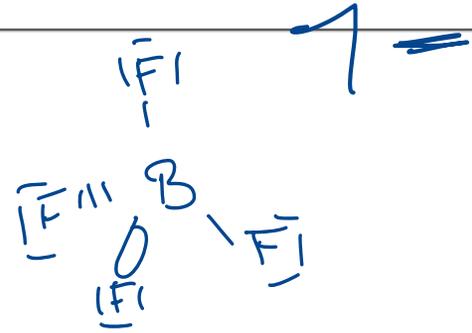
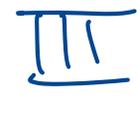
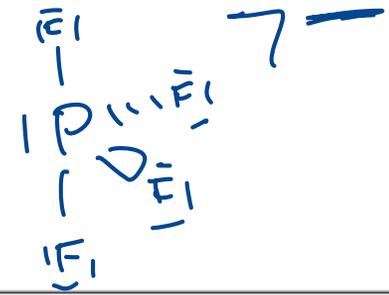


# Übungsstunde 4

## 1.0 Prüfungsaufgabe

- 10 min

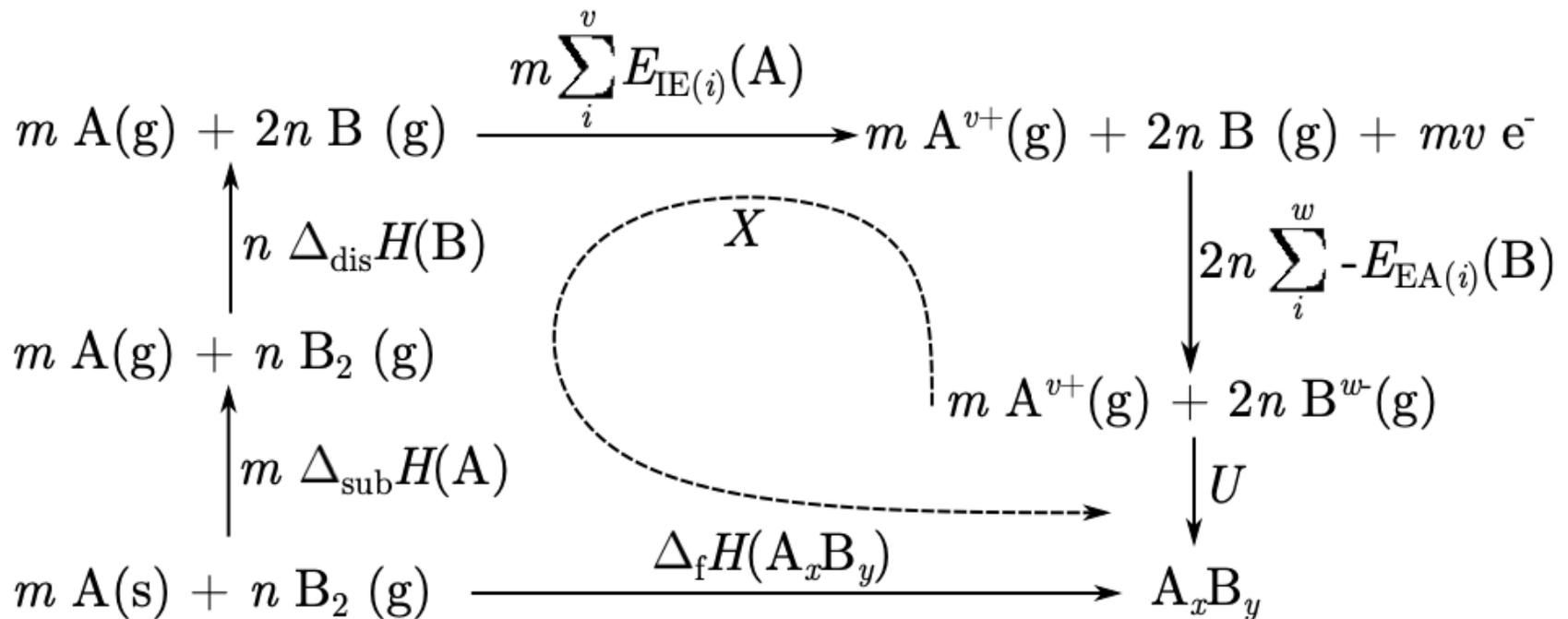
Ver- bindung	Valenz am Zentralatom	Ox.-zahl des Zentralatoms	Molekülstruktur (VSEPR)
$\text{BF}_4^-$ 	3		
$\text{PF}_4^-$	3		
$\text{SF}_4$			

(1)

	4	IV	
XeF <sub>4</sub> <u>1</u>	4	IV	
H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub>	5	+IV	
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	5	IV	

# 2.0 Haber-Born-Kreisprozess

$$U = X = 2n \sum_i^w E_{EA(i)}(B) \ominus m \sum_i^v E_{IE(i)}(A) \ominus n \Delta_{\text{dis}} H(B) \ominus m \Delta_{\text{sub}} H(A) \oplus \Delta_f H(A_x B_y)$$

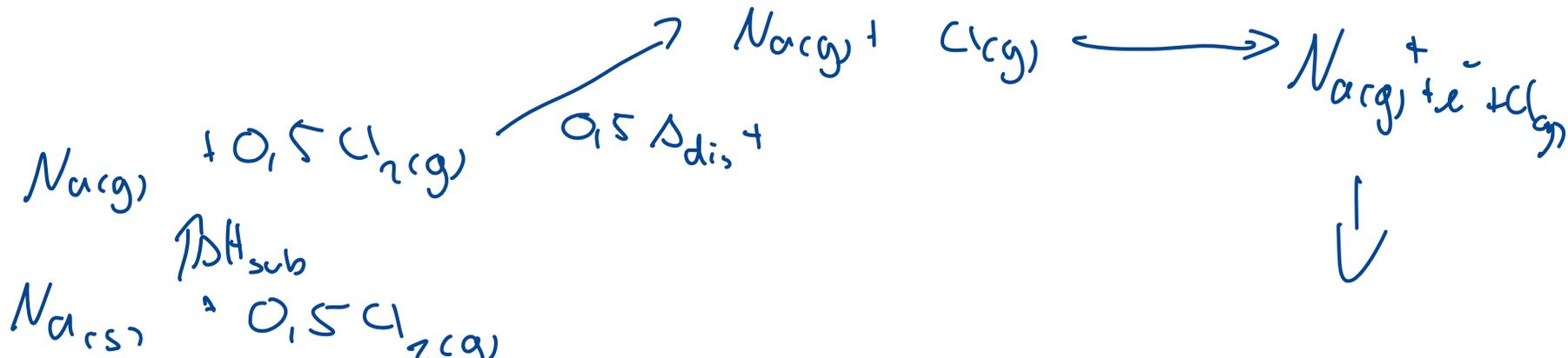


# 2.1 Bsp

- Bestimme die Gitterenergie für ein Mol NaCl, via Born-Haber-Kreisprozess, welche Energien sind wichtig?

Nützliche Werte und Konstanten [2, 8]:

Avogadro-Konstante	$N_A = 6.022\,14 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Madelung-Konstante	$A = 1.748$
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8.854\,18 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$
Elementarladung	$e = 1.602\,17 \times 10^{-19} \text{ C}$
Gleichgewichtsabstand	$d_0 = 2.8201 \text{ \AA}$
1. Ionisierungsenergie Na	$E_{\text{IE}(1),\text{Na}} = 5.139\,08 \text{ eV}$
2. Ionisierungsenergie Na	$E_{\text{IE}(2),\text{Na}} = 47.2864 \text{ eV}$
1. Ionisierungsenergie Cl	$E_{\text{IE}(1),\text{Cl}} = 12.967\,64 \text{ eV}$
2. Ionisierungsenergie Cl	$E_{\text{IE}(1),\text{Cl}} = 23.814 \text{ eV}$
Elektronenaffinität Na	$E_{\text{EA},\text{Na}} = 0.547\,926 \text{ eV}$
Elektronenaffinität Cl	$E_{\text{EA},\text{Cl}} = 3.612\,72 \text{ eV}$
Dissoziationsenthalpie $\text{Cl}_2$	$\Delta_{\text{dis}}H(\text{Cl}_2) = 242 \text{ kJ mol}^{-1}$
Sublimationsenthalpie Na	$\Delta_{\text{sub}}H(\text{Na}) = 109 \text{ kJ mol}^{-1}$
Standardbildungsenthalpie NaCl	$\Delta_f H(\text{NaCl}) = -410.9 \text{ kJ mol}^{-1}$



# 2.2 Lösung

$\Delta_f H$

$\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$   
 $\downarrow \downarrow$   
 $\text{NaCl}$

Kreisprozess:

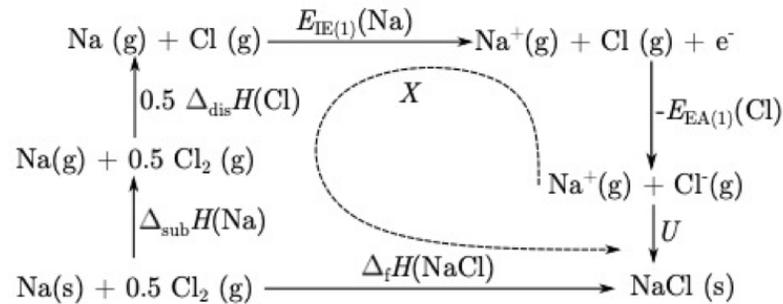


Abbildung 2: Born-Haber-Kreisprozess für NaCl

$$U = X = E_{EA,Cl} - E_{IE(1),Na} - \frac{1}{2} \Delta_{dis}H(Cl_2) - \Delta_{sub}H(Na) + \Delta_f H(NaCl) = -788\,170.7 \text{ J mol}^{-1}$$

b) Bestimmen Sie die Gitterenergie für ein Mol NaCl via Born-Haber-Kreisprozess

## Lösung

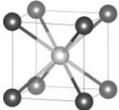
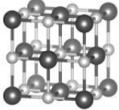
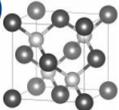
Werte die wir tatsächlich brauchen:

1. Ionisierungsenergie Na	$E_{IE(1),Na}$	=	495 843.7 J mol <sup>-1</sup>
Elektronenaffinität Cl	$E_{EA,Cl}$	=	348 573 J mol <sup>-1</sup>
Dissoziationsenthalpie Cl <sub>2</sub>	$\Delta_{dis}H(Cl_2)$	=	242 000 J mol <sup>-1</sup>
Sublimationsenthalpie Na	$\Delta_{sub}H(Na)$	=	109 000 J mol <sup>-1</sup>
Standardbildungsenthalpie NaCl	$\Delta_f H(NaCl)$	=	-410 900 J mol <sup>-1</sup>

# 3.0 Nachbesprechung

- Alle die abgegeben haben, haben es super gelöst. Leider habe ich nur wenige Abgaben bekommen :(

# 3.1 Gittertypen bestimmen

Name	Elementarzelle	Koordination	$\frac{r_{\text{Kation}}}{r_{\text{Anion}}}$
CsCl-Gitter		Kubische AB-Strukturen Anion ● K.Z. 8 [8cb] Kation ○ K.Z. 8 [8cb]	>0.73
NaCl-Gitter		Anion ● K.Z. 6 [6o] Kation ○ K.Z. 6 [6o]	0.73-0.41
ZnS-Gitter Zinkblende Sphalerit		Anion ● K.Z. 4 [4t] Kation ○ K.Z. 4 [4t]	0.41-0.23

$$r(K)/r(A) > 0.73$$

$$r(K)/r(A) < 0.73$$

$$\Delta EN \ll 1.7 \text{ oder sehr kleines Verh\u00e4ltnis}$$

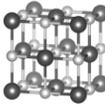
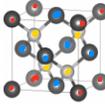
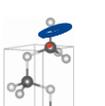
«Echte» Ionenverbindungen sind abhängig vom Radius entweder NaCl oder CsCl  
ZnS bei eher kovalenten Bindungen



- Der Ionenradius von  $Ag^+$  wurde absichtlich nicht gegeben, da  $\Delta EN = 0.73 \ll 1.7$
- Gleiches gilt auch bei  $\Delta EN(SiC) = 0.65$

☺

# 4.0 Strukturtypen komplett

Name	Elementarzelle	Koordination	$\frac{r_{\text{Kation}}}{r_{\text{Anion}}}$	Beschreibung
<b>Kubische AB-Strukturen</b>				
CsCl-Gitter		Anion ● K.Z. 8 [8cb] Kation ● K.Z. 8 [8cb]	>0.73	Kombination zweier kubisch-primitiver Gitter
		eher ionisch		
		2 1		
NaCl-Gitter		Anion ● K.Z. 6 [6o] Kation ● K.Z. 6 [6o]	0.73-0.41	Kristallgitter aus zwei kubisch-flächenzentrierten Gittern, die jeweils alle Oktaederlücken des anderen Gitters füllen.
		ionisch		
ZnS-Gitter Zinkblende Sphalerit		Anion ● K.Z. 4 [4t] Kation ● K.Z. 4 [4t]	0.41-0.23	Kubisch-flächenzentriertes Gitter, in dem die Hälfte der Tetraederlücken besetzt sind.
		eher kovalent		
<b>Verzerrte AB-Strukturen</b>				
ZnS-Gitter Wurzit		Anion ● K.Z. 4 [4t] Kation ● K.Z. 4 [4t]	0.41-0.23	hexagonale Verzerrung der ZnS-Struktur.
		eher kovalent		

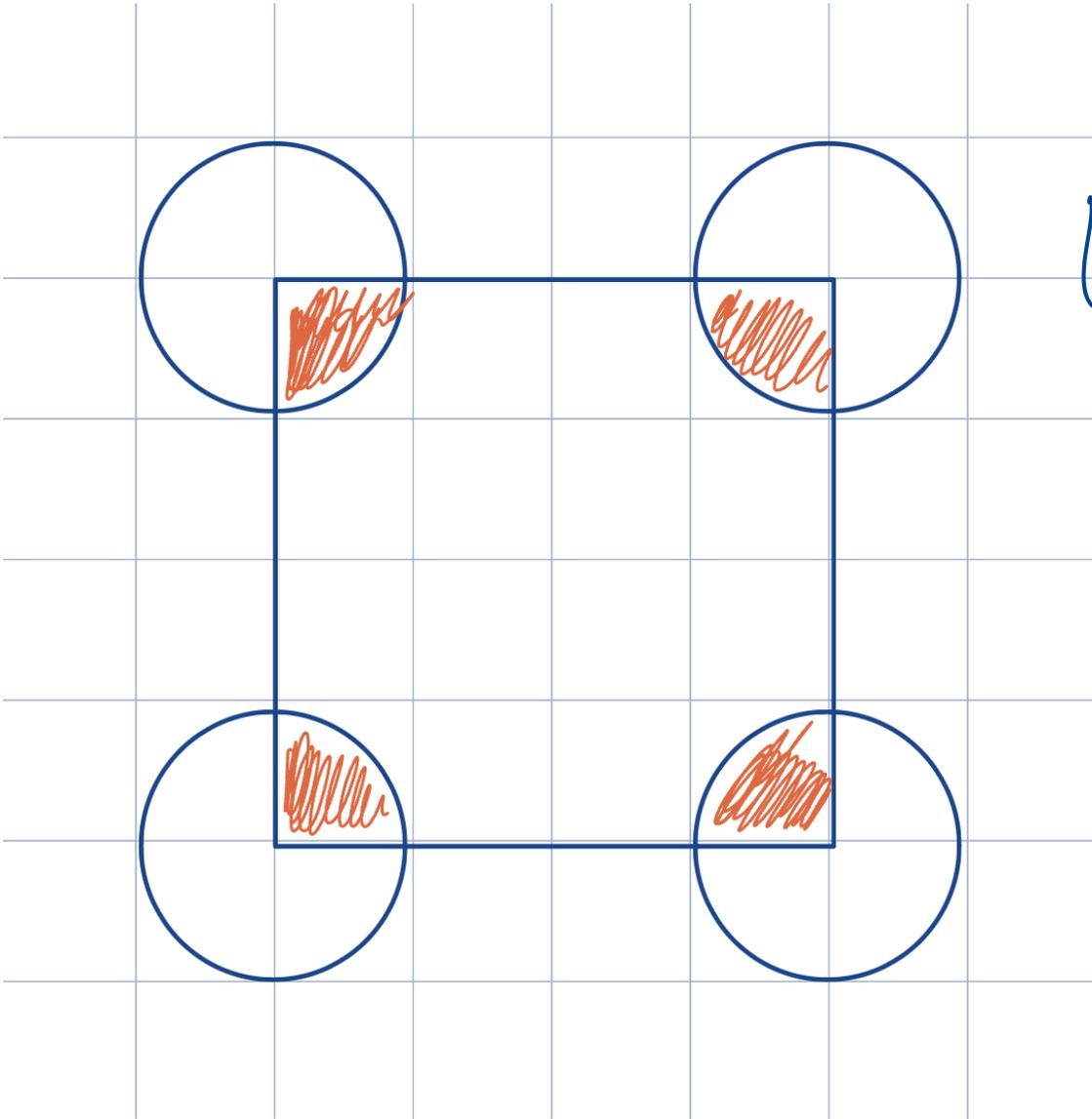
<b>AB<sub>2</sub>-Strukturen</b>				
CaF <sub>2</sub> -Gitter Fluorit		Anion ● K.Z. 4 [4t] Kation ● K.Z. 8 [8cb]	>0.73	Kubisch-flächenzentriertes Gitter aus Kationen, in dem alle der Tetraederlücken besetzt sind. Die umgekehrte A <sub>2</sub> B-Struktur heisst Antifluorit.
		sehr ionisch		
TiO <sub>2</sub> -Gitter Rutil		Anion ● K.Z. 3 [3p] Kation ● K.Z. 6 [6o]	0.73-0.41	Verzerrtes raumzentriertes Gitter der Kationen, in dem die Anionen in trigonal-planarer Koordination eingebunden sind.
SiO <sub>2</sub> -Gitter Christobalit		Anion ● K.Z. 2 [2l] Kation ● K.Z. 4 [4t]		Kubisch-flächenzentriertes Gitter aus Kationen, in dem die Hälfte der Tetraederlücken mit Kationen besetzt sind. Auf allen Verbindungen liegen Anionen, die linear koordiniert sind.
		eher kovalent		

Es gibt nicht viel zu verstehen, einfach auswendig lernen.

Klassifizierung hilft allerdings

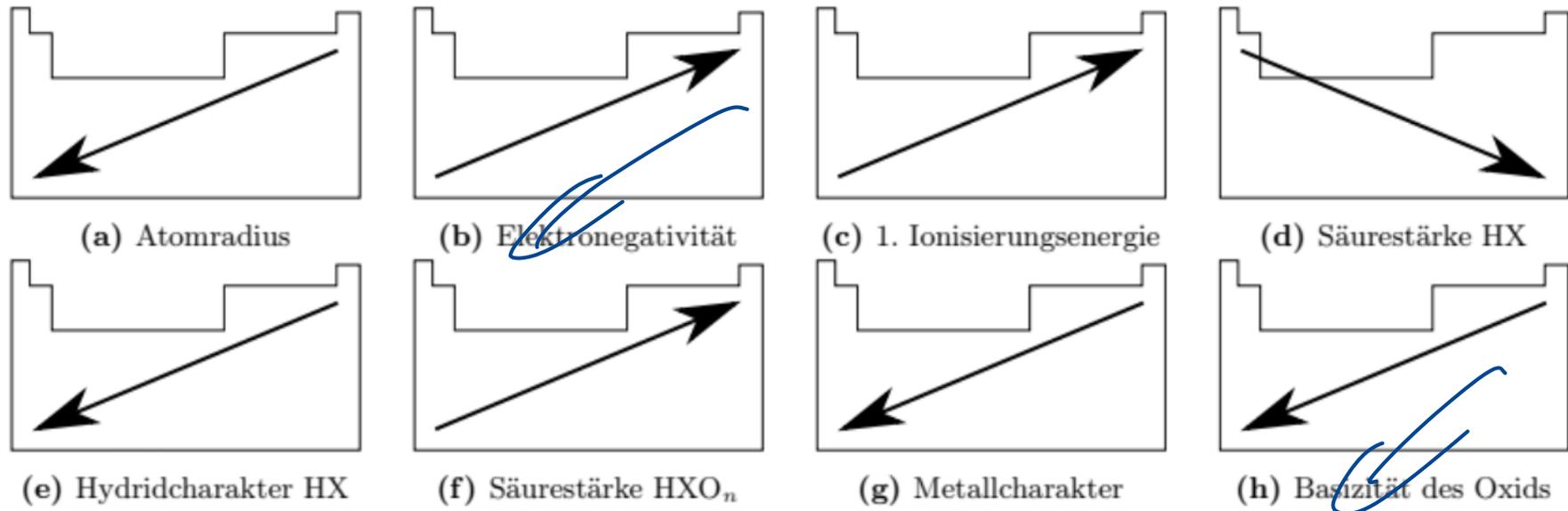
Aufgabe 4/6: Die KZ des Kations muss in ZrO<sub>2</sub> doppelt so hoch sein wie diese des Anions, da es doppelt so viele Anionen wie Kationen gibt → umgekehrt proportional

# 5.0 Gitterinhalt bestimmen



$$4 \cdot \frac{1}{4} = 1$$

# 6.0 Trends im Periodensystem



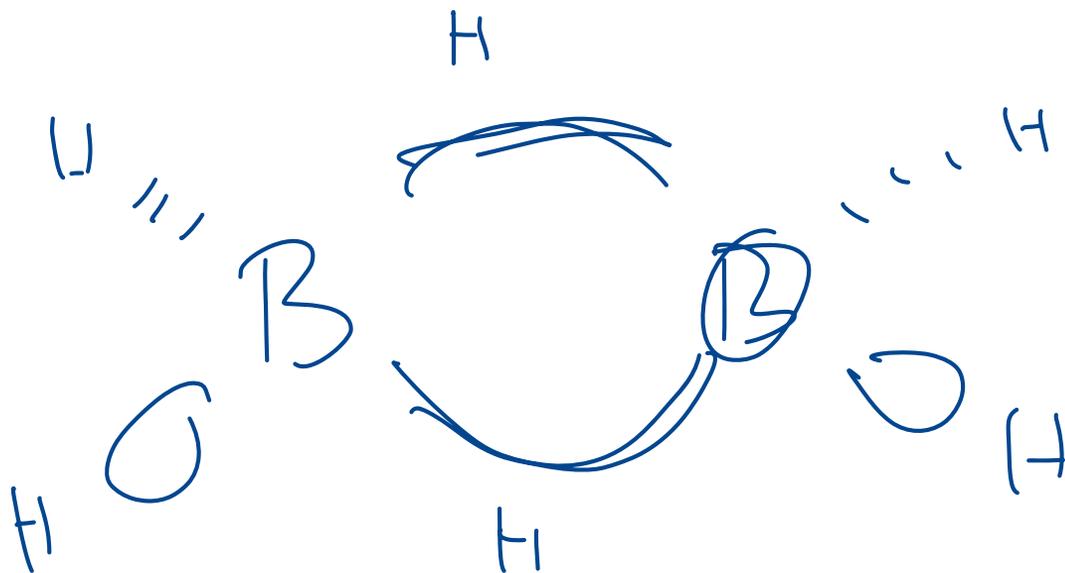
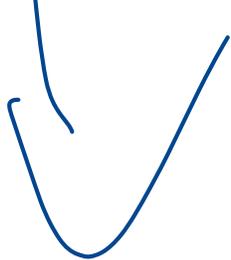
- a: mehr Schalen pro Periode  $\rightarrow$  grösser. mehr Protonen pro Gruppe  $\rightarrow$  kleiner
- d: HSAB-Prinzip:  $\text{H}^+$  ist hart, grossen Anionen sind weich  $\rightarrow$  schwache Bindung, gleiches mit gleichem



- e: je grösser  $\Delta EN$ , desto stärker negative Ladung auf H lokalisiert (Hydrid = H<sup>-</sup>)
- f: H ist hier immer an O gebunden → je stärker elektronegativer X desto stabiler die konjugierte Base
- g: Gegenteil von b
- h: Gegenteil f → je stabiler die konjugierte Säure desto basischer das Oxid

# 7.0 Tipps Übung 6

- Hydride: Wasserstoff hat grösser Elektronegativität als Bindungspartner
- Reaktionen des Wasserstoffs: Säure-Base → Bildung der schwächeren Säure
- häufige Säuren:  $\text{HClO}_4 > \text{HI} > \text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{CO}_3$
- Reaktionen des Wasserstoffs: Redox → Bildung von  $\text{H}_2$  aus Wasser
- häufiges Anion mit Wasserstoff:  $-\text{OH}$  (Hydroxid) meist mit kleinen Metallen wie Na
- Sonstige häufige Wasserstoff Verbindungen:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{B}_2\text{H}_6$ ,  $\text{H}_3\text{NO}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{HN}_3$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ )



— H —

# U4

3 plays · 15 players

Kahoot!

 A public kahoot

## Questions (7)

1 - True or false

Die Säurestärke nimmt zu:  $\text{CH}_4 < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O} < \text{HF}$ 

HSAB-Prinzip

True

20 sec

2 - True or false

Die Stärke der Säuren nimmt ab:  $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_4\text{SiO}_4$ 

Stabilität der konjugierten Base

True

20 sec

3 - True or false

Chlor kann in seinen Verbindungen sein Oktet überschreiten

hat d-Orbitale

True

20 sec

4 - True or false

 $\text{Cu}^+$  besitzt im Grundzustand die Elektronenkonfiguration  $[\text{Ar}]4s^2 3d^8$ 

volle d-Schale &gt; volle s-Schale

False

30 sec

5 - Quiz

Hat eine  $C_3$ -Drehachse

$\text{NH}_3$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  ~~$\text{NH}_4\text{Cl}$~~

20 sec

6 - Quiz

Welches Symmetrieelement haben alle:  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{P}(\text{OH})_3$ 

E, ~~I~~,  $C_3$ ,  ~~$C_6$~~

20 sec

7 - Quiz

**Was ist die richtige Reihenfolge mit steigendem basischem Charakter****60 sec**

Stabilität der konjugierten Säure