

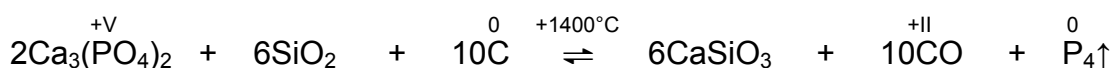
## Phosphor, - Modifikationen, Vorkommen, Gewinnung -

### Vorkommen:

Phosphor kommt, auf Grund seiner hohen Affinität zu Sauerstoff in der Natur nur in Verbindungen vor. In der Lithosphäre (Erdkruste) liegt der Phosphor als meist als Phosphat vor. Die wichtigsten Mineralphosphate sind die Calciumphosphate Apatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$  und Phosphorit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Hauptlagerstätten findet man in Russland, Florida, China und in Nordafrika. In der Biosphäre kommt Phosphor als Phosphorsäureester und in Form von Phosphaten in Blut, Eidotter, Milch, Muskelfasern, Nerven- und Hirnsubstanz vor. Die Zähne und Knochen der Wirbeltiere enthalten Hydroxylapatit.

### Gewinnung von Phosphor

Phosphor wird aus Phosphoriten oder Apatiten mit Fluoridgehalt durch Umsetzung mit Koks und Quarzsand in einem elektrischen Lichtbogenofen bei  $1400^\circ\text{C}$  hergestellt.



Der CaO-Anteil des Phosphorits wird mit Siliziumdioxid zu Calciumsilikat verschlackt. Das Phosphat wird durch den Kohlenstoff zu Phosphor reduziert. Der Phosphor liegt zunächst gasförmig vor (vor allem  $\text{P}_2$  Moleküle). Durch Kondensation werden aus den  $\text{P}_2$ -Molekülen  $\text{P}_4$ -Moleküle (weißer Phosphor). Der entstehende Phosphor wird dann unter Wasser gesammelt.

## Phosphormodifikationen

Aus weißem Phosphor kann man alle anderen Modifikationen (schwarz, violett, rot) herstellen.

Erhitzt man weißen Phosphor unter Luftabschluss auf 200-400°C erhält man roten Phosphor (Iod kann den Vorgang katalysieren). Um violetten Phosphor zu gewinnen, muss man weißen Phosphor 1-2 Wochen auf über 550°C erhitzen. Schwarzer Phosphor ist die dichteste Modifikation, deswegen begünstigt hoher Druck die Entstehung. Wird der weiße Phosphor bei 12 kbar auf 200°C erhitzt entsteht schwarzer Phosphor.

## Struktur und Eigenschaften der verschiedenen Modifikationen

**Weißer** Phosphor verbrennt bei Zimmertemperatur an Luft, deshalb wird er unter Wasser aufbewahrt. In Wasser ist er unlöslich, in unpolaren Lösungen gut löslich. Er ist sehr giftig und hat bei Zimmertemperatur eine wachsweiße Konsistenz.

Struktur: Die P<sub>4</sub>-Moleküle sind tetraedrisch gebaut. Jedes P-Atom ist 3-bindig (gilt für **alle** Modifikationen) und besitzt somit noch ein freies Elektronenpaar. 3P-Atome bilden ein gleichseitiges Dreieck, der Valenzwinkel beträgt nur 60°. Durch den kleinen Winkel steht das Molekül unter Spannung und ist deshalb sehr reaktionsfreudig.

**Schwarzer** Phosphor ist die bei Zimmertemperatur die einzig **stabile** Modifikation. Er leitet den elektrischen Strom (halbleitend) und besitzt metallischen Charakter.

Struktur: Er besteht aus stark gewellten Schichten, die **P<sub>6</sub>-Ringe** in Sesselform enthalten.

**Violetter** Phosphor (Hittorfscher Phosphor) kristallisiert in einer komplizierten Struktur, die röhrenförmige Phosphorpolymere enthält.

**Roter** Phosphor wird in den Praktika verwendet. Er ist ungiftig und hygroskopisch. Die Struktur ist **amorph**, d.h. roter Phosphor ist aus einem unregelmäßigen, dreidimensionalen Netzwerk aufgebaut.

## **Fragen:**

1. Welche Phosphormodifikationen kennen Sie? Wie sind Sie aufgebaut.
2. Vergleichen Sie die Modifikationen hinsichtlich ihrer Stabilität und ihrer Reaktivität!

## **Quellen:**

Holleman-Wiberg, 101. Auflage, de Gruyter  
Riedel, 6. Auflage, de Gruyter