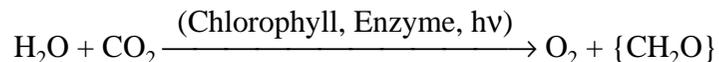


Sauerstoff

Vorkommen:

a) O₂: Atmosphäre: 23% (21 Vol-%)

O₂ der Atmosphäre ist biolog. Ursprungs:



b) H₂O: Meerwasser 86%

c) gebunden als Oxide, Silicate, ...:

Σ(Erdrinde, Meere, Biosphäre, Atmosphäre):
48.9% (⇒ häufigstes Element)

- auf Mondoberfläche: auch 44.6%
- im Universum nach H, He an 3. Stelle

Sauerstoff

Darstellung:

- Fraktionierte Destillation von flüssiger Luft
(100 Mt pro Jahr vor allem für die Stahlindustrie)
- $2\text{KClO}_3 (400^\circ\text{C}) \Rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- $2\text{H}_2\text{O}_2 \{\text{Kat: MnO}_2, \text{I}^-, \text{Fe}^{3+}\} \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Eigenschaften:

farb-, geruch-, geschmackloses Gas, Löslichkeit: 31ml/l bei 20°C

Elektronegativität 3.5 (nur F höher)

krit. Temp: -118°C; K_p = -183°C (vgl. N₂: K_p = -196°C)

O₂ – Molekül: Triplettzustand ⇒ paramagnetisch, aber träge
(MO-Schema: Hollemann 350):

Triplett (↑ ↑) (+95kJ/mol) ⇒ Singulett1 (↓↑ —) (10⁻⁴s)
Singulett1 (+63kJ/mol) ⇒ Singulett2 (↓ ↑) (<10⁻⁹s)

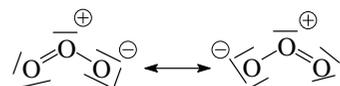
Singulett (diamagnetisch): Entsteht durch Licht oder durch chem. Reaktionen

sehr reaktiv: bleichen; Schutz des Blattgrüns durch
β-Carotin: (⇒ Blätterverfärbung im Herbst)

Verwendung in org. Chemie:

[2+2], [4+2] Cycloaddition an Doppelbindung(en)

Ozon O₃

Gewinkeltes Molekül (117°): 

stechend riechendes blaues Gas, tiefblaue Flüssigkeit, schwarz-violetter Festkörper (F_p = -192°C, K_p = -112°C)

explosionsartige Zersetzung (in O₂) durch Katalysatoren, UV; bei Abwesenheit von Kat., UV nur langsame Zers. bei 200°C

starke Absorption im UV (220-290 nm):

„Ozonloch“ durch Reaktion mit Stickoxiden und FCKWs

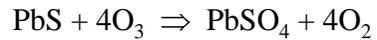
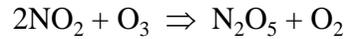
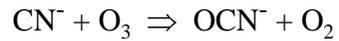
Darstellung: a) Ozonisator (stille Entladung durch 20 KV in metallbeschichteter Glasröhre) 10-15% O₃

b) UV-Bestrahlung von O₂

c) Elektrolyse von H₂SO₄

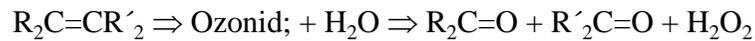
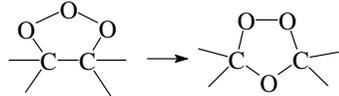
Ozon O₃

Eigenschaften: sehr starkes Oxidationsmittel; wird nur von F₂, Perxenaten (Ba₂XeO₆), atomarem O, OH-Radikal übertroffen:



Addition an Doppelbindungen:

⇒ Primär-Ozonid ⇒ Ozonid:



Verwendung: Sterilisation von Lebensmitteln, Wasser, Luft, Organische Chemie

H₂O

Erde: 1,7*10¹⁸ Tonnen (Meere: 1,4*10¹⁸ Tonnen)

9 Kristallmodifikationen bekannt, häufig fehlgeordnet

Eis: Isolator (rein!); bei 0°C: ρ(s) = 0,9168, ρ(l) = 0,9999 g/cm³

Hydrate: a) kationische Komplexe: [Be(OH₂)₄]SO₄, [Mg(OH₂)₆]Cl₂

Alaune [M(OH₂)₆]⁺[(Al,Fe,Cr)(OH₂)₆]³⁺[SO₄]₂²⁻

b) an Oxoanionen koordiniertes H₂O:

CuSO₄·5H₂O (4 an Cu, 1 an SO₄)

c) Kristallwasser füllt Packung H₃[PW₁₂O₄₀]·29H₂O

d) Wasser in Zeolithen

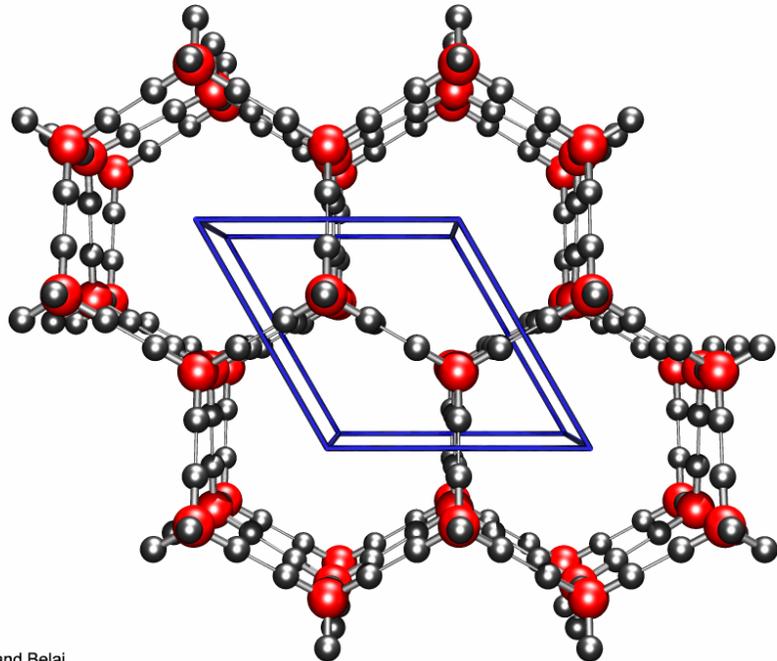
e) Clathrathydrate : 12, 46 oder 136 H₂O bilden Käfig:

Xe₈(H₂O)₄₆

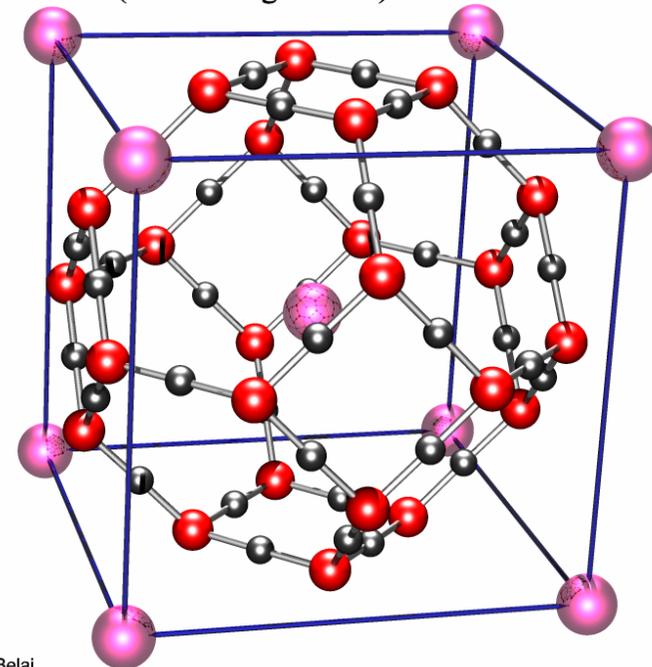
HPF₆·6H₂O: Hohlraum: abgestumpfter Oktaeder,

PF₆ fehlgeordnet in den Hohlräumen:

H₂O (Tridymit-Struktur P 63/m m c, H fehlgeordnet)



HPF₆·6H₂O (HPF₆ fehlgeordnet)

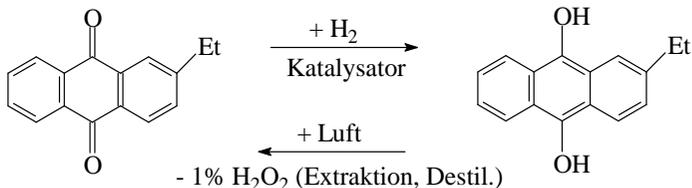




Darstellung: früher: $\text{BaO}_2 + 2\text{H}^+ \Rightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2$

speziell: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{D}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{KDSO}_4 + \text{D}_2\text{O}_2$

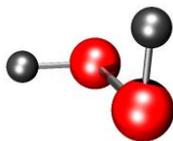
jetzt: aus 2Ethyl-anthrachinon (bzw. hydrochinon):



Physikalische Eigenschaften:

Fp = $-0,4^\circ\text{C}$, Kp = 150°C

Diederwinkel: 112° (g), 90° (s)



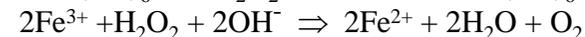
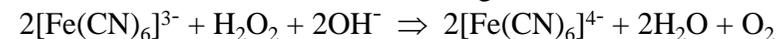
Chemische Eigenschaften von H_2O_2

a) Oxidationsmittel in saurer Lösung:

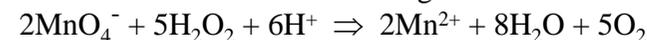


analog: $\text{Fe}^{2+} \Rightarrow \text{Fe}^{3+}$; $\text{SO}_3^{2-} \Rightarrow \text{SO}_4^{2-}$; $\text{NH}_2\text{OH} \Rightarrow \text{HNO}_3$

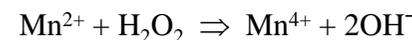
b) Reduktionsmittel in alkalischer Lösung:



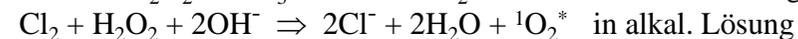
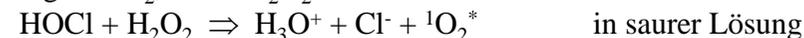
c) Reduktionsmittel in saurer Lösung:



d) Oxidationsmittel in alkalischer Lösung:



e) Singulett O_2 , wenn H_2O_2 Reduktionsm.: rote Chemolumineszenz:



Peroxide, Hyperoxide

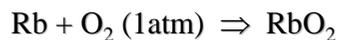
Peroxide:



Verwendung: Bleichmittel (Altpapier, Textilien)

Hyperoxide (engl. Superoxide):

K, Rb, Cs verbrennen in O_2 nicht zu Oxiden:



RbO_2 enthält das Radikal-Anion $\text{O}_2^{\bullet-}$

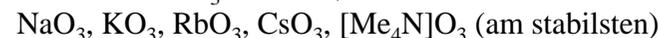
gelbe bis orangefarbene Festkörper, stark oxidierend:



Ozonide, Dioxygenylverbindungen

Ozonide:

enthalten das O_3^- - Anion; bekannt sind:



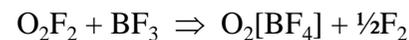
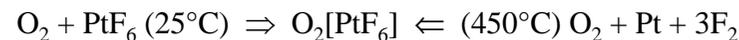
Darstellung aus Hyperoxiden: $\text{KO}_2 + \text{O}_3 \Rightarrow \text{KO}_3 + \text{O}_2$

Dioxygenylverbindungen:

enthalten O_2^+ (Oxidationsstufe = $+1/2$) \Rightarrow paramagnetisch



\Rightarrow hohe Elektronenaffinität notwendig:



analog reagieren auch starke Lewis-Säuren wie AsF_5 , PF_5 , SbF_5

man kann auch eine Gasmischung ($\text{F}_2 + \text{O}_2 + \text{AsF}_5$) bestrahlen

Vergleich von O_2^+ , O_2 , O_2^- , O_2^{2-} (Steudel 246)