

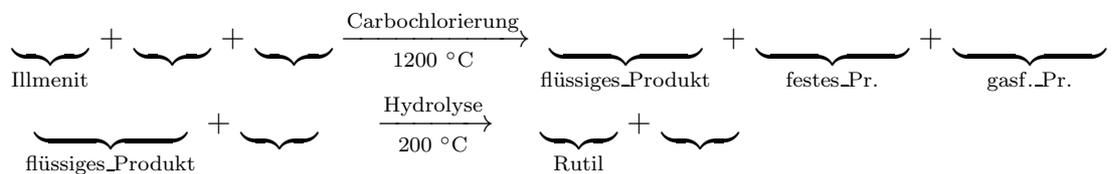
- ❶ Bei der Reduktion einer Lösung von **Titanylsulfat mit Zink** unter sauren Bedingungen entsteht langsam eine violette Färbung.

- (a) Formulieren Sie (stöchiometrisch genau) die ablaufende Reaktion.
- (b) Begründen Sie in Stichworten das Entstehen der Farbe der Lösung.

- (c) Warum sieht man im VIS-Spektrum bei genauer Betrachtung zwei Banden.

- ❷ Aus dem gemischten Fe/Ti-Oxid FeTiO_3 (Ilmenit) wird technisch nach dem sog. 'Chlorid-Verfahren' **reiner Rutil** hergestellt.

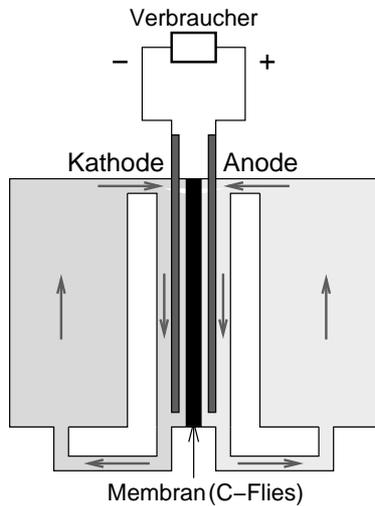
- (a) Vervollständigen Sie die Gleichungen des technischen Prozesses:



- (b) Wozu wird der so gewonnene sehr reine Rutil eingesetzt?
- (c) Erläutern und erklären Sie die Unterschiede der Strukturen der Titanate FeTiO_3 (Ilmenit) und CaTiO_3 (Perowskit).

- ❸ Die Vielfalt der **Oxidationsstufen von Vanadium** wurde im Versuch gezeigt und ist die Grundlage der sog. Vanadium-Redox-Flow-Batterien.

- (a) Die Abbildung (auf der nächsten Seite) zeigt den Aufbau einer solchen Zelle.



Formulieren Sie stöchiometrisch genau und mit den korrekten Vanadium-Spezies (saure Lösungen) die Reaktionen beim Entladen dieser Batterie an der

- Anode:

- Kathode:

Welche Farben haben die beiden Elektrodenlösungen im geladenen Zustand? Auf welchen elektronischen Übergängen basiert die Farbigkeit jeweils?

- Anode:

- Kathode:

(b) Formulieren Sie die Gleichungen, die die Wirkungsweise von Vanadiumoxid als Heterogen-Katalysator bei der Schwefelsäureherstellung beschreiben.

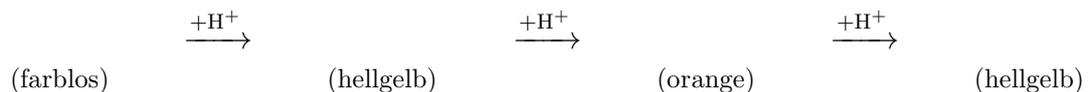
(c) Wozu wird elementares Vanadium hauptsächlich benötigt?

④ Am Beispiel von Vanadium(V)-Spezies haben wir im Versuch die typischen pH-abhängigen **Oxido-Spezies fünfwertiger 3d-Metall-Ionen** gezeigt.

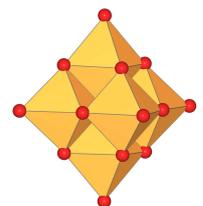
(a) Nennen Sie die Formeln der einfachen Orthovanadate ...

- ... Bismutvandat (ein brillantes Gelbpigment):
- ... Vanadinit (ein schönes Mineral mit Apatit-Struktur):

(b) Geben Sie die Formeln der Spezies an, die sich bei der pH-Wert-Erniedrigung einer basischen Lösung von Orthovanadat(V) bilden.



(c) Die in neutraler Lösung vorliegende Spezies gehört zur Familie der Isopolymetallate (POMs). Die 4d- und 5d-Metallate(V) bilden das rechts gezeigte POM. Welche Summenformel hat dieses in neutraler Lösung stabile Ta(V)-Oxido-Anion?



(d) Was ist das Hauptanwendungsgebiet von Ta_2O_5 ?¹

¹auch mal Wikipedia & Co befragen