

Veiligheid & gebruik van cryogene stoffen in het Bachelor lab



Cryogene stoffen

Dit document is afgestemd op het gebruik in de Bachelor practicumzalen.
In andere labs kunnen andere regels gelden!

1 Inleiding

Cryogene stoffen zijn vloeibaar of gasvormig met temperaturen tot $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cryogeen betekent dan ook "koudmakend". Deze stoffen koken bij deze temperatuur, waardoor continue verdamping optreedt. Veelgebruikte cryogene stoffen zijn vloeibare stikstof ($-195,76^{\circ}\text{C}$) en vloeibaar helium ($-269\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Binnen het LION worden ze veel gebruikt om experimenten mee te doen bij lage temperaturen (bv. supergeleiding) of om moleculen "stil" te zetten voor metingen.

Ook droogijs (koolzuurgas in vaste vorm) is een cryogene stof en heeft een temperatuur van $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2 Risico's

Contact met de cryogene stof óf met door de stof gekoeld materiaal kan letsel veroorzaken door middel van bevriezing, dat lijkt op brandwonden. Daarnaast kunnen cryogene stoffen tot verstikking leiden in kleine of onvoldoende geventileerde ruimtes doordat ze door verdamping de aanwezige zuurstof verdringen. Een aantal risico's worden hier besproken.

2.1 Brandwonden/letsel

Cryogene stoffen worden meestal als koelmiddel gebruikt. Contact met de koude stoffen of het materiaal dat is gekoeld kunnen ernstige bevriezingsverschijnselen (brandwonden) veroorzaken. Contact met de ogen kan zware beschadigingen opleveren.

2.2 Verstikking

Cryogene stoffen kunnen na verdamping de zuurstof uit de lucht verdringen. Snelle verdamping (bijvoorbeeld door het omvallen van een vat) kan zodoende tot verstikking leiden (b.v. 1 liter vloeibare stikstof levert na verdamping maar liefst 700 liter gasvormige stikstof).

2.3 Koken

Onder atmosferische druk zijn cryogene vloeistoffen doorgaans in een toestand van koken. Er vormen zich voortdurend dampbellen, die naar de oppervlakte van de vloeistof stijgen. Wanneer de vloeistof wordt overgegoten in vaten van kamertemperatuur zal de vloeistof heftig koken tot het vat is afgekoeld. Daarna zal het koken minder heftig zijn. Wanneer er een warm voorwerp in de vloeistof wordt gelegd zal de vloeistof opnieuw hevig gaan koken tot het voorwerp dusdanig is afgekoeld dat het de temperatuur heeft van de cryogene vloeistof. Ontblote lichaamsdelen kunnen worden blootgesteld aan zeer koude druppels vloeistof het is dus belangrijk om beschermende kleding te dragen.

2.4 Drukvorming

Bij opslag in een gesloten vat moet er rekening mee worden gehouden, dat onder invloed van de warmtetoevoer uit de omgeving de druk zal gaan oplopen. Vloeistof verdampt. Op de transport/opslag vaten moet er een beveiliging tegen overdruk aanwezig zijn. Tijdens transport moet ten allen tijde de afsluiter van het vat **open** staan.

2.5 Verbrossing

Materialen, die met cryogene stoffen in contact komen, moeten daartegen bestand zijn. Dat betekent, dat ze onder invloed van de lage temperatuur niet bros mogen worden. Het is belangrijk dat het gebruikte materiaal geschikt is om toe te passen.

2.6 Krimpen

Elk materiaal krimpt bij verlaging van temperatuur. De krimp kan per materiaal verschillen wat kan leiden tot lekkages.

2.7 Brand- en explosiegevaar

Wanneer de temperatuur van het cryogene gas lager ligt dan het kookpunt van zuurstof (-183°C) condenseert de zuurstof uit de lucht. Door de vorming van vloeibare zuurstof, kan dit zodra dit weer verdampt, plaatselijk tot verhoogde zuurstofconcentraties leiden waardoor er risico op brandgevaar ontstaat. Vloeibare zuurstof is zeer gevaarlijk, omdat het heftig en vaak explosief met tal van materialen reageert.

2.8 Rondspringend droogijs

Door de korrelvormige structuur kan droogijs wegspringen. Doe dit daarom langzaam en voorzichtig.

3 Veiligheidsmaatregelen

3.1 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Bij het werken met cryogene stoffen moeten de volgende voorgeschreven persoonlijke beschermingsmiddelen worden gedragen:

3.2.1 Een gelaatsscherm of een veiligheidsbril met zijbeschermers tegen spatten

3.2.2 Koude-isolerende handschoenen die voldoende ruim zitten om ze onmiddellijk te kunnen uittrekken als er per ongeluk spatten vloeistoffen in komen

3.2.3 Draag geschikte beschermende kleding (lange mouwen en lange broek). Draag gesloten schoenen en géén korte sokken.

3.2 Ventilatie

Het is belangrijk dat u zorgt voor voldoende ventilatie van de ruimte. Mensen kunnen functioneren wanneer er 21% zuurstof in de lucht aanwezig is. Door de toevoer van warmte uit de omgeving zal de cryogene stof gaan verdampen en uiteindelijk bij grote hoeveelheden de zuurstof uit de lucht verdrijven. Wanneer het zuurstofpercentage tot beneden de 16% daalt raken wij onwel. Bij 6% is men binnen enkele seconden dood.

3.3 Opslag/vervoer

Cryogene stoffen mogen alleen worden opgeslagen in daarvoor geschikte vaten. Nooit luchtdicht i.v.m. mogelijke gasvorming bij warmte. Vloeibare cryogene stoffen (zoals stikstof) mogen alleen in speciaal daarvoor ontworpen transportvaten worden opgeslagen en vervoerd. Bij vervoer van vaten in een lift mogen zich daarbij geen personen bevinden. Men dient dus ook te voorkomen dat er onderweg iemand in de lift kan stappen. Droogijs moet men opslaan in daarvoor geschikte boxen en laag bij de grond bewaren.

3.4 Veiligheidsafspraken voor in de bachelor laboratorium.

3.4.1 Zonder voorlichting op de zaal en zonder begeleiding kan er niet met stikstof in de practicumzaal gewerkt worden.

3.4.2 Combinaties van vloeibaar stikstof en andere (vloei)stoffen dan die uit het gesloten practicum kunnen alleen met goedkeuring van docent en TOA worden uitgevoerd.

3.4.3 De taakrisico analyse moet juist zijn ingevuld.

3.4.4 Gebruik het gevarensymbool bij je opstelling wanneer er cryogene vloeistoffen op tafel staan.

4 EHBO

In geval van ongelukken met cryogene stoffen waarbij personen betrokken zijn gelden de volgende regels:

- De ruimte waar het ongeval/incident plaats vindt verlaten
- Een getroffen lichaamsdeel zo snel mogelijk spoelen met water, dat niet warmer dan 25°C mag zijn. Minimaal 10 minuten.
- Vastgevroren kleding NIET lostrekken
- Getroffen lichaamsdeel zo min mogelijk aanraken en niet wrijven.
- Alarm slaan, bel met de vaste lijn telefoon 4444 (Zie Arbo introductie blad A040 calamiteiten en ongevallen).

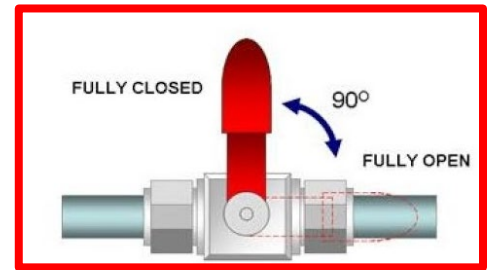
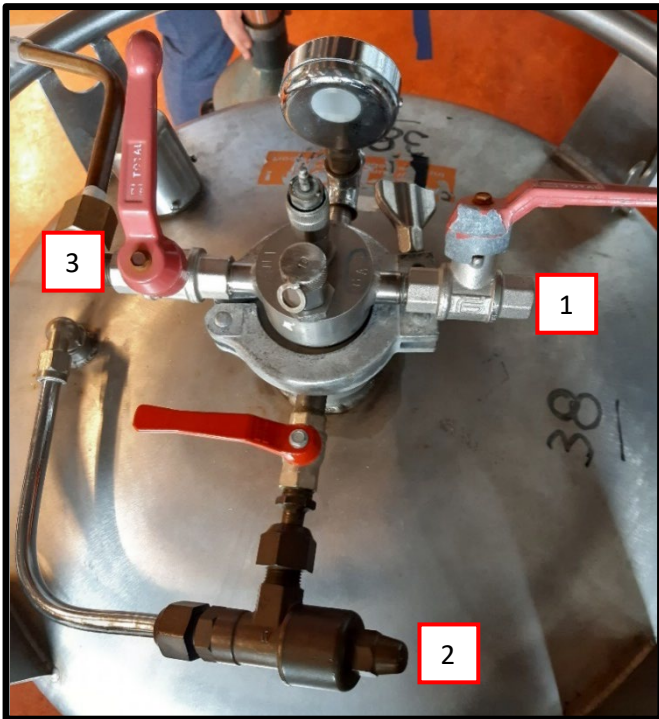
Gebruik van vloeibaar stikstof (LN2)

Benodigheden

- Vat met vloeibaar LN2
- Rubber slang
- Cryogene handschoenen
- Moersleutel
- Schenk dewar
- Kruk
- Veiligheidsbril
- Cryostaat
- Probe
- Foam blokjes



Uitleg Stikstofvat



1. Overdrukkraan
2. Drukkraan
3. Stikstofkraan

Onderin dit vat zit vloeibaar stikstof. Bij beweging gaat de LN2 koken. Het stikstofgas die vrijkomt gaat via kraan 1 naar buiten.

Bij niet gebruik en verplaatsen van het vat staat kraan 1 altijd open. Kraan 2 en 3 zijn dan dicht..

Bij het sluiten van kraan 1 en het openen van kraan 2 wordt er warm gas ingebracht (buitenlucht 20°C). Dit zorgt ervoor dat het stikstof gaat koken waardoor er extra druk op het vat komt.

Let op: de druk mag niet hoger zijn dan 0,5 bar.

Op het moment dat max. 0,5 bar bereikt is kan kraan 3 open om het vloeibare stikstof over te hevelen.

Klaar met hevelen? Kraan 3 en kraan 2 dicht. Kraan 1 langzaam openen. De druk in het vat neemt af.

Let op er wordt onder druk stikstof gas uitgeblazen dit maakt wat herrie.

In het kort

- **Vat niet in gebruik:**

Kraan 1 open, kraan 2 & 3 dicht.

- **Druk opbouwen in het vat:**

Kraan 1 dicht, kraan 3 dicht, kraan 2 rustig openen tot max. 0,5 bar.

- **LN2 overhevelen:**

kraan 3 open, kraan 2 op 0,5 bar, kraan 1 dicht.

- **Klaar met hevelen:**

Kraan 2 dicht, kraan 3 dicht, kraan 1 rustig openen (*let op maakt herrie en gaat blazen*)

Vullen schenk dewar vanuit stikstofvat

Let op! Onderstaande stappen doe je altijd samen met een partner, nooit alleen.
Het is verplicht om lange mouwen, lange broek en gesloten schoenen te dragen.

1. Veiligheidsbril op
2. Rubber slang monteren op kraan 3, gebruik moersleutel om licht vast te draaien
3. Schenk dewar op de kruk.
4. Rubber slang er in.
5. Slang vast houden met handschoen aan.
Als je dat niet doet kan de slang uit de dewar schieten wanneer de stikstof er door loopt
6. Kraan 1 dicht, Druk kraan 2 rustig openen tot de druk max. 0,5 bar wordt, kraan 3 open
7. Als de slang bevroren is mag je hem loslaten, blijft je handschoen plakken? haal dan je hand uit de handschoen **NIET TREKKEN!**
8. Schenk dewar is vol, kraan 3 dicht (ondertussen is 2 ook al dicht als de druk 0.5 bar is)
9. Handschoen hand om de hals van de schenk dewar, ander hand in het handvat. Klein beetje omhoog tillen. Partner haalt de kruk weg, schenk dewar rustig van de slang af laten glijden.
10. Loop met de schenk dewar naar de tafel
LET OP! Zorg dat het looppad vrij is van obstakels, 1 handschoen hand langs de hals andere hand in het handvat.
11. Zet de schenk dewar op tafel.
12. Nu de stikstof veilig op tafel staat kun je controleren of de kranen van het stikstofvat goed staan.

Het volgende geldt voor het experiment “de dotering van de YBCO supergeleider”

Cryostaat vullen vanuit schenk dewar én probe plaatsen

1. **Let op!** niet met je kleding tegen de tafel leunen.
Als je morst tijdens het schenken, moet de stikstof van de tafel kunnen lopen.
2. Schenk met 1 hand onder de hals (met handschoen) en de ander in het handvat
Let hierbij op dat de hals van de glazen hals van schenk dewar de glazen rand van de dewar niet raakt anders gaat het stuk.
De inhoud van de schenk dewar past goed in de cryostaat.
Als het te zwaar word kan je de schenk dewar in meerdere keren leeg schenken (rustig aan het hoeft niet in 1 keer)
3. De probe zonder handschoenen vastpakken aan het houten deel.
4. Rustig de probe in de cryostaat laten zakken.
Niet schrikken, het stikstof zal gaan koken en spetteren.
5. Foam blokjes plaatsen
6. Zet de cryostaat met probe niet te veel op de rand van de tafel
7. Vanaf dit moment is de situatie “veilig” en stabiel, je mag de veiligheidsbril afdoen.

