



Luft, Luftverflüssigung, flüssiger Stickstoff

Luft

Wichtige Bestandteile – eine grobe Einteilung

- N: 78% (Stickstoff), entdeckt 1772/1774, Sdp.: -196°C , Gefrierpunkt: -210°C
- O: 21% (Sauerstoff), entdeckt 1771, Sdp.: -183°C , Gefrierpunkt: -218°C
- Ar: 1% (Argon), entdeckt 1894, Sdp.: -186°C , Gefrierpunkt: -189°C
- Kohlendioxid: 0,03%, Neon: 0.002%

Dichte: 1,29 kg/m³

Wie bekommt man flüssigen Stickstoff?

Durch das Lindeverfahren und anschließende fraktionierte Destillation

Lindeverfahren – kryogene Luftverflüssigung

Das Lindeverfahren dient der Verflüssigung von Luft und wurde 1895 von Prof. Dr. Carl von Linde entwickelt und patentiert.

Luft wird bei Zimmertemperatur in einen Kompressor gegeben, der den Druck des Gases erhöht (auf etwa 200 bar). Die Temperatur erhöht sich (Joule-Thomson-Effekt; s.u.). Um das Gas wieder abzukühlen, wird es durch ein Rohr geleitet, das von kühlendem Wasser umgeben ist oder durch andere Wärmetauscher. Das abgekühlte Gas (wieder Zimmertemperatur) strömt weiter bis zu einem Bereich des Rohres, das einen wesentlich größeren Durchmesser besitzt – getrennt durch ein Drosselventil – und das schmalere Rohr sozusagen rückläufig umschließt. Hier herrscht ein geringerer Druck und durch die Druckdifferenz expandiert das Gas und kühlt aufgrund des Joule-Thomson-Effekts weiter ab. So nimmt die Temperatur des Gases im schmalen Rohr durch das Gegenstromprinzip ab. Resultat ist Luft, deren Temperatur geringer als die Ausgangstemperatur ist (ΔT nach dem ersten Durchlauf = ca. 46°C => Temperatur liegt dann bei etwa -25°C).

Es folgen mehrere Durchläufe, bis das Gas auf ca. -190 bis -195 °C abgekühlt ist. Dies ist etwa der Siedepunkt von Luft und man kann die flüssige Phase im Bereich des Drosselventils – also dort, wo die Druckänderung stattfindet – auffangen.

Joule-Thomson-Effekt

James Joule und William Thomson untersuchten diesen Effekt zwischen 1852 und 1862

- ideales Gas: keine Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilchen => Temperatur ist unabhängig vom Volumen (entspricht etwa Luft im Normalzustand)
- reales Gas: einzelne Teilchen üben Wechselwirkungen aufeinander aus (Konstanten a und b in der van-der-Waals-Gleichung) => Temperatur ist abhängig vom Volumen (entspricht komprimierter Luft)

Durch die Expansion im Lindeverfahren wird also Arbeit gegen die intermolekularen Anziehungskräfte geleistet und daraus folgt, dass die Energie für die Arbeit der kinetischen Energie der Moleküle entzogen wird => Abkühlung

Dewar-Gefäß

Die flüssige Luft kann über Stunden bis zu mehrere Tage aufbewahrt werden, solange ein geeignetes Gefäß genutzt wird.

Beim Dewar-Gefäß handelt es sich um ein verspiegeltes, doppelwandiges, evakuiertes Glasgefäß, das durch seinen Aufbau sehr gut isoliert. Die Aufbewahrung muß aber offen geschehen, da die Isolation nicht vollständig vor Erwärmung schützen kann. Die Luft fängt also an zu sieden, es bildet sich Gas, dadurch wiederum erhöht sich der Druck und es besteht Explosionsgefahr.

Fragen:

- 1) Wieso kann flüssige Luft im offenen System längere Zeit aufbewahrt werden, (sie müßt doch eigentlich verdampfen)?**
- 2) Nennen Sie die wichtigsten Bestandteile der Luft und jeweils ihren prozentualen Anteil!**