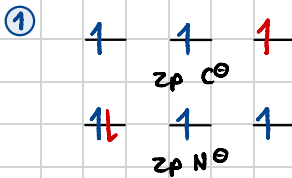
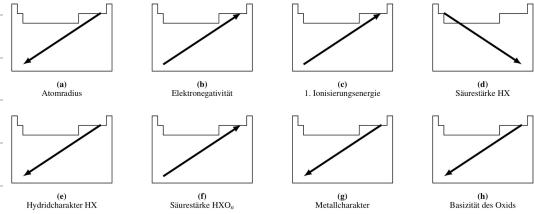


Besprechung Probeprüfung

Aufgabe 1 (Wissen): Überprüfen Sie folgende Aussagen, indem Sie «richtig» oder «falsch» ankreuzen. (7P)

	richtig	falsch
Die Stärke der Säure nimmt in folgender Reihe zu: $\text{CH}_4 < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O} < \text{HF}$ (d)	X	
Die Stärke der Säuren nimmt in folgender Reihe ab: $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_4\text{SiO}_4$ (f)	X	
Die Ionenradien nehmen in folgender Reihe ab: $\text{N}^{3-} > \text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Na}^+$ (a)	X	
Die Elektronegativität der Elemente steigt in der Reihenfolge: $\text{N} < \text{P} < \text{Si}$ (b)		X
N hat eine höhere Elektronenaffinität als C (1)		X
Die Elektronenkonfiguration von As^{3+} lautet $[\text{Ar}] 4s^2$. (2)		X
Die Elemente der 1. Gruppe sind stärkere Reduktionsmittel als die Elemente der 14. Gruppe. (3)	X	

Trends im Periodensystem auswendig lernen.



Mit der Aufnahme eines Elektrons hat C eine halbbefüllte Schale, was besonders stabil ist. Die Elektronenaffinität ist folglich höher als jene von N.



③ Reduktionsmittel \Rightarrow Mass dafür wie leicht ein Elektron abgegeben werden kann \Rightarrow 1. Ionisierungsenergie besonders gering \Rightarrow richtig

Aufgabe 2 (VSEPR/Symmetrie): Geben Sie die formale Oxidationszahl (OZ) und die Valenz am Zentralatom der folgenden Verbindungen und Ionen an. Bestimmen Sie die Struktur der Verbindungen und Ionen mit Hilfe des VSEPR-Modells. Zeichnen Sie alle freien Elektronenpaare (auch die an den Liganden) als Striche ein. Bestimmen Sie die Punktgruppen der Verbindungen. (16P tot; pro Zeile 0,5P Valenz, 0,5P OZ, 2P Molekülstruktur, 1P Punktgruppe)

Verbindung	Valenz	OZ	Molekülstruktur	Punktgruppe
SO_2	4	+IV		C_{2v}
BrF_3	3	+III		C_{2v}

Algorithmus für VSEPA-Strukturen

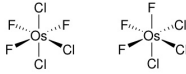
$[\text{PF}_6]^-$	6	+V		O_h
SeF_4	4	+IV		C_{2v}

① Die Oxidationszahl OZ mit Hilfe der Summenformel bestimmen.

② Die Anzahl freier Elektronenpaare bestimmen. $\#_{\text{fr. e-Paare}} = \frac{1}{2} (\text{Hauptgruppenzahl} - \text{Valenz})$

③ Mit der Anzahl der Domänen die Struktur bestimmen. (Domänengrösse beachten)

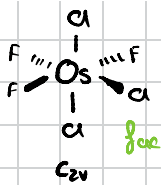
Aufgabe 3 (Symmetrie): IR- und Raman-Spektroskopie
 OsF_3Cl_3 ist ein oktaedrischer Komplex, von dem es zwei Stereoisomere gibt (siehe Abbildung unten). Eines gehört zur Punktgruppe C_{2v} , das andere zu C_{3v} :



Ein IR- und ein Raman-Spektrum wurden von einem der beiden Stereoisomere aufgenommen. Die Os-Cl-Streckschwingungen lassen sich leicht im Bereich von 300-350 cm^{-1} identifizieren. Alle Os-Cl-Streckschwingungen sind in beiden Spektren zu sehen. Können Sie daraus herleiten, um welches Stereoisomer es sich handelt? (10P tot)
 Charaktertafeln finden Sie auf der nächsten Seite.

Ja/Nein: Nein

Begründung (maximal 3 Sätze; dazu kurze Herleitung mithilfe Charaktertafel):



Alle Schwingungen lassen sich mit Red. nach obigen Algorithmus theoretisch herleiten, was aber nicht unbedingt nötig ist. Eine Schwingung hat entweder lineare Symmetrie (x, y, z) , was sie IR-aktiv macht, oder quadr.

Symmetrie $(xy, xz, yz, z^2, x^2, y^2)$, was sie Raman-aktiv macht.

C_{2v} : Alle linearen irred. Darstellungen sind auch quadratisch. Alle Schwingungen sind IR und Raman aktiv.

C_{3v} : Sofern A_2 eine Schwingung ist, wäre sie rein Raman-aktiv.

Schwingungssymmetrie herleiten $\Gamma_{\text{vib}}^{\text{IR}} = 2A_1 \oplus B_2 \Rightarrow$ Alle IR und Raman aktiv

Anwendungen der Gruppentheorie - Schwingungsspektroskopie

Die Gesamtwellenfunktion eines Moleküls setzt sich aus translationalen, rotationschen und vibratorischen Beitrag zusammen. Ein Molekül mit N Atomen hat $3N$ Darstellungen bzw. Freiheitsgrade, wovon 3 translational sind (x, y, z) , 2 oder 3 rotationsch (wenn linear nur 2) und der Rest vibratorisch.

$\Gamma_{3N} = \Gamma_{\text{trans}} \oplus \Gamma_{\text{rot}} \oplus \Gamma_{\text{vib}}$ $N_{\text{vib}} = 3N - 5$ (linear) $3N - 6$ (n. linear)

Um jetzt die Symmetrien der Schwingungen herzustellen, wird jedem Atom im Molekül sein eigenes Koordinatensystem gegeben und betrachtet, wie jede Koordinatenrichtung jedes Atoms unter G transformiert und daraus werden die Charaktere berechnet. Dabei müssen wir nur diejenigen Atome betrachten, die unter der Symmetrioperation an Ort und Stelle bleiben.

$E \Rightarrow \chi_E = 3$ (alle Koordinaten bleiben gleich)
 $C_2 \Rightarrow \chi_{C_2} = -1$ (nur O: $x_3 \rightarrow -x_3$, y_3, z_3 gleich)
 $\sigma_{xz} \Rightarrow \chi_{\sigma_{xz}} = 3$
 $\sigma_{yz} \Rightarrow \chi_{\sigma_{yz}} = 1$

Diese Darstellung muss jetzt mit der Reduktionsformel in ihre irreduziblen Darstellungen zerlegt werden.

$\Gamma_{\text{red}} = \sum_i c_i \Gamma_i \quad c_i = \frac{1}{|G|} \sum_{g \in G} \chi_i(g) \chi(g)$

C_{2v}	E	C_2	σ_{xz}	σ_{yz}	Koord.	Quadr.	Rot.
A_1	1	1	1	1	x, y, z	x^2, y^2, z^2	R_z
A_2	1	1	-1	-1	xy	xz	R_y
B_1	1	-1	1	-1	x, z	yz	R_x
B_2	1	-1	-1	1	y	$x^2 - y^2$	

Von diesen neun irreduziblen Darstellungen sind translational und vibratorische Beiträge abzutrennen (ablesen aus der Charaktertafel).

$\Gamma_{\text{trans}} = 3 \oplus 1 \oplus 1 = B_1 \oplus B_2 \oplus A_1$
 $\Gamma_{\text{rot}} = 1 \oplus 1 \oplus 1 = B_2 \oplus B_1 \oplus A_1$
 $\Gamma_{\text{vib}} = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 2 A_1 \oplus B_2$

Anhand der Symmetrie der Schwingung lässt sich sagen, ob sie IR oder Ramanaktiv ist.
 • IR: Entfällt x, y oder z
 • Raman: Entfällt quadratisch Γ_{vib} .

Charaktertafeln sind gegeben

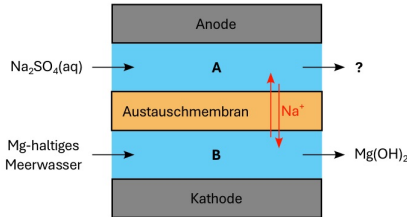
C_{2v}	E	C_2	σ_{xz}	σ_{yz}	Koord.	Quadr.	Rot.
A_1	1	1	1	1	x, y, z	x^2, y^2, z^2	R_z
A_2	1	1	-1	-1	xy	xz	R_y
B_1	1	-1	1	-1	x, z	yz	R_x
B_2	1	-1	-1	1	y	$x^2 - y^2$	

C_{3v}	E	$2C_3$	$3\sigma_v$	Koord.	Quadr.	Rot.
A_1	1	1	1	x, y, z	$x^2 + y^2, z^2$	
A_2	1	1	-1			R_z
E	2	-1	0	x, y	$x^2 - y^2, xy, yz$	R_x, R_y

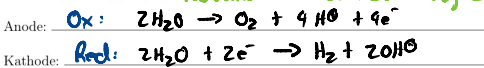
Aufgabe 6 (Gitter): Unten sehen Sie die Elementarzelle der Kristallstruktur eines Metalloxids M_xO_y . Füllen Sie die folgende Tabelle dazu aus: (5P tot; 1P pro richtige Antwort) (Hinweis: Die gelb umrandeten Kugeln liegen auf der Fläche der Elementarzelle. Es können noch weitere Kugeln auf den Flächen liegen.)

Koordinationszahl der Ionen	M: 6 O: 3
Anzahl Ionen in der Elementarzelle	M: 4 O: 8
Oxidationszahl von M	TiO_2 +II

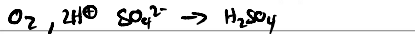
Aufgabe 7 (Prozess): Magnesiumhydroxid kann via Elektrolyse aus Meerwasser gewonnen werden. Man verwendet dazu zwei mit einer Kationenaustauschmembran voneinander getrennten Kammern (A) fließt eine wässrige Na_2SO_4 -Lösung und durch die andere (B) das Magnesium-haltige Meerwasser (Mg vorwiegend in Form von $MgCl_2$ vorhanden). Das schwerlösliche $Mg(OH)_2$ kann nach der Elektrolysezelle vom Meerwasser abfiltriert werden. Unter den verwendeten Bedingungen können praktisch nur Na^+ -Kationen die Kationenaustauschmembran durchqueren. (7P tot)



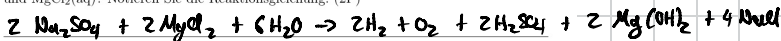
a) Welche Reaktionen laufen an der Anode und an der Kathode ab? Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen. (2P)



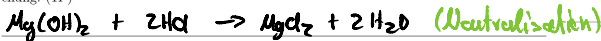
b) Welche Produkte entstehen in Kammer A? (1P)



c) Wie lautet die Gesamtreaktion unter Einbezug der vorhandenen gelösten Salze $Na_2SO_4(aq)$ und $MgCl_2(aq)$? Notieren Sie die Reaktionsgleichung. (2P)



d) Schlagen Sie eine Reaktion vor, um $MgCl_2$ aus $Mg(OH)_2$ herzustellen. Reaktionsgleichung: (1P)

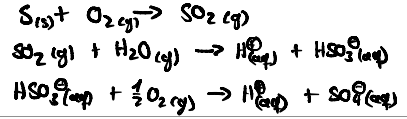


e) Wie würden Sie aus $MgCl_2$ elementares Mg herstellen? (Ein Wort genügt als Antwort) (1P)



Aufgabe 8 (Wissen): Als Folge der Verbrennung von schwefelhaltiger Kohle kann es zu saurem Regen kommen. (4P tot)

a) Formulieren Sie Reaktionsgleichungen (angefangen bei der Verbrennung von Schwefel), um dies zu erklären. (3P)



b) Wie kann die Bildung eines solch sauren Regens in der Industrie verhindert werden? Schreiben Sie eine Reaktionsgleichung auf, die dies zeigt. (1P)

