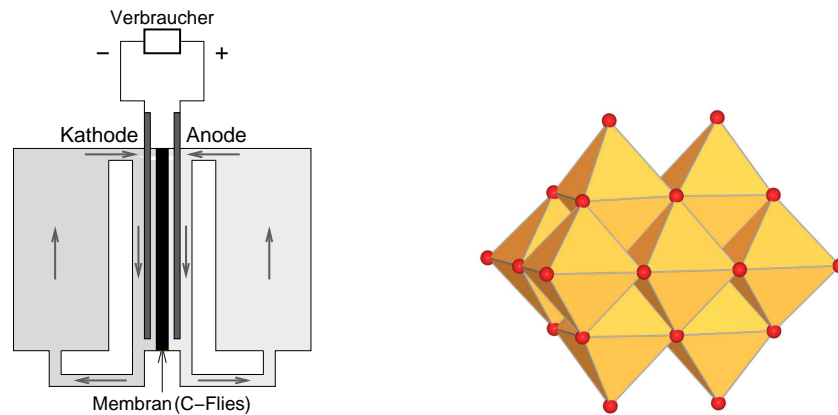


- ❶ Die Vielfalt der **Oxidationsstufen von Vanadium** wurde im Versuch gezeigt und ist die Grundlage der sog. Vanadium-Redox-Flow-Batterien.



- (a) Die Abbildung oben links 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:

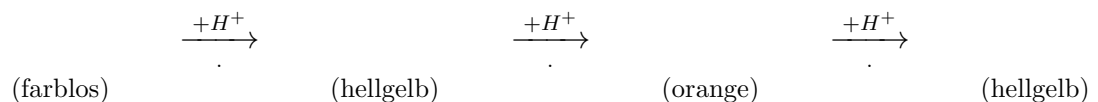
Welche Farben haben die beiden Elektrodenlösungen im geladenen Zustand? Auf welchen elektronischen Übergängen basiert die Farbigkeit jeweils?

- Anode:

- Kathode:

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

(Das in neutraler Lösung vorliegende Isopolyanion ist oben rechts gezeigt)



- (c) Nennen Sie die Formeln der wichtigen Vanadium-Verbindungen

- Vanadinit (ein schönes Mineral mit Apatit-Struktur):

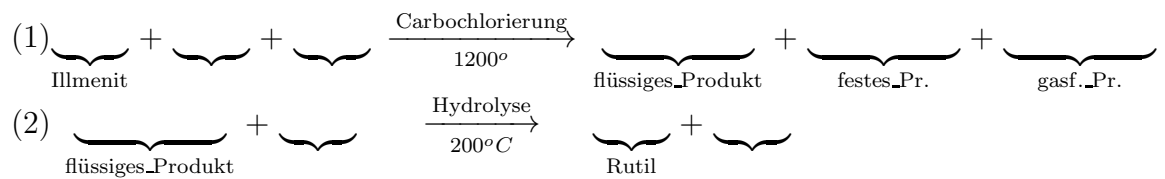
- eines brillanten Gelbpigments:

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

(e) Wozu wird elementares Vanadium hauptsächlich benötigt?

② 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) Warum ist auch für natürlichen Rutil ein Reinigungsprozess erforderlich?

(c) Wozu wird der so gewonnene Rutil eingesetzt?

(d) Wozu wird reines Zirkondioxid eingesetzt?

③ Bei der Reduktion einer Lösung von Titansulfat 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.