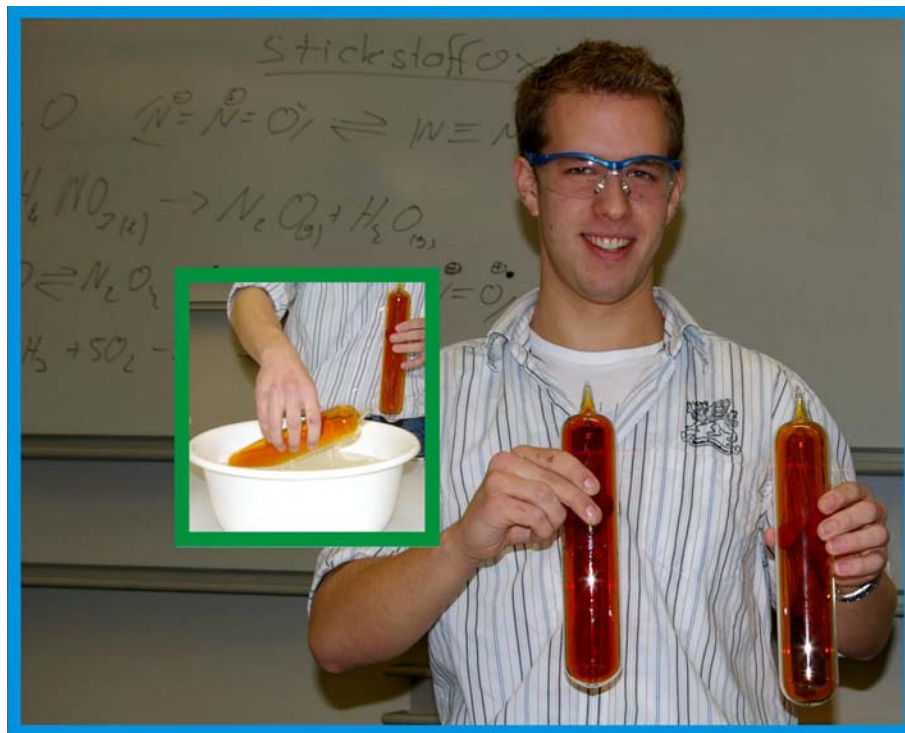




Stickstoffoxide

- Herstellung, Eigenschaften, Lewisformeln -

Ox-Zahl	Summenformel	Lewisformel	Bezeichnung
+1	N_2O	$\langle \overset{\ominus}{\underset{\cdot}{N}} = \overset{\oplus}{N} = \overset{\ominus}{O} \rangle \leftrightarrow N \equiv N - \overset{\ominus}{O}$	Distickstoffmonooxid (Lachgas)
+2	NO	$\cdot \overset{\ominus}{N} = \overset{\oplus}{O} \cdot \leftrightarrow \langle \overset{\ominus}{N} = \overset{\oplus}{O} \cdot \rangle$	Stickstoffmonooxid
+3	N_2O_3	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{N}-\text{N}=\text{O} \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array} \leftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}=\text{N}-\text{N}=\text{O} \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array}$	Distickstofftrioxid
+4	NO_2	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{N}^{\oplus}=\text{O} \\ \\ \text{O}^- \end{array} \leftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}=\text{N}^{\oplus}=\text{O} \\ \\ \text{O}^- \end{array}$	Stickstoffdioxid
+4	N_2O_4	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{N}^{\oplus}-\text{N}^{\oplus}=\text{O} \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array} \leftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}=\text{N}^{\oplus}-\text{N}^{\oplus}=\text{O} \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array}$	Distickstofftetraoxid
+5	N_2O_5	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{N}^{\oplus}-\text{O}-\text{N}^{\oplus}=\text{O} \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array} \leftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}=\text{N}^{\oplus}-\text{O}-\text{N}^{\oplus}=\text{O} \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array}$	Distickstoffpentoxid

Distickstoffmonooxid, N_2O (Lachgas)

- Gewinnung durch vorsichtiges Erhitzen von Ammoniumnitrat auf 200°C (zu hohen Temperaturen über 300°C Explosionsgefahr)
 $\text{NH}_4\text{NO}_3(l) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- N_2O ist farblos und reaktionsträge, diamagnetisch
es hat einen schwach süßlichen Geruch
- In geringen Mengen eingeatmet kann es Rauschzustände (Lachlust) auslösen, es wird auch als Narkosemittel eingesetzt
- Treibgaswirkung (Sprühsahne)

Stickstoffmonoxid, NO und Distickstoffdioxid, N₂O₂

- Farblos, giftig, paramagnetisch, freies Radikal da ungerade Zahl an Elektronen, mäßig reaktionsfähig, Siedepunkt bei -152°C, das Dimerisierungsgleichgewicht liegt bei Raumtemperatur auf der Seite des NO
$$2\text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_2$$
- Entsteht bei sehr hohen Temperaturen aus N₂ und O₂ wobei die Ausbeute bei 2000°C nur bei 1% bei liegt. Entsteht bei Gewittern und als Nebenreaktion bei Verbrennungen
- Ostwald-Verfahren zu Herstellung von NO
- Reagiert mit Sauerstoff zu NO₂ in einer exothermen Reaktion
- Trägt zur Luftverschmutzung bei

Distickstofftrioxid, N₂O₃

- blaue Flüssigkeit, diamagnetisch, nur bei sehr tiefen Temperaturen (-100,7°C) beständig
- Bildet sich wenn man ein Gemisch von NO und NO₂ auf -20°C abkühlt
$$\text{NO}_{(\text{g})} + \text{NO}_{2(\text{g})} \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_{3(\text{l})}$$

Stickstoffdioxid, NO₂ und Distickstofftetraoxid, N₂O₄

- Stickstoffdioxid und Distickstofftetraoxid liegen in einem Gleichgewicht vor.
$$\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$$
- Stickstoffdioxid
 - ein braunes, giftiges Gas
 - paramagnetisch
 - ungerade Elektronenzahl - freies Radikal
 - unterhält Verbrennungen
 - sehr reaktiv (reagiert mit organischen Verbindungen explosionsartig)
- Distickstofftetraoxid
 - farblos
 - diamagnetisch
- Bei Temperaturen > 135°C liegt vorwiegend NO₂ vor
Bei 21°C kondensiert N₂O₄ und bildet eine braune Flüssigkeit
Bei -11°C (Schmelzpunkt) liegt in fester Form fast nur noch N₂O₄ vor
- NO₂ wird durch eine Reaktion von Stickstoffmonoxid und Sauerstoff hergestellt
$$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$$
- Kann durch thermische Zersetzung von Blei(II)-nitrat hergestellt werden
$$2\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(\text{s})} \rightleftharpoons 2\text{PbO}_{(\text{s})} + 4\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$$
- oder durch Reduktion von konz. Salpetersäure mit Kupfer
$$\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Trägt zur Luftverschmutzung bei

Distickstoffpentoxid, N₂O₅

- farblos, kristallin
sublimiert bei 32,5°C
- in der sublimierten Form ist das Molekül nicht mehr stabil und zerfällt zu NO₂ und O₂
- im festen Zustand liegt es in Nitryl-Ionen NO₂⁺ und Nitrat-Ionen NO₃⁻ vor
- Herstellung durch Dehydratisierung von Salpetersäure mittels Phosphor(V)-oxid
$$12\text{HNO}_3 + \text{P}_4\text{O}_{10} \rightleftharpoons 4\text{H}_3\text{PO}_4 + 6\text{N}_2\text{O}_5$$

Quellen:

Charles E. Mortimer/Ulrich Müller; Chemie; 8. Auflage

Erwin Riedel; Allgemeine und Anorganische Chemie; 9. Auflage

Hollemann, Wiberg; Lehrbuch der Anorganischen Chemie; 102. Auflage

Fragen:

1. Nenne die verschiedenen Stickstoffoxide und formuliere ihre Lewis-Formeln.
2. Beschreibe das Gleichgewicht von Stickstoffdioxid und Distickstofftetraoxid (Eigenschaften des Monomers und des Dimers).