

X **Aufgabe 1 (10 Punkte):**

Skizzieren Sie den typischen Verlauf der dielektrischen Konstanten (Realteil ϵ') eines Isolators über einen breiten Frequenzbereich (Radiowellen bis UV). Erläutern Sie anhand Ihres Diagramms, warum z. B. Glas für blaues Licht einen höheren Brechungsindex aufweist als für rotes Licht.

X **Aufgabe 2 (15 Punkte):**

Erläutern Sie die physikalischen Unterschiede zwischen piezoelektrischen, pyroelektrischen und ferroelektrischen Festkörpern.

X **Aufgabe 3 (15 Punkte):**

(a) Leiten Sie die Gleichung der Langmuir-Isotherme für die Adsorption eines Gases an einer Festkörperoberfläche aus einer einfachen Gleichgewichtsbetrachtung her.

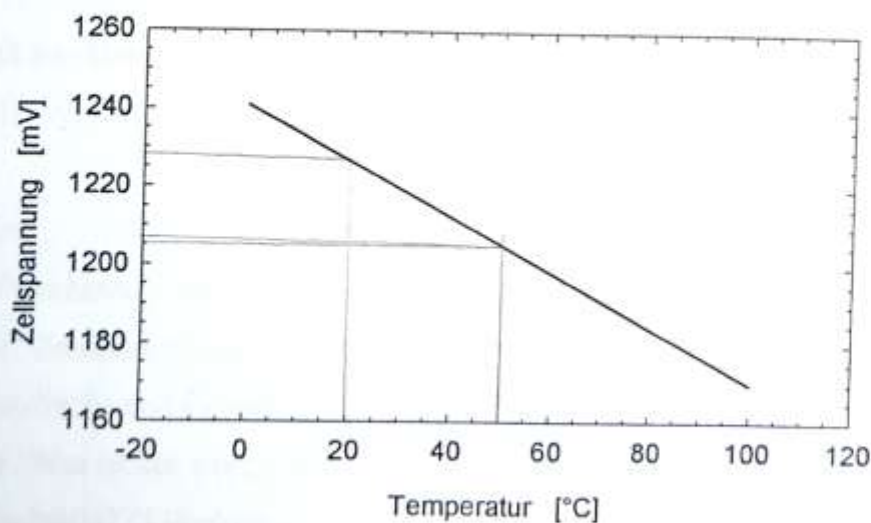
(b) Skizzieren Sie in einem einzigen Diagramm (Achsenbeschriftungen!) den Verlauf der Isothermen für zwei deutlich verschiedene Temperaturen $T_1 < T_2$ bei exothermer Adsorption $\Delta_{ads}H < 0$.

(c) Für welche Fälle ist eine Langmuir-Isotherme nützlich und wann bevorzugt man die BET-Isotherme?

X **Aufgabe 4 (15 Punkte):**

Berechnen Sie aus der Abbildung (Zellspannung gegen Temperatur) die Reaktionsenthalpie, die Reaktionsentropie und die Freie Reaktionsenthalpie bei 50°C für die Reaktion

$\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (flüssig). Nehmen Sie dazu Konstanz der Reaktionsenthalpie von 0°C bis 100°C an. Die elektrochemische Messzelle enthält eine von 1 atm H_2 umgebene und eine von 1 atm O_2 umgebene Platinelektrode. Der Elektrolyt weist eine H^+ -Aktivität von 1 auf (also $\text{pH} \sim 0$).



Aufgabe 5 (15 Punkte):

(a) Tragen Sie die Butler-Volmer-Gleichung in einem Strom-Spannungsdiagramm auf, und zwar (A) mit linearer und (B) mit logarithmischer Strom-Achse! Wie erhält man aus experimentellen Daten Austauschstromdichten und Transferkoeffizienten (Symmetriefaktoren α)?

(b) Für die Auflösung eines Metalls M zu solvatisierten Kationen M^+ bei 25 °C wurden folgende Wertepaare Stromdichte (in mAcm^{-2}); Spannung (in mV, gegen Normal-Wasserstoff-Referenzelektrode) bestimmt: (0; 150), (3.89; 151), (11.68; 153), (19.46; 155). Berechnen Sie das Nernst-Potenzial und die Austauschstromdichte! Der Transferkoeffizient (Symmetriefaktor α) beträgt 0.5.

Aufgabe 6 (15 Punkte):

Ein Elektrolyt enthält 1 mol/Liter HCl, 0.1 mol/Liter SnCl_2 und 0.001 mol/Liter FeCl_2 . Eine Goldelektrode taucht ein und wird zunächst auf -0.45 V (gegen Normal-Wasserstoff-Referenzelektrode) polarisiert. Welche Metalle scheiden sich ab? Nun wird die Elektrode auf -1 V polarisiert. Welche Metalle scheiden sich ab? Welche weiteren Prozesse laufen an der (metallisierten) Goldelektrode ab? Das Nernstpotenzial für Sn/Sn^{2+} beträgt -0.14 V, für Fe/Fe^{2+} -0.44 V, für K/K^+ -2.93 V, und für Cl_2/Cl^- +1.36 V (jeweils gegen Normal-Wasserstoff-Referenzelektrode). Eine eventuelle Unterpotenzialabscheidung soll hier vernachlässigt werden; ebenso die Reaktionen an der Gegenelektrode.

Aufgabe 7 (15 Punkte):

In der SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) werden Wasserstoff und Sauerstoff bei ca. 1000 °C zu Wasser umgesetzt. Der Elektrolyt ist mit Yttriumionen dotiertes ZrO_2 , ein guter Oxidionenleiter. Das Anodenmetall (Stromabgriff) ist Nickel, an der Kathode wird mit Strontiumionen dotiertes LaMnO_3 verwendet, das sowohl Oxidionen als auch Elektronen leitet (Stromabgriff).

(a) Formulieren Sie die Redoxgleichungen! Welches Gas muss an welche Elektrode geführt werden? Wo liegen im stromliefernden Betrieb der Plus- und Minuspol?

(b) Was sind Vor- und Nachteile gegenüber Brennstoffzellen, die Wasserstoff und Sauerstoff bei 25°C umsetzen?