“ handelt, wie in der Vorlesung besprochen (siehe auch <http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverstärker>).

Alle vier Widerstände seien identische ($R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$). Leiten Sie nachvollziehbar her (also mit Begründung der einzelnen Schritte über die Eigenschaften des idealen OPs), dass für die Ausgangsspannung gilt: $U_a = U_{e+} - U_{e-}$. (4 Pkt)