



MOBIELE WERKTUIGEN



VEILIGHEID



TECHNIEK



BHV/EHBO



HIJSEN



**INDUSTRIE**

# CURSUSBOEK GASMETEN

## INHOUDSOPGAVE

### 1. Veiligheidswetgeving en Arbowet

1.1	Inleiding	6
1.2	Veiligheidswetgeving	6
1.3	Arbowet	6
1.3.1	Enkele hoofdlijnen	6
1.3.2	Werkgever- en werknemers- vertegenwoordiging	8
1.3.3	Gevaren in de (petro- chemische-) industrie	9
1.3.4	Samenvatting en vragen over hoofdstuk 1	11

### 2. Zuurstof

2.1	Ademhaling	14
2.1.1	In- en uitademingslucht	14
2.1.2	Afwijkingen luchtsamenstelling	15
2.1.3	Meetprincipe van de standaard zuurstof meter	17
2.2.4	Samenvatting en vragen over hoofdstuk 2 - Zuurstof	18

### 3. Brand en explosiegevaar

3.1	Het verbrandingsproces	20
3.2	Hoe ontstaat brand?	20
3.3	Explosies	24
3.4	Het vlampunt	27
3.5	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 3 - Brand en Explosiegevaar	28

### 4. Toxische stoffen

4.1	Inleiding	32
4.1.1	Vergiftiging of verstikking	32
4.2	Concentraties	33
4.3	Het begrip giftigheid	34
4.4	Grenswaarden	37
4.5	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 4 – Toxische stoffen	40

### 5. Eenvoudige faseleer

5.1	Inleiding	44
5.2	Dampspanning, dampdichtheid en verspreiding	44
5.3	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 5 – Eenvoudige faseleer	49

### 6. Besloten ruimten

6.1	Inleiding	52
6.2	Organisatie en aansprakelijkheid	53
6.2.1	Geldigheidsduur Werkvergunning	54
6.3	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 6 – Besloten ruimten	56

## 7. Wet en regelgeving

7.1 Inleiding	60
7.2 Uitlezing van de meter en werkelijke concentratie	60
7.3 Meetprincipes van de meetcellen	61
7.3.1 Meetprincipe van de katalytische Ex-sensor	62
7.3.2 Meetprincipe van de Infrarood Ex sensor	65
7.3.3 De Photo Ionisatie Meter (Photo Ionization Detector = PID meter)	66
7.3.4 Meten met gasmeetbuisjes	70
7.3.4.1 Inleiding	70
7.3.4.2 Het meetprincipe	70
7.3.4.4 Soorten meetbuisjes	75
7.3.4.5 Uitvoering van een meting met een Gasmeetbuisje	79
7.4 Vragen en samenvatting over hoofdstuk 7 – Basisbegrippen en meetprincipes	80

## 8 De Chemiekaart

8. De chemiekaart	84
Proefexamen Chemiekaart Benzeen	93
<b>Antwoorden</b>	
Antwoorden	98
Antwoorden chemiekaart vragen	105



# HOOFDSTUK 1

## Veiligheidswetgeving en Arbowet

1.1 Inleiding	6
1.2 Veiligheidswetgeving	6
1.3 Arbowet	6
1.3.1 Enkele hoofdlijnen	6
1.3.2 Werkgever- en werknemersvertegenwoordiging	8
1.3.3 Gevaren in de (petro- chemische-) industrie	9
1.3.4 Samenvatting en vragen over hoofdstuk 1	11

# 1. VEILIGHEIDSWETGEVING EN ARBOWET

## 1.1 INLEIDING

Door de maatschappelijke ontwikkelingen van de laatste jaren, vooral wat de mondigheid van de werknemer betreft, bleek de Veiligheidswet van 1934, ondanks herhaalde aanpassingen, talrijke onvolkomenheden te bevatten.

In 1974 is de toenmalige Minister van Sociale Zaken daarom met een voorstel voor een nieuwe Veiligheidswet gekomen. Omdat dit voorstel bepalingen bevatte in het belang van de veiligheid, de gezondheid en het welzijn, in verband met de arbeid. Dus veel meer dan alleen veiligheid, maar praktisch alle arbeidsomstandigheden, werd deze wet Arbeidsomstandighedenwet (kortweg Arboret) genoemd.

## 1.2 VEILIGHEIDSWETGEVING

Op grond van de nadelen en ontwikkelingen kwam men tot het inzicht dat er meer aandacht moest worden geschonken aan het veiligheidsbeleid dat door de werkgever gevoerd moet worden.

Dit beleid moet tot uiting komen in een:

- Veiligheidsbeleid;
- Veiligheidsorganisatie;
- Verslaglegging.

Daarnaast moeten de werknemers meer betrokken worden bij de veiligheid, zowel door meer inspraak, als door het dragen van (eigen) verantwoordelijkheid.

**Veiligheid is de taak van werkgever en werknemer.**

## 1.3 ARBOWET

### 1.3.1 ENKELE HOOFDLIJNEN

De werkgever (de Opdrachtgever)

- De werkgever moet zo goed mogelijk zorgen voor de arbeidsomstandigheden, rekening houdend met de stand van wetenschap en professionele dienstverlening, voor zover redelijkerwijs mogelijk. De

werkgever heeft een zorgplicht voor de werknemers (Burgerlijk Wetboek, art. 3)

- De werkgever moet een Risico-Inventarisatie en Evaluatie (RIE) maken die in een Plan van Aanpak wordt uitgewerkt. In de RIE moet genoemd worden welke maatregelen op welke termijn genomen zullen worden. Jaarlijks moet een voortgangsrapportage worden gemaakt, die met de Ondernemingsraad (OR), Personeelsvertegenwoordiging (PVT) of belanghebbende werknemers wordt besproken. Tevens dient de actualiteit van de RIE geëvalueerd te worden. Een gecertificeerde Arbodienst moet de RIE toetsen (art 5).
- De werkgever is verplicht om goede voorlichting en goed onderricht te geven over risico's op het werk, de te nemen voorzorgsmaatregelen en de organisatie van de arbozorg. Bij het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen dient de werkgever te informeren over het doel en de werking van deze middelen. De werkgever heeft de taak toe te zien op de naleving van het juist gebruiken van Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM's) en de naleving van de door de werkgever opgestelde Arboregels in het bedrijf (art. 8)

### De werknemer (Gasmestrist)

- Machines, gereedschappen en gevaarlijke stoffen op de juiste wijze te gebruiken
- PBM's op de juiste wijze te gebruiken en op te bergen
- Beveiligingen te gebruiken en niet weg te halen
- Deel te nemen aan voorlichting en onderricht
- Gevaren te melden aan de leiding

### Samenwerking

Werkgever en werknemer zijn verplicht samen te werken op het terrein van de veiligheid, de gezondheid en het welzijn. De inspraakmogelijkheden van de werknemer worden hiertoe belangrijk verbreed.

## De Arbeidsinspectie/SZW

De arbeidsinspectie behoudt haar bestaande taken en bevoegdheden. Daarnaast gaat zij functioneren als gesprekspartner van werkgever en van werknemer. Bij geschillen tussen werkgever en werknemer kan de Arbeidsinspectie bindende aanwijzingen geven hoe de wet moet worden uitgelegd.

### 1.3.2 WERKGEVER- EN WERKNEMERS VERTEGENWOORDIGING

#### Samenwerking

De werkgever (Opdrachtgever) en de werknemer (Gasmetrist) moeten samenwerken in het behartigen van de zorg voor de veiligheid, de gezondheid en het welzijn in de onderneming. Dit is misschien wel één van de belangrijkste hoofdlijnen van de Arbowet.

#### Voorlichting en onderricht

De werkgever moet ervoor zorgen dat de werknemer, zowel bij zijn indiensttreding als daarna, doeltreffend wordt ingelicht over de aard van zijn werkzaamheden en de eventueel daaraan verbonden gevaren. Daarnaast moet de werkgever de werknemer onderricht verstrekken met betrekking tot de veiligheid, de gezondheid en het welzijn in verband met de door de werknemer uit te voeren werkzaamheden. Dit onderricht moet, zo dikwijls de ervaring daartoe aanleiding geeft, worden herhaald of aangepast.

Zijn bij de werkzaamheden persoonlijke beschermingsmiddelen nodig of zijn er op werktuigen beveiligingen aangebracht, dan dient de werkgever ervoor te zorgen, dat de werknemer op de hoogte is van het doel, de werking en de wijze waarop deze dienen te worden gebruikt. Aan jeugdige werknemers moet extra onderricht worden gegeven.



## Deskundige diensten

De Arbowet biedt de mogelijkheid om bedrijven te verplichten tot het aantrekken van deskundigheid op het gebied van veiligheid, gezondheid en welzijn. Zoals bijvoorbeeld een Arbodienst.

Kort samengevat, volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit 4.20, 8.1, 8.2 en 8.3 bent u *als gebruiker* verantwoordelijk voor gebruik van arbeidsmiddelen en PBM's en dient u deze veilig te gebruiken.

En dient u instructie te hebben gevolgd, gebruiksaanwijzingen op te volgen alvorens u gaat werken met gasmeetapparatuur.

*Voor de opdrachtgever* geldt dat hij volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit 8.1 volledig verantwoordelijk is voor wettelijke periodieke inspecties van de apparatuur en hulpmiddelen, maar ook voor het verstrekken van PBM's.

### 1.3.3 GEVAREN IN DE (PETRO- CHEMISCHE-)



In de (petro- chemische-) industrie kunnen er een aantal gevaren op de loer liggen, die kunnen leiden tot ernstige ongevallen, die soms met de dood worden bekocht.

De grootste gevaren in de industrie die te maken hebben met gasmeten, en overal kunnen voor komen, of het nu installaties, leidingen, besloten ruimten of in de openlucht enz. enz. zijn:

#### *Gevaar van Zuurstof:*

We kennen twee gevaren van Zuurstof, te weten:

Te veel of te weinig Zuurstof in de lucht.

*Te veel* Zuurstof (boven de 20,9% Vol), wat bijvoorbeeld veroorzaakt is door een lekke Zuurstofleiding, veroorzaakt een verhoogd brand- of explosiegevaar.

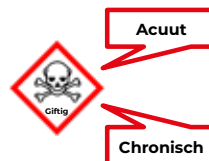
*Te weinig* Zuurstof, wat bijvoorbeeld veroorzaakt is omdat er een vat/ tank "gespoeld" of zoals ze het in de industrie noemen, "gepurged" is met Stikstof. Hierdoor is er een direct gevaar op verstikking doordat het Zuurstof is verdrongen door de Stikstof.

#### *Brand- en Explosiegevaar*

Omdat er veel brandbare vloeistoffen, gassen/dampen gebruikt worden in de industrie, is de kans op brand of op een explosie zeer aannemelijk. Vonkvorming, statische elektriciteit of laswerkzaamheden zijn enkele voorbeelden waardoor er brand en/of een explosie kan ontstaan.

#### *Toxische stoffen*

Daarnaast komen er in de industrie ook stoffen voor die naast brandbaar/ explosief, ook giftig (toxisch) zijn. Hierin kennen we Twee maten van vergiftiging, namelijk: Acuut of Chronisch. Bij een acute vergiftiging ondervindt u direct de gevolgen. Bij een chronische vergiftiging kunnen er jaren overheen gaan voordat u hiervan de gevolgen ondervindt.



### 1.3.4 SAMENVATTING EN VRAGEN OVER HOOFDSTUK 1

In hoofdstuk 1 zijn wat algemene - en de meest relevante juridische aspecten met betrekking tot gasmeten aan de orde gekomen. Op het theorie-examen kunnen hierover vragen gesteld worden. Hieronder enige vragen ter controle of u de inhoud van dit hoofdstuk voldoende heeft begrepen.

*Vraag 1. Wat is een verplichting voor de opdrachtgever?*

- De werkgever moet eens per drie jaar de meetapparatuur vervangen of laten keuren
- De werkgever moet zelf gecertificeerd zijn en hij moet erop toezien dat de metingen correct worden uitgevoerd
- De werkgever moet zorgen voor voldoende opleiding en de juiste middelen

*Vraag 2. Waarin moet het gevoerde veiligheidsbeleid door de werkgever tot uiting komen?*

- De werkgever moet een hoofdstuk "Veiligheid" in het wachtverslag opnemen
- De werkgever moet een veiligheidsbeleid, een veiligheidsorganisatie/ afdeling en een goede vastlegging van dit beleid hebben
- De werkgever moet PBM's beschikbaar stellen en een RIE opstellen



## HOOFDSTUK 2 Zuurstof

2.1	Ademhaling	14
2.1.1	<i>In- en uitademingslucht</i>	14
2.1.2	<i>Afwijkingen luchtsamenstelling</i>	15
2.1.3	<i>Meetprincipe van de standaard zuurstof meter</i>	17
2.2.4	<i>Samenvatting en vragen over hoofdstuk 2 - Zuurstof</i>	18

## 2. ZUURSTOF

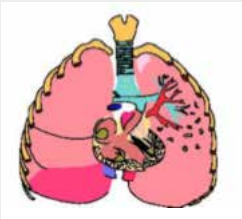
### 2.1 ADEMHALING

Een van de belangrijkste onderdelen van het lichamenlijk functioneren is de ademhaling. Niet voor niets wordt ademhaling een levensteken genoemd. Voor ademhaling hebben we lucht nodig, om preciezer te zijn hebben we daarvoor de zuurstof in de lucht nodig. Ademhaling geschiedt via de longen. De minimale uitademing laten we in dit kader buiten beschouwing. Ademhaling vertoont parallellen met het verbrandingsproces: er wordt zuurstof verbruikt voor verbranding en verbrandingsproducten, voornamelijk kooldioxide, uitgeademd.

#### 2.1.1 IN- EN UITADEMINGSLUCHT

De normale samenstelling van de omgevingslucht bedraagt (afgerond): 78% stikstof, 21% zuurstof en 1% restgassen. In de longen vindt de zogenaamde gasuitwisseling plaats. Bij het inademen wordt zuurstof in het bloed opgenomen. Kooldioxide wordt door het bloed afgegeven en bij het uitademen verwijderd. Stikstof heeft in onze ademhaling geen functie. Het gehalte blijft onveranderd 78%.

Van de 21% zuurstof wordt 4% gebruikt: de concentratie daalt tot 17% zuurstof. Tegelijkertijd stijgt de concentratie kooldioxide met 4% (de som moet uiteraard 100% zijn). Daardoor verschilt de samenstelling van in- en uitademingslucht.

Ingeademde lucht		Uitgeademde lucht
21% zuurstof		4% kooldioxide
78% stikstof		17% zuurstof
1% restgassen		78% stikstof
		1% restgassen

#### 2.1.2 AFWIJKINGEN LUCHTSAMENSTELLING

Voorwaarde voor een normale ademhaling is dat de omgevingslucht niet afwijkend van samenstelling is. Afwijkingen, afzonderlijk of in combinatie, kunnen zijn:

- Vermindering van de zuurstofconcentratie
- Aanwezigheid schadelijke stoffen
- Verhoging van de zuurstofconcentratie

Met andere woorden, als de zuurstofconcentratie gecontroleerd wordt en in orde bevonden, behoeft de situatie allerminst veilig te zijn. Er kunnen zich ook schadelijke, giftige stoffen in de atmosfeer bevinden. Omgekeerd als we hebben aangetoond dat er geen schadelijke, giftige stoffen in de atmosfeer aanwezig zijn, kan er altijd nog een afwijkende zuurstofconcentratie zijn.

Bovendien kunnen de afwijkingen, hogere of lagere zuurstofconcentratie, zich tegelijkertijd voordoen met de aanwezigheid van schadelijke, giftige stoffen.

Zouden we ons met een filtermasker beschermen tegen de inademing van schadelijke, giftige stoffen, dan lopen we alsnog het risico van zuurstofgebrek. Een filtermasker voegt namelijk niet de ontbrekende zuurstof toe.

De verhoging van de zuurstofconcentratie zal zich niet gauw voordoen. Daarvoor moeten bepaalde voorwaarden geschapen worden. Bijvoorbeeld lekkage van een zuurstofslang bij het lassen. Voor de mens is een hogere zuurstofconcentratie niet direct schadelijk. (Denk aan medicinale zuurstof)

Het brand- en het explosiegevaar neemt echter wel snel toe. Maximaal mag een zuurstofconcentratie van 23 vol.% aanwezig zijn. Zuurstof zelf is daarentegen geen brandbare stof maar een brandbevorderende stof.



## Kritische zuurstofconcentratie

Er valt geen scherpe grens te trekken bij welke zuurstofconcentratie de situatie voor de mens gevaarlijk wordt. Zeker is dat een concentratie van minder dan 6% vrijwel onmiddellijk fataal is. Een concentratie van minder dan 15% gedurende langere tijd zal men niet overleven. De Arbeidsinspectie/SZW heeft als veilige grens 20% gesteld. De minimale zuurstofconcentratie moet tenminste 19 vol.% zijn. Indien het zuurstofgehalte minder is, dienen maatregelen te worden getroffen, zoals bijvoorbeeld onafhankelijke adembescherming (ademlucht/ verse lucht kap). De effecten van een verlaagde zuurstofconcentratie staan vermeld in de navolgende tabel.

Tabel: Effect van dalende zuurstofconcentratie op mensen

> 20 vol.%	Normaal functioneren mogelijk
19 vol.%	Minimale concentratie eis volgens Arboret - alarm setting
19 -14 vol.%	Diepere ademhaling – verhoogde pols
14 – 10 vol.%	Ademhaling wordt ondiep - slechte coördinatie
10 – 8 vol.%	Misselijkheid - bewusteloosheid - na 8 minuten dodelijk
4 vol.%	Coma in 40 seconden - stuip trekkingen - ademhaling stopt - dood
0 vol.%	Direct bewusteloos en binnen 10 seconden dood

Hoe komt het tot een lagere zuurstofconcentratie in besloten ruimten. Dat kan o.a. komen door chemische- of microbiologische reacties die zuurstof gebruiken. Of door gebruik te maken van een inert gas, zoals bijvoorbeeld stikstof (N<sub>2</sub>). Daarmee kan men zorgen voor een omgeving waar niet of nauwelijks reacties mogelijk zijn.

Redenen om inerte gassen te gebruiken, kunnen o.a. zijn:

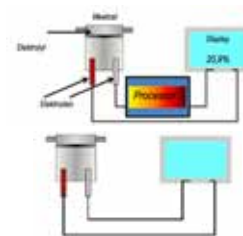
- Brandpreventie en brandbestrijding
- Behouden van productkwaliteit
- Gasdeken boven inhoud van tanks

Voor brandbestrijding wordt vaak gebruikt gemaakt van kooldioxide (CO<sub>2</sub>). Zowel stikstof, als kooldioxide verdringen de zuurstof. Voor de mens zijn die gassen dus verstikkend.

Als we 10 vol.% inert- of ander gas aan de lucht toevoegen, zal de samenstelling volledig wijzigen.

Tabel: verandering luchtsamenstelling

Normale situatie		Gewijzigde situatie	
Stikstof	78 vol.%	Stikstof	70 vol.%
Zuurstof	21 vol.%	Zuurstof	19 vol.%
Restgassen	1 vol.%	Restgassen	1 vol.%
		Inert- ander gas	10 vol.%



## 2.1.3 MEETPRINCIPE VAN DE STANDAARD ZUURSTOF METER

Het meetprincipe voor de zuurstofmeting is **Electro Chemische Cel**. Zuurstof moleculen diffunderen door een teflon membraan in de elektrochemische cel en worden aan een edelmetaal (goud of zilver) elektrode gereduceerd. Gelijktijdig wordt een onedel metaal (lood of zink) geoxideerd. Beide elektroden zitten in een elektrolytoplossing (zoutoplossing). De onedele elektrode wordt verbruikt door oxidatie en daarmee is de levensduur van de sensor bepaald. De door de cel vloeiende stroom wordt bepaald door de concentratie aanwezig zuurstof in het te meten gasmengsel. Het meetsignaal wordt versterkt en digitaal in vol.% zuurstof op het display weergegeven. In de huidige meters wordt tevens een compensati weerstand aangebracht, waardoor de levensduur van de meetcel aanzienlijk wordt verlengd. De temperatuur wordt gecompenseerd, omdat de viscositeit van de elektrolytoplossing temperatuur afhankelijk is. Bij lage temperaturen, rondom vriespunt en lager, kan dit per 10 °C een afwijking geven op de meter van 0.5 vol.% (negatief).

## 2.2.4 SAMENVATTING EN VRAGEN OVER HOOFDSTUK 2 - ZUURSTOF

In Hoofdstuk 3 is de zuurstof behandeld, met o.a. de ademhaling, het meetprincipe, de gewenste-, gemeten concentratie, eventuele meetfouten die kunnen optreden. Hieronder enige vragen ter controle of u de inhoud van dit hoofdstuk voldoende heeft begrepen.

*Vraag 1. Volgens welk meetprincipe wordt de zuurstofconcentratie gemeten?*

- A. De elektrolyt
- B. De Electro chemische cel
- C. Het teflon membraan

*Vraag 2. Ondervindt de mens negatieve uitwerkingen van hogere zuurstofconcentraties dan 20,9 vol.%?*

- A. Ja
- B. Ja, alleen in besloten ruimten
- C. Nee de mens ondervindt geen negatieve gevolgen van een hogere zuurstofconcentratie

*Vraag 3. Kan zuurstof branden?*

- A. Ja
- B. Nee, het is brand bevorderend
- C. Alleen bij hoge concentraties

*Vraag 4. Wat is een nadeel van het elektrochemisch meetprincipe?*

- A. De meetcel kan niet tegen zonlicht
- B. De levensduur is beperkt
- C. Als het 10 °C warmer wordt zal de meetcel gaan afwijken

*Vraag 5. Wat doet u, als u tijdens de meting ziet dat de zuurstofconcentratie oploopt?*

- A. U wacht tot u eventueel 10% LEL op de meter krijgt
- B. U gaat door met meten, want extra zuurstof is niet schadelijk voor uw gezondheid
- C. U stopt direct de meting



# HOOFDSTUK 3 Brand en explosiegevaar

<b>3.1</b>	<b>Het verbrandingsproces</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Hoe ontstaat brand?</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Explosies</b>	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Het vlampunt</b>	<b>27</b>
<b>3.5</b>	<b>Vragen en samenvatting over hoofdstuk 3 - Brand en Explosiegevaar</b>	<b>28</b>

## 3. BRAND EN EXPLOSIEGEVAAR

### 3.1 HET VERBRANDINGSPROCES

Als we spreken over het verbrandingsproces, dan gaat het over de mogelijkheid van een stof om met de zuurstof uit de lucht te reageren of om een verbinding met de zuurstof aan te gaan (oxidatie). Dit proces kenmerkt zich door gloeien en/of het ontstaan van vlammen. Als dit oxidatieproces snel verloopt en de reactie exotherm is, dat wil zeggen er komt meer warmte vrij dan nodig is voor het onderhouden van de reactie, spreken we van branden. Als de reactie zeer snel verloopt, hebben we te maken met een (chemische-) explosie.

### 3.2 HOE ONTSTAAT BRAND?

Vaak wordt de vraag gesteld: "Wat is brand?" Om deze vraag te kunnen beantwoorden dienen we ons eerst af te vragen wat we onder brand of verbranding moeten verstaan. De definitie van brand luidt als volgt:

*"Verbranden is een scheikundige reactie, waarbij zuurstof zich verbindt met een andere stof onder vorming van andere stoffen en onder afgifte van warmte (en/of met giftige of schadelijke dampen)"*

De verbrandingsreactie is een van de belangrijkste reacties in ons milieu. De mens is in grote mate afhankelijk hiervan, onder andere voor de bereiding van ons voedsel, voor verwarming, voor het maken van diverse producten, zelfs voor onze eigen stofwisseling. Vindt deze verbrandingsreactie echter plaats op een plek waar we die niet willen hebben, dan spreken we van brand.

Brand is dus een scheikundige (chemische) reactie. Om een brand te kunnen bestrijden, is het noodzakelijk te weten hoe een brand kan ontstaan. Het zal duidelijk zijn dat de brand op onderstaande afbeelding niet gewenst is, dat er dus hier sprake is van brand!



### Branddriehoek

Bij een brand en of explosie zijn minimaal de volgende drie factoren nodig:

- Zuurstof
- Brandstof
- Temperatuur

Deze drie vormen samen de branddriehoek. Eigenlijk is het blussen van een brand heel simpel: neem een van de zijden van de branddriehoek weg en het vuur is ook weg.

### Zuurstof

Lucht bestaat voor ca. 21% uit zuurstof. Is er veel zuurstof aanwezig, dan zal een brand feller gaan branden. Wanneer in een hermetisch afgesloten ruimte brand ontstaat, zal deze na verloop van tijd vanzelf doven. De zuurstof is dan opgebruikt.

### Brandstof

Er zijn verschillende soorten brandstof: er wordt een onderscheid gemaakt tussen vaste stoffen, vloeistoffen, gasen en (licht)metalen. Iedere stof verbrandt op een andere wijze. Nemen we de brandstof weg (bijvoorbeeld door het sluiten van de gastoevoer), dan stopt het branden.

### Temperatuur

Verbranding is dus een chemische reactie tussen brandstof en zuurstof. Brandstof kan echter pas gaan branden wanneer zich brandbare gasen gevormd hebben. Hiervoor is temperatuur nodig. Meestal wordt deze temperatuur toegevoegd in de vorm van warmte. Wanneer brandstof voldoende opgewarmd wordt, komen er brandbare gasen vrij die met zuurstof gaan reageren. De temperatuur waarbij brandstof gaat branden noemen we de ontbrandingstemperatuur.

Nu hebben we alle drie de zijden van de branddriehoek compleet. In werkelijkheid is het verbrandingsproces echter veel ingewikkelder. Om een blok hout aan te steken heb je wel dezelfde temperatuur nodig als voor een hoop houtwol, maar veel meer energie. Omdat bij houtwol de zuurstof en de brandstof veel beter gemengd zijn dan bij het houtblok, zal de ontsteking van de houtwol veel eerder plaatsvinden.

### Brandvijfhoek

Naast de branddriehoek kennen we ook nog de brandvijfhoek, waarbij mengverhouding en katalysator een belangrijke factor spelen.

### Mengverhouding

Een brand kan alleen beginnen en blijven branden wanneer brandstof en zuurstof in de juiste mengverhouding aanwezig zijn. Te veel brandstof geeft geen verbrandingsreactie, denk hierbij bijvoorbeeld aan het zogenaamd verzuipen van een benzinemotor.

### Katalysator

Als brandstof, zuurstof en energie in de juiste verhouding aanwezig zijn, maar er toch geen brand ontstaat, dan is een katalysator nodig om de verbrandingsreactie op te starten. Een suikerklontje brandt niet, maar kan wel branden als dit wordt bestrooid met as van sigaretten. Een katalysator is een stof die een reactie op gang brengt, vertraagt of stopt zonder daarbij zelf van structuur te veranderen.

### Brandbare stof

Zoals we hierboven gezien hebben, betekent brandbaar dat bij de stof een snel oxidatieproces kan optreden. Wat die voorwaarden zijn zullen we verderop in de cursus leren. In principe kan elke brandbare stof bij aanwezigheid van zuurstof (of lucht) brandgevaar opleveren, bijvoorbeeld staalwol, warme petroleum en "gewoon" hout, poetskatoen, etc. Ook stoffen die spontaan in de lucht vlamvatten, zoals metaalpoeders (magnesium), witte fosfor en natrium. Over het algemeen wordt gesproken over een stof of vloeistof die brandt. Het verbrandingsproces treedt echter op in de gasfase van de stof of vloeistof. We moeten dus eigenlijk zeggen dat de gassen, die uit de (vloeistof-)stof vrijkomen, branden..



### Ontstekingsbronnen

Om het verbrandingsproces te starten moeten we energie of warmte aan een mengsel van brandbare stof toevoegen. Dat noemen we de ontsteking. Er zijn vele oorzaken van ontsteking van brandbare stoffen. We noemen daarvan:

- Onachtzaamheid, bijvoorbeeld het weggooien van een sigarettenpeuk;
- Verf afbranden, vette lappen, dotten poetskatoen, etc.;
- Verwaarlozing van elektrische aansluitingen, isolatie, etc.;
- Onvoldoende onderhoud aan V-snaren, veel rommel, etc.;
- Ondoelmatige opslag van brandgevaarlijke stoffen;
- Mechanische vonken stoten, wrijven, metaal op metaal, vonken ontstaan door statische elektriciteit.

### Ontbrandings- of ontstekings temperatuur

Dit is de laagste temperatuur waarbij een stof met behulp van een ontstekingsbron tot ontbranding komt en waarbij vervolgens de verbranding wordt onderhouden. Direct hieraan gekoppeld wordt de zelfontbranding- of zelfontstekingtemperatuur.

### Zelfontbranding- of zelfontstekingtemperatuur

De temperatuur waarbij, onder bepaalde omstandigheden, een stof of mengsel van stoffen (vast, vloeibaar of gasvormig) zal ontbranden en zal blijven branden, zonder aanwezigheid van een vonk of vlam. Wanneer er een explosief mengsel is, hoeft dit niet per se met behulp van een open vonk te worden aangestoken. Boven de zelfontbrandingstemperatuur gaat de reactie ook "vanzelf". Een hete stoomleiding (12 atm., ca 190°C) kan een mengsel van lucht en zwavelkoolstof doen ontsteken.

#### Enige zelfontbrandingstemperaturen:

Zwavelwaterstof	260 °C	Smeerolie	370 °C
(diethyl) ether	160 °C	Methanol	455 °C
Zwavelkoolstof	100 °C	Tolueen	535 °C
Wasbenzine	280 °C	Aardgas	670 °C
Azijnzuuranhydride	316 °C		

De ontsteking- en de zelfontstekingtemperatuur worden proefondervindelijk bepaald, en zijn dus afhankelijk van de testmethode.

Verder wordt de werkelijke ontstekingstemperatuur beïnvloed door

- Zuurstofconcentratie;
- Blootstellingstijd aan verhoogde temperatuur of druk;
- Aanwezigheid van katalysatoren.

### Zuurstofverrijking

Onder normale omstandigheden hebben we te maken met 21 volume % zuurstof in de lucht. Verhoging van de zuurstofconcentratie verlaagt de ontstekingstemperatuur en doet de verbranding heftiger verlopen, ook vergroot het de explosiegrenzen van de desbetreffende stof.

Stoffen die gemakkelijk oxideren zullen tijdens de aanwezigheid van meer dan 21 volume % zuurstof in de lucht sneller oxideren. Daarbij kan zoveel warmte ontstaan dat de zelfontbrandingstemperatuur wordt bereikt en de stof spontaan kan gaan branden. *Bij werken met zuurstof extra voorzichtigheid in acht nemen!* Voegt men daarentegen een hoeveelheid inert (niet-brandbaar) gas toe, dan wordt het explosiegebied kleiner. Dit vindt zijn toepassing in het "inertiseren" ook wel "purgem" van tanks met brandbare vloeistoffen of gassen.



## 3.3 EXPLOSIES

Hieronder vindt u de onderverdeling van de verschillende soorten explosies, te weten:

- Stofexplosies
- Hybride explosies
- Fysische explosies
- Chemische explosies

### Stofexplosies

Stofexplosies zijn een mengsel van vaste brandbare stoffen in de vorm van poeder, stof, gruis of vezels met lucht onder atmosferische omstandigheden, waarin na ontsteking de verbranding zich verspreidt door het gehele mengsel. Op te merken hierbij is dat stofexplosies niet te

meten zijn met de reguliere gasdetectieapparatuur. Om deze te meten moet er gebruik worden gemaakt van de zogenaamde "Hartmanbuis". Gezien de aard van de cursus worden deze verder niet behandeld.

### Hybride explosies

Naast de aanwezigheid van een brandbare vaste stof, is in de ruimte een concentratie brandbare dampen of gassen aanwezig. Door de aanwezigheid van deze brandbare damp of gassen kan de onderste explosiegrens van het stof/luchtmengsel aanzienlijk verlaagd worden.

### Fysische explosies

Fysische explosies ontstaan door bijvoorbeeld een ongecontroleerde expansie, zoals het uit elkaar barsten van een stoomketel of het drukvat van een compressor.

Op de bovenstaande foto een voorbeeld van een fysische explosie van een vat, bij een druktest met stikstof.

### Chemische explosies

Chemische explosies zijn snelle chemische reacties in stoffen en gassen. Een snelle verbranding met een ploffend effect.

### Explosieve gasmengsels

Explosieve gasmengsels bestaan uit mengsels van brandbare gassen of dampen met lucht of zuurstof. Echter niet alle mengverhoudingen van een brandbaar gas met lucht of zuurstof zijn explosief. Een explosie kan alleen optreden wanneer de mengverhouding gas/lucht of gas/zuurstof zich binnen bepaalde grenzen bevindt. Deze noemt men de explosiegrenzen. Voor ieder gas zijn deze grenzen verschillend.

### Volumeprocenten (Vol.%)

De concentratie waarmee explosiegrenzen worden aangeduid zijn volumeprocenten (Vol.%). Eén volumeprocent is de verhouding van één deel van een bepaald gas op 100 delen van de totale hoeveelheid gas.

### De Onderste Explosie Grens (O.E.G.)

Als we in een omgeving met schone lucht gas toelaten zal de gasconcentratie oplopen. Op een gegeven moment zal er een gasconcentratie ontstaan die het mengsel explosief maakt, dat wil zeggen er is voldoende gas aanwezig om het mengsel met een ontstekingsbron aan te kunnen steken. De lage grenswaarde, uitgedrukt in volumeprocenten, duidt men aan met de Onderste Explosie Grens.

Onder de onderste explosiegrens is de concentratie aan brandbaar gas te "arm" om met een ontstekingsbron een explosie te veroorzaken. Door het internationale karakter van de (petro-)chemie zult u ongetwijfeld diverse andere afkortingen tegenkomen of tegengekomen zijn. We noemen de meest voorkomende daarvan:

- L.E.L. - de Engelse afkorting voor "Lower Explosion Limit"

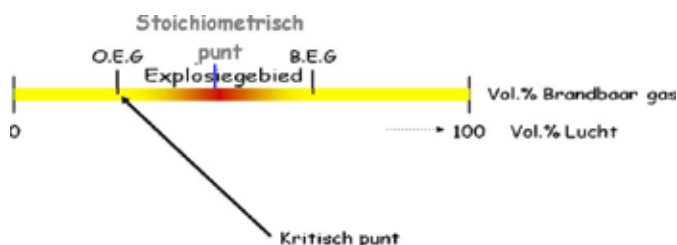
### De Bovenste Explosie Grens (B.E.G.)

Wanneer we de concentratie van het gas in de ruimte verder laten toenemen, zal de concentratie zuurstof naar verhouding afnemen. Op een zeker ogenblik zal er een situatie ontstaan waarop er niet genoeg zuurstof meer aanwezig is om het mengsel tot ontbranding te brengen. Dit duidt men aan met de Bovenste Explosie Grens. Boven de Bovenste Explosie Grens is er dus te weinig zuurstof in het mengsel aanwezig om het mengsel te doen exploderen. De Engelse afkorting voor Bovenste Explosie Grens is

- U.E.L. wat staat voor "Upper Explosion Limit".

### Het explosiegebied

Binnen de genoemde explosiegrenzen kunnen de gasmengsels met behulp van een ontstekingsbron tot explosie gebracht worden (brandende sigaret, open vuur, elektrostatische ontlading).



De aanwezigheid van meer of minder zuurstof in de lucht speelt een belangrijke rol in de grootte van het explosiegebied. Een brandbaar gas/zuurstofmengsel heeft daarom een groter explosiegebied. Voegt men echter een hoeveelheid inert (niet-reactief) gas toe, dan wordt het explosiegebied kleiner. Dit vindt zijn toepassing in het "inertiseren" van tanks met brandbare vloeistoffen of gassen. Dit wordt in vakjargon ook wel "purgen" genoemd.

Stoffen die gemakkelijk oxideren zullen tijdens de aanwezigheid van meer dan 21 volume % zuurstof in de lucht sneller oxideren. Daarbij kan zoveel warmte ontstaan dat de zelfontbrandingstemperatuur wordt bereikt en de stof spontaan kan gaan branden. *Bij werken met zuurstof extra voorzichtigheid in acht nemen!* Voegt men daarentegen een hoeveelheid inert (niet-reactief) gas toe, dan wordt het explosiegebied kleiner.

Stofnaam	Explosiegrenzen in vol% in lucht	Explosiegrenzen in vol% in zuurstof
Ethaan	2,7 tot 12,5	2,7 tot 50
Koolmonoxide	11 tot 75	11 tot 94
Ether	1,7 tot 48	1,7 tot 82
Methaan	4,4 tot 16	4,4 tot 59
Waterstof	4 tot 76	4 tot 100

### 3.4 HET VLAMPUNT

Het vlampunt is de laagste temperatuur bij (atmosferische druk) 1013 mb, waarbij de vloeistof zoveel damp afgeeft dat deze damp door een vonk of vlam kan worden ontstoken. Men zegt ook wel de laagste temperatuur, waarbij een vloeistof zoveel brandbare damp afgeeft dat deze damp, intensief met lucht gemengd, door een vlam of vonk eenmalig kan worden ontstoken

De bepaling van het vlampunt van een stof is gebaseerd op het principe van verwarming. Gedurende dit proces zal de temperatuur nauwkeurig worden gemeten, terwijl regelmatig middels een bougie een vonkje overspringt. Kennis van het vlampunt geeft een indicatie van het

brand- of explosiegevaar van een vloeistof. Heeft een stof een vlampunt < 21°C, dan bestaat bij kamertemperatuur reeds gevaar voor vorming van een explosief mengsel.

Enige vlampunten in °C	
Diethyl ether	< -45 °C
Methyl Ethyl Keton	-1 °C
Toluene	4 °C
Methanol	11 °C

### Ontstekingtemperatuur

Dit is de temperatuur waartoe een mengsel van een brandbaar gas of brandbare damp met lucht moet worden verhit, waardoor na korte tijd ontbranding optreedt. Er bestaat geen enkel verband tussen het vlampunt van een vloeistof en de ontstekingtemperatuur van de damp. De ontstekingtemperatuur is afhankelijk van de concentratie van het gas, de wijze van energieoverdracht en aanwezigheid van katalysatoren.

## 3.5 VRAGEN EN SAMENVATTING OVER HOOFDSTUK 3 - BRAND EN EXPLOSIEGEVAAR

In Hoofdstuk 3 is brand en explosiegevaar behandeld, met o.a. hoe ontstaat brand, branddriehoek, ontstekingsbron, zelfontbrandingstemperatuur, type explosie, explosiegrenzen, vlampunt. Hieronder enige vragen ter controle of u de inhoud van dit hoofdstuk voldoende heeft begrepen.

*Vraag 1. Hoe noem je de hoogste dampconcentratie waarbij een brandbaar damp-luchtmengsel kan worden ontstoken?*

- A. De UEL
- B. Het explosiegebied
- C. De LEL

*Vraag 2. Kan bij een hogere zuurstofconcentratie kleding sneller vlam vatten?*

- A. Ja, afhankelijk van de luchtvochtigheid
- B. Ja, afhankelijk van de zuurstofconcentratie
- C. Nee, dit heeft geen invloed

*Vraag 3. Een brandbare vloeistof heeft een vlampunt -20 °C, kan er bij atmosferische omstandigheden, bij -25 °C*

*een acuut explosiegevaarlijke concentratie bereiken?*

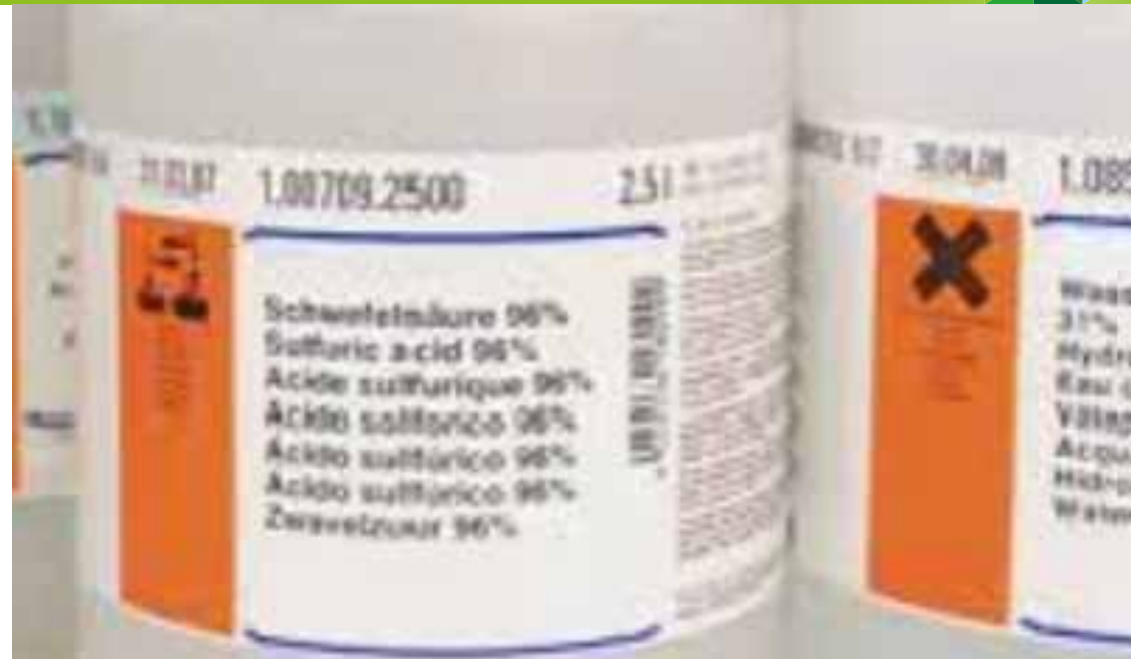
- A. Nee, nooit
- B. Ja, maar alleen in een besloten ruimte
- C. Ja, altijd

*Vraag 4. Welke temperatuur moet er heersen waardoor de gassen/dampen van een brandbare vloeistof kunnen ontbranden?*

- A. De temperatuur van het vlampunt
- B. De temperatuur van de zelfontbrandingstemperatuur
- C. De temperatuur van het smeltpunt

*Vraag 5. Een stof heeft de volgende explosiegrenzen in Vol.%: 2,6 - 13. Na meting blijkt er 14,1 Vol.% aan dampen aanwezig te zijn in de ruimte, voor de concentratie geldt?*

- A. De concentratie is zuurstofarm en gasarm
- B. De concentratie is zuurstofrijk en gasrijk
- C. De concentratie is zuurstofarm en gasrijk



## HOOFDSTUK 4 Toxische stoffen

4.1	Inleiding	32
	4.1.1 Vergiftiging of verstikking	32
4.2	Concentraties	33
4.3	Het begrip giftigheid	34
4.4	Grenswaarden	37
4.5	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 4 – Toxische stoffen	40



## 4. TOXISCHE STOFFEN

### 4.1 INLEIDING

Toxische stoffen kunnen in werksituaties worden verspreid als gas, damp, nevel of stof en zo aanleiding geven tot een zekere mate van verontreiniging van de lucht op de werkplek. Boven een bepaalde concentratie (de wettelijke grenswaarde), die afhankelijk is van de eigenschappen van de stof, kan de verontreiniging leiden tot hinder of schade aan de gezondheid van de daaraan blootgestelde werkende mens.

In 1976 is door de toenmalige Minister van Sociale Zaken de Nationale MAC-Commissie (NMC), evenals de Werkgroep van Deskundigen (WGD) ingesteld om de Directeur-generaal van de Arbeid te adviseren omtrent de te hanteren Maximaal Aanvaarde Concentratie (MAC-waarde) voor hinderlijke en schadelijke stoffen. Momenteel wordt de Wettelijke Grenswaarde lijst jaarlijks uitgegeven door de SDU Den Haag.

#### 4.1.1 VERGIFTIGING OF VERSTIKKING

Indien de ademhaling wordt verstoord, is het belangrijk na te gaan of het een verstikking of een vergiftiging betreft. Het eindresultaat is in beide gevallen hetzelfde, maar voor tijdige hulp is het onderkennen van het verschil echter van essentieel belang.

Bepaalde gassen werken verstikkend. De meest voorkomende zijn stikstof (N<sub>2</sub>) en kooldioxide (CO<sub>2</sub>). Als men aan hoge concentraties hiervan is blootgesteld (de zuurstofconcentratie is dan zeer laag), zal het in frisse lucht brengen van het slachtoffer zeer waarschijnlijk niet meer helpen. Ook het toedienen van zuurstof is dan waarschijnlijk niet meer mogelijk. Stikstof en kooldioxide verdrijven de zuurstof en laten dat daarna ook NIET meer toe.

Bepaalde giften kunnen de ademhaling blokkeren. Het brengen in de frisse lucht is dan weliswaar noodzakelijk, doch vaak onvoldoende. Een stof als koolmonoxide (CO), bindt zich aan het rode

bloedlichaampje en zal zich gedurende de levensduur van het rode bloedlichaampje (ongeveer 90 dagen) niet losmaken. Hierdoor kan dit rode bloedlichaampje niet meer voor zuurstoftransport zorgdragen. De vergiftiging dient daarom ook nog anders bestreden te worden. Dit kan b.v. door een bloedtransfusie. Extra zuurstof kan de gebrekkige ademhaling compenseren.

Sommige bijtende stoffen zoals chloor en zoutzuurgas kunnen pas na enkele uren een nadelig effect openbaren (longoedeem). Op de longen zijn blaren ontstaan, die de gasuitwisseling belemmeren. Het vocht uit de lichaamscellen stroomt in de longblaasjes en verdringt men als het ware in het eigen lichaamsvocht.

### 4.2 CONCENTRATIES

Bij het meten van gassen bepaalt men de concentratie van het gas in een ander gas (de lucht). De verhouding tussen deze twee noemt men de concentratie. De eenheden waarin concentraties vaak worden uitgedrukt zijn volumeprocenten (Vol.%), part per million (ppm) en milligram per kubieke meter (mg/m<sup>3</sup>).

#### Vol.%

Eén volumeprocent is de verhouding van één deel van een bepaald gas op 100 delen van de totale hoeveelheid gas.

#### Ppm

Parts per million geeft een concentratie aan van een bepaald gas in 1.000.000 delen van de totale hoeveelheid gas. Met andere woorden: men bepaalt de concentratie.

#### Milligrammen per m<sup>3</sup>

De eenheid milligram per kubieke meter (mg/m<sup>3</sup>) wordt ook wel gebruikt om gasconcentraties aan te geven. Men bepaalt dan het gewicht van de stof (in mg) in één kubieke meter lucht.

### Relatie Vol.% en PPM

De relatie tussen Vol.% en PPM kan als volgt worden vastgesteld:

- Bij één Vol.% is de verhouding 1:100
- Bij één PPM is de verhouding 1:1.000.000

Hieruit volgt dat één Vol.% gelijk is aan 10.000 PPM

(1.000.000 : 100 = 10.000)

### 4.3 HET BEGRIP GIFTIGHEID

Voordat ingegaan wordt op gevolgen van giftige stoffen, voor de gezondheid en het milieu, moet eerst verduidelijkt worden wat precies wordt bedoeld met giftigheid. Er wordt nogal eens gezegd dat een stof giftig of niet-giftig is. Zo eenvoudig is het echter niet: een beetje zout komt bijvoorbeeld de smaak ten goede, terwijl 40 gram zout daarentegen de dood tot gevolg kan hebben.

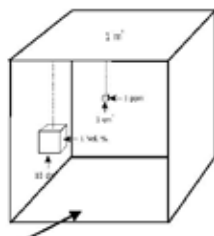
Onder vergiftiging verstaan we hier het inwerken van stoffen op het lichaam, met als gevolg dat het normaal functioneren van dat lichaam (of onderdelen, organen) wordt gestoord of gestopt. Als er stoffen vrijkomen is er een bepaalde kans dat dit tot vergiftiging aanleiding geeft. Dit is afhankelijk van:

- De eigenschappen van de stof;
- De hoeveelheid aan stof (concentratie);
- De blootstellingduur;
- De wijze waarop de stof het lichaam binnenkomt;
- Persoonlijke eigenschappen van de blootgestelde persoon.

Een aantal zaken bepaalt of een stof al dan niet giftig is:

#### De aard van de stof

Op welke wijze een stof op ons inwerkt hangt af van de fysische (gas, vloeibaar, vast) en chemische (zuur, base, oxidator) eigenschappen. Zo kan bijvoorbeeld een zeer reactieve stof die in contact komt met het lichaam zeer plaatselijk werken, namelijk op de plaats waar hij met het lichaamsweefsel in contact komt. Denk bijvoorbeeld aan een zuur. Minder agressieve stoffen zullen verder het lichaam binnendringen en elders hun werking uitvoeren. Denk bijvoorbeeld aan het effect van een flinke borrel op het zenuwstelsel.



Schematische voorstelling verhouding tussen Vol.% en PPM

1 volume % = 10.000 ppm

De manier waarop een stof op ons inwerkt hangt dus af van de aard van die stof. Een stof kan plaatselijk of algeheel en acuut of chronisch werken. Bij plaatselijke werking zal er meestal sprake zijn van een direct contact van de stof met de weefsels. Bij een algehele werking is er meestal sprake van een opname van de stof in het bloed.

#### Acuut, chronisch en cumulatieve vergiftiging

Behalve verschillen in plaats van werking ten opzichte van de plaats van binnentreden zijn er meer methoden om typen van werking te onderscheiden. Belangrijk, omdat de begrippen veel gebruikt worden, zijn de begrippen acute en chronische vergiftiging. Beide typen vergiftiging kunnen bij een stof voorkomen en (wel) anders van aard zijn. We spreken van acute werking bij een relatief snel optredend effect als gevolg van een kortdurende blootstelling aan vrij grote hoeveelheden stof. Dit laatste in relatie tot de giftigheid van de stof. Het is dit type vergiftiging waar bij een ongevalsituatie aan gedacht kan worden. Bij een chronische vergiftiging denken we aan kleine hoeveelheden stof die gedurende een (zeer) lange tijd door het lichaam worden opgenomen. Daarbij kan het ook lang duren voordat het tot een meetbaar effect komt. Een dergelijke soort vergiftiging zou bijvoorbeeld in een arbeidssituatie door het regelmatig (onzorgvuldig) werken met een stof kunnen ontstaan.

Zo is dronken worden van het drinken van een paar borrels een effect van acute vergiftiging en het optreden van schade aan lever en hersenweefsel na langdurig alcoholmisbruik een effect van chronische vergiftiging. Andere typen die hier nog genoemd kunnen worden zijn kankerverwekkendheid, het veroorzaken van allergische reacties en nadelige invloed van stoffen op de gezondheid van het nageslacht.

Als de schadelijke stof ook weer vanzelf uit het lichaam verdwijnt (bijvoorbeeld nicotine) treden pas klachten op, als de opname, de uitscheiding voldoende overtreft om boven de symptoomdrempel te komen. Als de opname de uitscheiding langdurig overtreft zal er cumulatieve (stapeling) vergiftiging optreden.

### De hoeveelheid die in het lichaam wordt opgenomen

Het is moeilijk te voorspellen of een bepaalde hoeveelheid giftige stof schadelijk zal zijn voor de gezondheid. Dit is namelijk afhankelijk van de gezondheidstoestand van het slachtoffer, zijn voedingsgewoonten, of hij/zij al eens eerder aan een dergelijke stof is blootgesteld, of hij/zij rookt en of hij/zij regelmatig alcohol gebruikt. Zo zal iemand die veel rookt eerder schade ondervinden van een hoeveelheid koolmonoxide dan iemand die niet rookt.

### De tijd waarbinnen een bepaalde stof wordt opgenomen (blootstellingduur)

Er bestaat geen duidelijk verband tussen de toegestane blootstellingduur en de concentratie van een giftige stof in de lucht. Duidelijk is wel dat hoe hoger de concentratie van giftige stof in de omgeving is, hoe korter men daar kan verblijven.

### Persoonlijke eigenschappen

Voor personen die lijden aan longaandoeningen (bijvoorbeeld CARA) zal blootstelling aan schadelijke stoffen sneller tot klachten leiden dan bij gezonde personen. Leeftijd en fysieke conditie zijn factoren die hierbij ook een rol spelen. Ook kunnen personen extra gevoelig of allergisch zijn voor bepaalde stoffen. Hierbij valt te denken aan bijvoorbeeld personen die allergisch zijn voor het gif van een wespensteek.

### De wijze van intrede in het lichaam

Een vreemde stof kan op de volgende manieren in het lichaam binnentreden:

- Via de spijsverteringsorganen: vooral vaste stoffen worden op die manier opgenomen. Een giftige stof kan men bijvoorbeeld ook langs indirecte weg binnenkrijgen door het nuttigen van voedsel in een verontreinigde ruimte.
- Via de huid: een bekend voorbeeld van vergiftiging via de huid is het wassen van de handen met oplosmiddelen.
- Via de ademhalingswegen: dit is de meest bekende manier waarop een giftige stof wordt opgenomen. Gassen, nevels en stof kunnen in het lichaam doordringen door het inademen van verontreinigde

lucht.

- Wondjes: doordat de natuurlijke bescherming van de huid verdwenen is, worden giftige stoffen sneller in het bloed opgenomen. Het is dus noodzaak om ook het kleinste wondje te laten verzorgen.
- Via de ogen: gassen, dampen en vloeistoffen kunnen bij in aanraking komen met de ogen, de oogkas binnendringen en zo in onze bloedstroom terechtkomen.

## 4.4 GRENSSWAARDEN

Om een voorzichtige voorspelling omtrent de gevolgen te kunnen doen, zijn er verschillende waarden in gebruik die een mate van giftigheid weergeven. We noemen hier de belangrijkste namelijk de Grenswaarden.

### Het hanteren van Grenswaarden

Bij het hanteren van de in de lijst genoemde waarden dient het volgende in acht te worden genomen:

1. Beoordeling van arbeidssituaties aan de hand van grenswaarden vereist inzicht in de aan deze waarde ten grondslag liggende gegevens. Via simpele getalsmatige afleidingen kunnen grenswaarden van verschillende stoffen niet voor vergelijking van gezondheidsrisico's gebruikt worden. Gelijke grenswaarden van verschillende stoffen kunnen van zeer verschillende effecten afgeleid zijn (bijvoorbeeld hinder en ernstige schade). Dit komt niet tot uiting in de dagwaarde. Voor een goed begrip is het voorts van belang een onderscheid te maken tussen de volgende begrippen:
  - Giftigheid (toxiciteit) van een stof die ten grondslag ligt aan de grenswaarden
  - Gevarenkans, dit is de kans dat werknemers aan concentraties blootgesteld worden die schadelijk of hinderlijk voor de gezondheid kunnen zijn. Grote vluchtigheid verhoogt in het algemeen de gevarenkans.

2. De grenswaarden zijn zoveel mogelijk afgestemd op de belastbaarheid van gezonde werknemers; ze zijn bedoeld voor normale, niet door calamiteiten verstoorde, arbeidssituaties. Onder bijzondere werkomstandigheden, bijvoorbeeld als zware lichamelijke arbeid wordt verricht, kunnen deze waarden onvoldoende bescherming bieden. Ook kunnen tussen mensen relatief grote verschillen in gevoeligheid optreden. Hoewel bij de vaststelling van Grenswaarden zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met gevoelige groepen, kan een zeker percentage van de werknemers ook bij waarden beneden de gegeven Grenswaarden enige hinder of schade ondervinden.

3. De grenswaarden gelden in principe slechts voor blootstelling aan de zuivere stof en is niet zonder meer van toepassing op een bestanddeel van een mengsel van stoffen waaraan blootstelling plaatsvindt. Het kan voorkomen dat de schadelijke werking van een dergelijk mengsel de som is van de afzonderlijke stoffen. Het is ook mogelijk dat bij een gecombineerde blootstelling de schadelijke effecten van de afzonderlijke stoffen aanzienlijk worden versterkt c.q. verminderd.

Om te bepalen of de mate van de blootstelling in de lucht schadelijk is, wordt de blootstelling getoetst aan normen voor gassen, dampen, nevels en stofvormige agentia in de lucht op de arbeidsplaats. Deze normen worden in de Arboretgeving grenswaarden genoemd. Tot 2007 werd er gesproken over MAC-waarde (Maximaal Aanvaarde Concentratie).

Er zijn in Nederland twee soorten grenswaarden:

- Publieke grenswaarden;
- Private grenswaarden.

## Wettelijke grenswaarden

### (in het Engels TWA – Time Weight Average) TGG

De publieke grenswaarden zijn wettelijke grenswaarden. Ze zijn gebaseerd op adviezen van de Gezondheidsraad en worden gepubliceerd in de Staatscourant. Er zijn publieke grenswaarden voor kankerverwekkende, reprotoxische en sensibiliserende stoffen. Ook voor stoffen 'zonder eigenaar', zoals houtstof of dieselmotoremissies wordt door de overheid een grenswaarde vastgesteld.

Wat nu een publieke of een private grenswaarde wordt genoemd, heette voorheen de MAC-waarde.

*De definitie van de "Maximaal Aanvaarde Concentratie" is een grenswaarde van een gas, damp of nevel van een stof op de werkplek die bij herhaalde blootstelling het hele arbeidsleven lang (voor zover de huidige kennis reikt) zowel de gezondheid van de werknemers als die van hun nageslacht niet benadeelt.*

*Bij blootstelling beneden de grenswaarde zal een werknemer in principe geen gezondheidseffecten oplopen, voor zover we nu weten, gedurende veertig uur, 8 uur per werkdag en 5 dagen per week en voor niet fysiek inspannende werkzaamheden.*

Bij overschrijding van deze blootstellingduur dient een overeenkomstig verlaagde Grenswaarden TGG te worden gehanteerd. Tijd gewogen gemiddelden laten kortdurende overschrijdingen toe, vooropgesteld echter dat het tijd gewogen gemiddelde over de werkdag niet wordt overschreden.

### Tijd Gewogen Gemiddelde – TGG 15 (In het Engels STEL - Short Time Exposure Limit)

Dit is de blootstellinggrens voor een korte duur (over het algemeen 15 minuten). Hierbij mag de grenswaarden gedurende korte duur overschreden worden binnen vaste grenzen. Dit mag onder bepaalde voorwaarden maximaal 4 x per dag.

## Grenswaarden -Ceiling (-C)

Overschrijding van deze concentratie moet in alle gevallen voorkomen worden. Een dergelijke aanduiding wordt toegepast bij die stoffen waarvan de Grenswaarden (mede) zijn gebaseerd op een snel optredende toxische werking.

## Huidopname (H)

Stoffen die relatief gemakkelijk door de huid kunnen worden opgenomen, zijn in de lijst aangeduid met de letter H. Bij deze stoffen moeten, naast maatregelen tegen inademing, ook adequate maatregelen ter voorkoming van huidcontact worden genomen.

## 4.5 VRAGEN EN SAMENVATTING OVER HOOFDSTUK 4 – TOXISCHE STOFFEN

In Hoofdstuk 4 toxische stoffen behandeld, met o.a. concentraties, vergiftiging acuut en chronisch En de verschillende grenswaarden behandeld. Hieronder enige vragen ter controle of u de inhoud van dit hoofdstuk voldoende heeft begrepen.

*Vraag 1. Hoe kunnen gassen of dampen in het lichaam binnenkomen?*

- a) Via de luchtwegen, huid of haren
- b) Via de luchtwegen, spijsvertering, de huid, wondjes en de ogen
- c) Via de luchtwegen en de slokdarm

*Vraag 2. Welke factoren bepalen de mate van vergiftiging door een stof die ingeademd wordt?*

- a) De blootstellingsduur in relatie met de temperatuur van de lucht
- b) De concentratie in relatie met de blootstellingsduur
- c) De concentratie in relatie met de temperatuur van de lucht

*Vraag 3. Hoeveel ppm komt overeen met 1,5 vol%*

- a) 150 ppm
- b) 150.000 ppm
- c) 15.000 ppm

*Vraag 4. In welke concentratie-eenheid wordt grenswaarde (MAC-waarde) meestal uitgedrukt?*

- a) Ppb of mg/cm<sup>3</sup>
- b) Ppm of mg/m<sup>3</sup>
- c) Vol%

*Vraag 5. Wat betekent de toevoeging "TGG 15" bij de grenswaarde (MAC-TGG)*

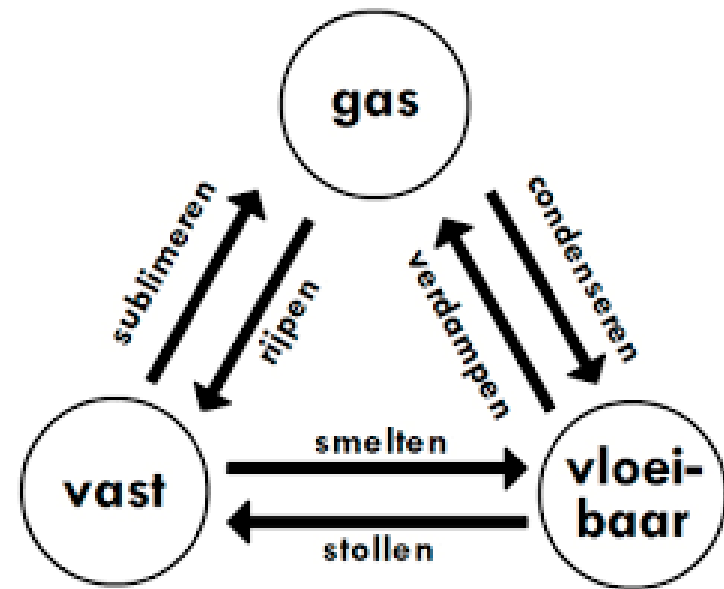
- a) Dit staat voor Tijd Gewogen Gemiddelde meestal voor de duur van 15 uur per dag.
- b) Dit staat voor Tijd Gewogen Gemiddelde meestal voor de duur van 15 min. per dag.
- c) Dit staat voor Tijd Gewogen Gemiddelde meestal voor de duur van 15 sec. per dag.

*Vraag 6. Welk van de volgende stoffen is verstikkend?*

- a) CO<sup>2</sup>
- b) CO
- c) O<sup>2</sup>

*Vraag 7. Wat is de omschrijving van de grenswaarde?*

- a) De grenswaarde is de maximaal toegestane concentratie van een gas, aerosol, vezel of stof in de lucht op de werkplek, uitgedrukt in liters per kubieke meter.
- b) De grenswaarde is de maximaal toegestane concentratie van een gas, aerosol, vezel of stof in de lucht op de werkplek, waar beneden geen gevaarlijke gezondheidseffecten optreden.
- c) De Grenswaarde is een door het Ministerie van justitie vastgestelde maximale concentratie van een gas, aerosol, vezel of stof in de lucht in de omgeving.



## HOOFDSTUK 5 Eenvoudige faseleer

5.1	Inleiding	44
5.2	Dampspanning, dampdichtheid en verspreiding	44
5.3	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 5 - Eenvoudige faseleer	49

## 5. EENVOUDIGE FASELEER

### 5.1 INLEIDING

Stoffen kunnen voorkomen in drie vormen. Namelijk als gas, vloeistof en als vaste stof. Deze vormen kunnen onder temperatuur- en druinvoeden in elkaar overgaan.

*Voorbeelden:*

Door het samendrukken van butaangas neemt het de vloeistofvorm aan (in een butaangasfles). Water afkoelen geeft ijs, verwarmen geeft stoom (damp). Hoe dit gebeurt, wordt hierna ter illustratie, met behulp van het gedrag van water, beschreven. Zuiver water bestaat bij temperaturen van 0 °C en lager uit ijs: een vaste kristallijne stof waarin de moleculen nauwelijks meer bewegen. Wanneer aan het ijs energie in de vorm van warmte wordt toegevoegd, zullen de moleculen een beperkte willekeurige beweging uitvoeren. Hun energie en dus hun snelheid is echter nog te gering om geheel vrij te bewegen. Bij een bepaalde bewegingsvrijheid van de moleculen, zal de stof zich als vloeistof gaan gedragen.

### 5.2 DAMPSpanning, DAMPDICHTHEID EN VERSPREIDING

Hiervoor heeft men gezien dat de stoffen in het algemeen kunnen voorkomen in drie aggregatietoestanden (fasen). Deze drie fasen kunnen onder temperatuur- en druinvoeden in elkaar overgaan. Denk eens aan butaan (butaangas) dat onder druk vloeibaar wordt. Daalt echter de temperatuur tot -1 gr. °C, dan gaat butaan ook over in een vloeistof.

De praktijk leert ons dan dat onder de gegeven omstandigheden de dampdruk (dampspanning) gelijk is aan de omgevingsdruk van 1 bar. Bij verdere temperatuurdaling wordt de dampdruk lager dan 1 bar. Onder de dampspanning (dampdruk = verzadigingsdruk) van een stof bij een bepaalde temperatuur, wordt de druk verstaan die door de verzadigde damp van deze stof bij de gegeven temperatuur wordt uitgeoefend.

Hoe vluchtiger de vloeistof, des te groter de dampspanning bij een bepaalde temperatuur. Verhoogt men de temperatuur, dan zal ook de dampspanning stijgen. Een hoge dampspanning gaat gepaard met een snelle verdamping van de stof. De dampspanning en dus de verdamping neemt snel toe met de stijging van de temperatuur. De verdamping van een stof zal eveneens toenemen door:

Over het oppervlak een luchtstroom te doen passeren;  
De druk boven de stof te verminderen;  
Het oppervlak te vergroten.

### Dampdichtheid, dampen en gassen

Damp is de gasvorm van vloeistof. Dampen zijn doorgaans zwaarder dan lucht en kruipen over de grond naar het laagste punt. Een ontsteekbare concentratie kan pas worden gevormd als de temperatuur van de vloeistof boven het vlampunt komt (in graden Celsius). De absolute dampdichtheid van een damp is de massa, die bij een bepaalde temperatuur en druk in een bepaald volume aanwezig is (uitgedrukt in bijvoorbeeld kg/m<sup>3</sup>). In naslagwerken over gevaarlijke stoffen wordt vaak de relatieve dampdichtheid ten opzichte van lucht aangegeven. De relatieve dampdichtheid ten opzichte van lucht is de verhouding tussen de massa van een bepaald volume damp en de massa van hetzelfde volume lucht (bij gelijke temperatuur en druk gemeten). Daaruit kan men aflezen of een gas of damp zwaarder of lichter is dan lucht en daardoor op de grond zal blijven hangen of zal opstijgen.

De relatieve dampdichtheid ten opzichte van lucht geeft dus aan hoeveel maal zo zwaar een zeker volume van een gas of damp is, als eenzelfde volume lucht. De relatieve dampdichtheid wordt bepaald bij atmosferische omstandigheden 1013 mb en 20 °C. Men gaat daarbij uit van een gasconcentratie van 100 %.

*De relatieve moleculemassa van lucht is 29.*

Als nu de relatieve dampdichtheid van een gas bepaald moet worden ten opzichte van lucht, dan kan men dit als volgt doen:

#### Moleculemassa van de stof:

#### Moleculemassa van lucht (29) = relatieve dampdichtheid

De volgende tabel geeft relatieve dampdichtheden van dampen en gassen ten opzichte van lucht.

#### Relatieve dampdichtheid ten opzichte van lucht.

(Hierbij wordt lucht gesteld op 1)

Waterstof	0.07	Gas	Boven in de ruimte
Methaan	0.55	Gas	Boven in de ruimte
Aardgas	0.65	Gas	Boven in de ruimte
Acetyleen	0.91	Gas	Overal in de ruimte
Koolmonoxide	0.97	Gas	Overal in de ruimte
Ethanol	1,04	Gas	Overal in de ruimte
Aceton	1.2	Damp	Onderin de ruimte
Chloor	1.4	Damp	Onderin de ruimte
Broom	5.5	Damp	Onderin de ruimte

Men kan dus stellen dat stoffen met een relatieve dampdichtheid kleiner dan 1 zullen stijgen en stoffen met een relatieve dampdichtheid groter dan 1 zullen dalen. Is de relatieve dampdichtheid ongeveer gelijk aan die van lucht (0.9-1.1) dan zullen deze gassen of dampen gaan "zweven" en zich dus in de gehele ruimte verdelen.

Vaste stoffen kunnen damp afstaan, waarbij temperatuurverhoging een grote rol kan spelen. Denk hierbij aan het spaanplaatgas en kamferballen. De bronsterkte zal gering zijn. Indien de uitstroomsnelheid groot is, zal er een sterke menging met lucht plaatsvinden. Het effect hiervan is dat door de grote menging de

concentratie van bijvoorbeeld het ontsnapte brandbare gas snel onder de onderste explosiegrens komt. Neemt de snelheid, dus ook de menging, snel af, dan zal de concentratie waarbij de onderste explosiegrens wordt bereikt, verder van de bron af komen te liggen. Een inschatting door deze theoretische beschouwing kan men maken, maar *meten blijft weten*.

#### Verspreiding van gassen en dampen (dispersie)

Een eenmaal vrijgekomen gas zal zich ogenblikkelijk mengen met de omgevingslucht. Er ontstaat dan een mengsel van gas en lucht. Dit mengsel wordt meestal de gaswolk genoemd. De concentraties van het gas in deze wolk verschillen van plaats tot plaats en kunnen variëren van 100 % gas tot bijna zuivere lucht. Wil men dus iets zinnigs kunnen zeggen ten aanzien van het gedrag van een gaswolk, dan moet met een aantal factoren rekening worden gehouden. Deze factoren zijn:

- Het soort gas en de eigenschappen daarvan;
- De tijdsduur en de snelheid waarmee het gas vrijkomt;
- De windsnelheid en de toestand waarin de atmosfeer zich bevindt;
- De beïnvloeding door bebouwing en de hoogteverschillen in het terrein.

#### Soort gas en zijn eigenschappen

Voor de verspreiding van een gas is het kennen van de dampdichtheid van groot belang. Is een gas zwaarder dan lucht, dan zal het zich laag over de grond verspreiden en voornamelijk in de laagste punten blijven hangen. De snelheid waarmee een gekoelde of verwarmde gaswolk de omgevingstemperatuur aanneemt, wordt medebepaald door de warmtecapaciteit en de warmtegeleiding van dat gas. Als de temperatuur van een gas toeneemt, zal de dichtheid afnemen.

Hierdoor kan het voorkomen dat een gas, dat oorspronkelijk zwaarder was dan lucht, later lichter dan lucht wordt en door de meteorologische omstandigheden tot stijgen gedwongen wordt. Dergelijke situaties kunnen zich voordoen met gekoelde gassen.



Bepaalde gassen bezitten de eigenschap op te lossen in water. Weersomstandigheden met een hoge vochtigheidsgraad of regen veroorzaken een versnelde opname van dat gas, waardoor de gaswolk verkleind, dan wel verdund wordt. Voorbeelden hiervan zijn zoutzuurgas (HCl) en ammoniak (NH<sub>3</sub>).

*Foto hiernaast:* Gas ontsnapping met brand.

De onderste wolk is nog niet ontstoken

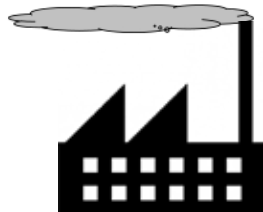


### Tijdsduur en snelheid van vrijkomen

De grootte van een lek in bijvoorbeeld een tank en de inhoud van die tank zijn bepalend voor de uitstroomsnelheid en de uitstroomtijd. Op hun beurt zijn deze twee laatstgenoemde grootheden bepalend voor de hoeveelheid gas en dus de grootte van de gaswolk. Ten aanzien van de geschetste situatie kunnen zich nu twee situaties voordoen:

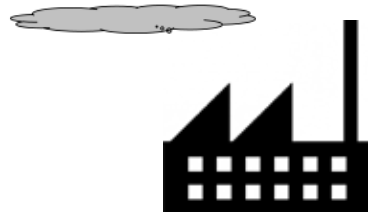
*Continue bron:*

- Er ontstaat een voortdurende gasuitstroming, waardoor een langgerekte gaswolk (een benedenwinds gas/ dampgebied) gevormd wordt (continue bron).



*Instantaanbron:*

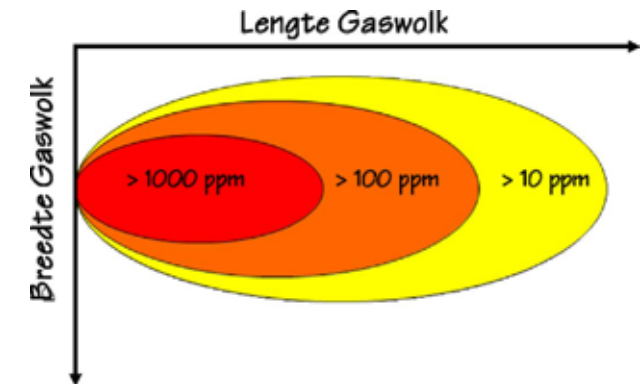
- Er ontstaat een "losse" gaswolk (een puf) als na een korte tijd het lek wordt gedicht (instantane bron).



### Terreinomstandigheden

Een hoeveelheid lucht komt niet tot stijgen als er dicht bij de grond geen impuls wordt gegeven, waardoor die lucht in beweging wordt gebracht. Deze impuls kan bijvoorbeeld een verticale windstoot zijn of een plaatselijke verhitting. Vlak, egaal terrein leent zich in het algemeen niet voor het ontstaan van stijgwinden.

Vooraf niet als de bodem erg vochtig is, zoals in polders of grote weilanden. Gunstig zijn zandvlakten, korenvelden en bebouwing, waar de luchttemperatuur vlak boven het aardoppervlak gemakkelijk hoge waarden kan aannemen.



Het beschrijven van luchtbewegingen is complex. Echter met de huidige beschikbare rekenapparatuur (ook draagbare) is dit, met behulp van verspreidingsmodellen, ook door minder deskundigen te doen. Deze verspreidingsberekeningen, welke de concentraties van het gas en de breedte van de wolk op verschillende afstanden voorspellen, geven als meest aansprekende uitkomst de zogenaamde concentratiecontouren, waarvan een voorbeeld in het figuur dat hieronder is weergegeven.

## 5.3 VRAGEN EN SAMENVATTING OVER HOOFDSTUK 5 – EENVOUDIGE FASELEER

In Hoofdstuk 5 is eenvoudige faseleer behandeld, met o.a. dampspanning, dampdichtheid en relatieve dampdichtheid en verspreiding van gassen en dampen. Hieronder enige vragen ter controle of u de inhoud van dit hoofdstuk voldoende heeft begrepen.

*Vraag 1. Wat is de relatieve moleculemassa van lucht?*

- 24
- 1
- 29

Vraag 2. Na een CO-lekkage (relatieve dampdichtheid 0,97) in een laboratorium, ga je een meting doen. Op welke plaats verwacht je de hoogste concentratie?

- a) Op alle plaatsen, zowel laag, midden als hoog
- b) Op hoge plaatsen, zoals tussen een plafond
- c) Op laaggelegen plaatsen, zoals een schroobputje

Vraag 3. Wat gebeurt er als methaangas (smeltpunt  $-138\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) wordt gekoeld van  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  tot  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

- a) Dan ontstaat er een ijslaag van bevroren gas
- b) Dan zakt de temperatuur langzamer dan normaal
- c) Niets, het gas blijft gas

Vraag 4. Op welke hoogten moet een besloten ruimte, van bijvoorbeeld 10 meter hoog, worden gemeten?

- a) Altijd bovenin, want gassen zijn altijd lichter dan lucht
- b) Altijd onderin, want dampen zijn altijd zwaarder dan lucht
- c) Op drie hoogten met nadruk op de plaats waar gas/damp wordt verwacht

Vraag 5. Waar in het effectgebied bevindt zich de laagste concentratie gas/damp?

- a) Bij de bron
- b) Benedenwinds
- c) 100 mtr. vanaf de bron

Vraag 6. Welke omstandigheid kan je meetresultaten beïnvloeden?

- a) Hoge windsnelheid, waardoor de concentratie kan wisselen
- b) Putten dieper dan 1,5 meter, waardoor lichte gassen/dampen niet kunnen worden gemeten
- c) Hoge luchtvochtigheid wat zowel de concentratie als de meetresultaten kunnen worden beïnvloed



## HOOFDSTUK 6 Besloten ruimten

6.1	Inleiding	52
6.2	Organisatie en aansprakelijkheid	53
6.2.1	Geldigheidsduur Werkvergunning	54
6.3	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 6 – Besloten ruimten	56

## 6. BESLOTEN RUIMTEN

### 6.1 INLEIDING

De entreevergunningprocedure is ingevoerd om veilig in besloten ruimten te kunnen werken. Voorwaarden om in elke ruimte veilig te werken zijn onder andere dat de ruimte gemakkelijk toegankelijk is en zo nodig snel kan worden verlaten, en ook dat de ruimte voldoende wordt geventileerd. Aan deze voorwaarden voldoen besloten ruimten meestal niet.

De overheid heeft met betrekking tot besloten ruimten een Arbeidsinformatieblad (AI-5) uitgegeven. Hierin is vastgelegd welke maatregelen met dient toe te passen voor het veilig werken in besloten ruimten. De belangrijkste gevaren, waarmee men bij het betreden van een besloten ruimte rekening moet houden, zijn:

- Brand en ontploffing (brandbare restproducten);
- Verstikking (zuurstof te kort);
- Vergiftiging (giftige restproducten);
- Bewegende delen (roerwerken);
- Stroomdoorgang (niet afgeschakelde elektrische apparatuur of onveilige verlichting).

#### Definitie van een besloten ruimte

Een besloten ruimte is een ruimte:

- Waarvan de inhoud soms relatief klein is;
- Die niet bedoeld is voor een permanent verblijf;
- Waarvan de toegangen meestal klein en nauw zijn;
- Die niet snel te verlaten is;
- Met slechte verlichting;
- Waar de natuurlijke ventilatie gering is;
- Waarvan de diepte meer dan 1,2 meter (in geval van putten of sleuven in de grond) bedraagt.

Voorbeelden van besloten ruimte zijn: tanks, reactieketels, riolen, ruimten, destillatie kolommen, leidingkelders, putten en sleuven, tankwagens, ventilatiekanalen, silo's, mengers, soms pompkamer etc. Omdat er in een besloten ruimte relatief weinig natuurlijke ventilatie mogelijk is, kan de luchtsamenstelling snel veranderen. Door kleine lekkages kunnen concentraties van giftige gassen en dampen snel oplopen tot dodelijke waarden. Ook kan er een gebrek aan zuurstof ontstaan doordat dit verbruikt wordt (bijvoorbeeld door laswerkzaamheden) of het zuurstof is bij aanvang al afwezig door jarenlang roesten of inertiseren (is het principe van toevoeging van een inert gas zoals stikstof om een onbrandbare atmosfeer te verkrijgen). Dit kan verstikking veroorzaken.

Omdat de meeste gassen en dampen zwaarder zijn dan lucht, zakken ze in putten en hopen ze daarop. De lucht wordt eruit gedreven en een verstikkende ruimte is het resultaat. Alleen door goede veiligheidsmaatregelen te nemen kunnen we veilig werken in een besloten ruimte. Deze procedure geldt voor alle werkzaamheden die verricht moeten worden in een besloten ruimte.

### 6.2 ORGANISATIE EN AANSPRAKELIJKHEID

Bij het werken aan of in een besloten ruimte moet iemand aanwezig zijn die belast is met het toezicht op de werkzaamheden. Deze persoon, de buitenwacht, zorgt ervoor dat alle maatregelen genomen worden die nodig zijn om de betreffende ruimte veilig te kunnen betreden en daarin veilig te kunnen werken. Gedurende de tijd dat personen in de ruimte verblijven, moet tenminste één persoon aanwezig zijn bij de toegang van die ruimte: de buitenwacht. Deze moet voortdurend contact onderhouden met de personen die zich in de ruimte bevinden en met de toezichthouder (vergunningverstrekker), dit omdat, wanneer nodig, onmiddellijk hulp geboden moet worden. De toezichthouder (vergunningverstrekker) moet onmiddellijk alle maatregelen kunnen nemen die noodzakelijk zijn om hulp te bieden.

### De taken van de buitenwacht zijn:

- Communiceren met en alarmeren van reddingsteams;
- Het opstarten van de ontruiming;
- Het verschaffen van informatie aan reddingsteams.

Alvorens in een besloten ruimte te werken, is het noodzakelijk dat de toezichthouder (vergunning-verstrekker) zich ervan vergewist dat er voldoende personen zijn die in geval van nood kunnen worden gealarmeerd en snel kunnen worden ingezet. Als het gebruik van onafhankelijke adembescherming nodig is moet de desbetreffende persoon daartoe geschikt zijn. Dit moet blijken uit een medische keuring.

Om de werkzaamheden zo veilig mogelijk te kunnen verrichten dienen alle betrokkenen op de hoogte te zijn van de problemen die samenhangen met het betreden van en het werken in een besloten ruimte. Dit omvat onder meer kennis van:

- De in de ruimte te verwachten stoffen;
- De communicatieprocedures;
- De reddingsprocedures;
- Persoonlijke beschermingsmiddelen.

Teneinde het gewenste niveau van kennis te bereiken, met betrekking tot bovengenoemde punten, is het noodzakelijk dat de betrokkenen voldoende instructie en training ontvangen. Er kunnen echter redenen zijn die het inzetten van personen, die aan het bovenstaande voldoen, toch nog onmogelijk maken. Hierbij valt te denken aan angst voor het verblijven in besloten ruimten of hoogtevrees.

### 6.2.1 GELDIGHEIDSDUUR WERKVERGUNNING

- Een werkvergunning in Nederland heeft een geldigheidsduur van 8 uur of 12 uur.
- Aan het eind van de werkdag/shift moet de vergunning bij de verstrekker worden ingeleverd.
- Wanneer werkzaamheden na dit tijdstip doorlopen, bijvoorbeeld

omdat er 24/7 wordt gewerkt, dient de vergunning verlengd te worden, of een nieuwe vergunning aanvragen.

- De verstrekker (toezichthouder) kan hem per dag voor maximaal één week verlengen.

### De werkvergunning verliest zijn geldigheid bij:

- Bij algemeen of plaatselijk alarm en als dan eventueel het noodplan in werking treedt.
- Alarm op meetapparatuur in of bij de ruimte
- Temperatuur in de ruimte > 40 °C
- Als uitgiftepunt dit nodig acht
- Bij onweer
- Bij overschrijden van de vermelde werktijd.

De werkzaamheden dienen direct gestopt te worden en mogen dan hervat worden wanneer de verstrekker (toezichthouder) hiervoor schriftelijk toestemming heeft gegeven.

### Certificering

Voor het meten van gassen en dampen in besloten ruimten dient men over de nodige kennis te beschikken met betrekking tot de te gebruiken apparaten en gevaren die in een besloten ruimte voor kunnen komen. Deze kennis moet middels een certificaat aantoonbaar zijn. Dit certificaat moet periodiek vernieuwd worden.

Het meten aan boord van tankschepen in ladingtanks e.d. is alleen toegestaan voor personen die daartoe speciaal zijn gecertificeerd opgeleid, de zogenaamde "GDT" (*Gasmeet Deskundige Tankschepen/ Gasdokter*).

Vaak zijn deze personen in dienst van een certificeringbureau, gespecialiseerd in dergelijke opdrachten.

## Veiligheids- en gezondheidsverklaring door GDT

Er is een onderscheid tussen situaties waarbij wel en geen veiligheids- en gezondheidsverklaring (V&G-verklaring) moet worden afgegeven: Bij reparatie-, schoonmaak- en/of sloopwerkzaamheden aan boord van K1-, K3- KT- of T-schepen moet een gecertificeerd gasdeskundige (GDT) een veiligheids- en gezondheidsverklaring afgeven (V&G-verklaring) voorafgaande de uitvoering van de bedoelde werkzaamheden.

De gasdeskundige bekijkt met behulp van een checklist of alle noodzakelijke preventieve maatregelen zijn uitgevoerd om veiligheids- en gezondheidsrisico's te beheersen.

Als dit het geval is geeft hij een V&G-verklaring (conform wettelijk model) af.

Bij overige situaties (tankschepen, welke geen gevaarlijke stoffen bevatten of hebben bevat) is geen verklaring nodig, maar moet men desondanks aan de veiligheidsbepalingen voldoen.

K1-schepen en K3-schepen zijn tankschepen met brandbare producten met een vlampunt tot 100 graden Celsius. KT-schepen zijn tankschepen met producten met een vlampunt tot 100 graden Celsius, die bovendien gezondheidsschadelijk zijn (giftig). T-schepen zijn tankschepen met producten met een vlampunt van boven de 100 graden Celsius, maar wel gezondheidsschadelijk. Ook zuur- en loogtankers vallen onder deze categorie.

## 6.3 VRAGEN EN SAMENVATTING OVER HOOFDSTUK 6 – BESLOTEN RUIMTEN

In Hoofdstuk 6 is besloten ruimten behandeld, met o.a. Definitie van een besloten ruimte, Organisatie en aansprakelijkheid, werkvergunning en verantwoordelijkheden en tot slot de persoonlijke beschermingsmiddelen. Hieronder enige vragen ter controle of u de inhoud van dit hoofdstuk voldoende heeft begrepen.

*Vraag 1. Wanneer worden putten, goten en riolen als besloten ruimte gezien?*

- a) Alleen als er restanten vloeistof aanwezig zijn
- b) Als dampen, die zwaarder zijn dan lucht, zich op deze plaatsen kunnen verzamelen
- c) Wanneer er een verhoogde kans is op ongevallen door struikelen of uitglijden

*Vraag 2. Met wie staat de buitenwacht in contact tijdens zijn werkzaamheden?*

- a) Met zowel de contractor(s) in de besloten ruimte, als met de werkgever van die contractor(s)
- b) Alleen met de contractor(s) in de besloten ruimte
- c) Met zowel de contractor(s) in de besloten ruimte, als met de toezichthouder van de vergunning

*Vraag 3. Welk gas wordt gebruikt bij het inertiseren van vaten of leidingen?*

- a) Zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S)
- b) Koolmonoxide (CO)
- c) Stikstof (N<sub>2</sub>)

*Vraag 4. In welke situatie is het afgeven van een 'Veiligheids- en gezondheidsverklaring' op basis van wettelijke vastgelegde eisen, met vuurgevaarlijke werkzaamheden voorbehouden aan gecertificeerd personeel (ook wel GDT/gasdokters genoemd)?*

- a) Zowel op schepen als in alle tanks of vaten van procesinstallaties, groter dan 5 m<sup>3</sup>
- b) In tanks, vaten etc. van procesinstallaties, groter dan 5 m<sup>3</sup>
- c) Aan boord van tankschepen

Vraag 5. Wanneer wordt een werkvergunning ongeldig?

- a) 24 uur na uitgifte
- b) Als de meter die gebruikt wordt in/bij de besloten ruimte een alarm krijgt
- c) Als de vergunningaanvrager dit nodig acht

Vraag 6. In een besloten ruimte is een lekkage van schadelijke stoffen ontstaan, om dit te verhelpen dient er een betreding plaats te vinden, welk adembeschermingsmiddel dient men minimaal te dragen?

- a) Onafhankelijke adembescherming (ademplucht set)
- b) Met zowel afhankelijke- als onafhankelijke adembescherming (filterbus of ademplucht set)
- c) Alleen een filterbus is al voldoende



## HOOFDSTUK 7

### Wet en regelgeving

7.1	Inleiding	60
7.2	Uitlezing van de meter en werkelijke concentratie	60
7.3	Meetprincipes van de meetcellen	61
	7.3.1 Meetprincipe van de katalytische Ex-sensor	62
	7.3.2 Meetprincipe van de Infrarood Ex sensor	65
	7.3.3 De Photo Ionisatie Meter (Photo Ionization Detector = PID meter)	66
	7.3.4 Meten met gasmeetbuisjes	70
	7.3.4.1 Inleiding	70
	7.3.4.2 Het meetprincipe	70
	7.3.4.4 Soorten meetbuisjes	75
	7.3.4.5 Uitvoering van een meting met een Gasmeetbuisje	79
7.4	Vragen en samenvatting over hoofdstuk 7 – Basisbegrippen en meetprincipes	80

## 7. BASISBEGRIPPEN EN MEETPRINCIPES

### 7.1 INLEIDING

In verband met het grote gevaar van het betreden c.q. werken in een gebied of ruimte waar een explosief gas- of luchtmengsel aanwezig is, heeft de Arbeidsinspectie/SZW een veiligheidsgrens ingesteld. Deze grens ligt op 10 % van de onderste explosiegrens (O.E.G./L.E.L.). Deze blijkt in de praktijk te leiden tot het maken van veel fouten, omdat de begrippen procenten brandbare stof en procenten O.E.G./L.E.L. door elkaar worden gehaald. Ter verduidelijking daarom het volgende: *De samenstelling van een brandbaar mengsel kan variëren van 0 % brandbare stof tot 100 % brandbare stof. Tussen die 0 % en 100 % brandbare stof is in het mengsel slechts één samenstelling, die gelijk is aan de onderste explosiegrens.*

### 7.2 UITLEZING VAN DE METER EN WERKELIJKE CONCENTRATIE

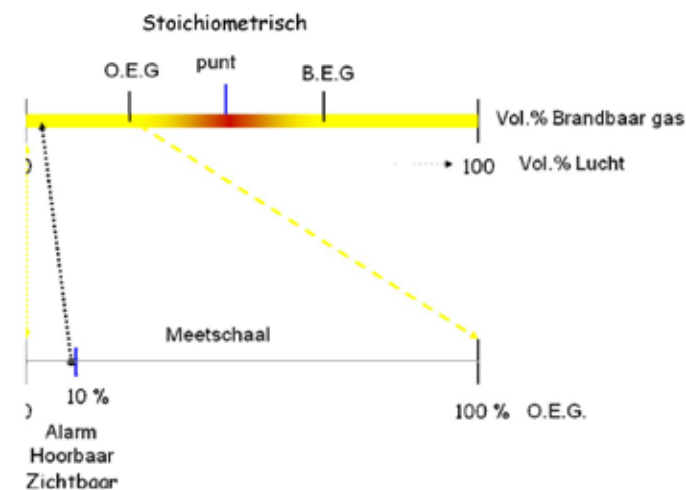
Als voorbeeld nemen we de O.E.G. (L.E.L.) van methaan, welke volgens het chemiekaartenboek op 4,4 Vol. % ligt. Als we nu het gebied tussen 0 % brandbare stof en 4,4 % brandbare stof opnieuw in procenten indelen, dan komt 4,4 Vol. % overeen met 100 % O.E.G. (L.E.L.). Binnen deze laatste 100 % is de veiligheidsgrens 10 % gekozen. Deze gekozen veiligheidsgrens komt nu overeen met:

$(10 / 100) \times 4,4 = 0,44$  Vol. %. De schaal van een explosiegevaarmeter wordt daarom verdeeld in procenten van de onderste explosiegrens. Dat wil zeggen: als de schaalverdeling bij meting in methaan/lucht mengsel 60 % aangeeft, dan is de werkelijke concentratie 60 % van 4,4 Vol. % = 2,64 Vol. % methaan in de lucht

#### Voorbeeld

*Voorts is iedere explosiegevaarmeter geijkt op een bepaald gas (tegenwoordig in de meeste gevallen op Methaan). De uitslag van metingen met andere gassen is daarom in principe niet nauwkeurig. Bij waterstof zal de meter hoger aanwijzen indien hij geijkt is op propaan.*

*Echter de daardoor ontstane afwijkingen zijn te tolereren, omdat men vrijwel altijd wil weten of een bepaalde ruimte explosieveilig is. In de praktijk zit men dan nog voldoende ver van de O.E.G. af om geen explosie te krijgen.*



### 7.3 MEETPRINCIPES VAN DE MEETCELLEN

Een explosiegevaarmeter wordt gebruikt om te meten of een eventueel aanwezig gas- of luchtmengsel te ontsteken (explosief) is. De "explosiemeter" dient dus niet om een explosie te meten, hoewel de naam dit suggereert, maar om het explosiegevaar van een gas- of luchtmengsel vast te stellen. Als dus 100 % van de onderste explosiegrens gemeten wordt, betekent dit dat het gas- of luchtmengsel te ontsteken is. Voor zo'n ontsteking is dan alleen nog maar een ontstekingsbron van voldoende energie nodig. Hoewel de verschillende soorten en merken explosiegevaarmeters onderling op enkele punten afwijken, is het meetprincipe van deze instrumenten op belangrijke punten vergelijkbaar. In een explosiegevaarmeter wordt het gas- of luchtmengsel in contact gebracht met het meetelement. Dit kan geschieden door een diffusieproces of door het gas- of luchtmengsel geforceerd met behulp van een knijpbal of pompje, mogelijk via een aanzuigstang of -slang, door de meetcel te leiden. Was de katalytische meetcel de eerste redelijk betrouwbare



meetmethode, nu zijn er door de voortschrijdende techniek inmiddels een aantal andere methoden ontwikkeld die in de moderne explosie meters worden gebruikt. Ook deze hebben hun beperkingen. Alleen middels een zogenaamde gaschromatograaf is in een laboratorium de exacte samenstelling van een gasluchtmengsel vast te stellen. We zullen de belangrijkste methoden behandelen

### 7.3.1 MEETPRINCIPE VAN DE KATALYTISCHE EX-SENSOR

De Ex-sensor kan brandbare gassen en/of dampen meten bij omgevingsdruk (partiaaldruk). Het meetprincipe berust op de warmte welke vrijkomt bij verbranding van brandbare gassen of dampen (katalytische verbranding). Het gasluchtmengsel diffundeert door het vlamkerend rooster (gesinterd metaal) in de meetkamer (sensor). In de meetkamer wordt het gasluchtmengsel katalytisch verbrand. De zuurstof, nodig voor de verbranding is minimaal 10 Vol %. Hieronder wordt duidelijk gemaakt waar deze 10 Vol % zuurstof op gebaseerd is. De hoeveelheid energie of warmte, welke bij de verbranding vrijkomt is een maat voor de concentratie brandbaar gas of damp.

De verbranding kan bij een lagere temperatuur plaatsvinden door het gebruik van een katalysator.



#### Het katalist heeft een receptuur op basis van CH<sub>4</sub> (Methaan)

CH<sub>4</sub> heeft een O.E.G. van 4,4% Vol.

Om 1 molecuul CH<sub>4</sub> te verbranden heb je 2 x een O<sub>2</sub> (zuurstof) Molecuul nodig  
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (volledige

verbranding). Dit betekent dat er 2 x 4,4% Vol. dus 8,8% Vol. zuurstof nodig is om uiteindelijk 100% LEL op de meter te kunnen aangeven. De fabrikanten hebben dit afgerond op 10% Vol. zuurstof. Vandaar dat er minimaal 10% zuurstof nodig is om nog betrouwbaar L.E.L te kunnen meten.

Het vlamkerend rooster zorgt ervoor dat de sensor een eventueel explosief mengsel, buiten de meetcel, niet tot ontbranding kan ontsteken. Behalve

een actief katalytisch deel (pellistor) bevat de sensor ook nog een passief deel (pellistor). Beide pellistors zijn in een brug van Wheatstone opgenomen om variaties in de omgevingstemperatuur en druk te compenseren. De energie die bij de katalytische verbranding vrijkomt wordt gemeten, versterkt en weergegeven op het display in procenten van de onderste explosiegrens (O.E.G.). Bij gasconcentraties ver boven de onderste explosiegrens neemt de gevoeligheid van de sensor af. De voor de verbranding benodigde zuurstof wordt namelijk verdrongen bij dergelijke mengverhoudingen.

#### Correctiefactoren

Helaas is het niet zo dat het signaal, wat de brug van Wheatstone afgeeft, altijd lineair is met de aangeboden concentratie. Een meter die gekalibreerd is op methaan geeft over het algemeen een te lage uitslag als deze meter wordt gebruikt voor het meten van grotere koolwaterstoffen. Dit geldt ook voor propaan als kalibratiegas. Het is dus belangrijk om te weten op welk gas een explosiegevaarmeter is gekalibreerd en rekening te houden met een meetfout.

Er zijn diverse leveranciers die een tabel leveren met correctie factoren die men moet hanteren om de werkelijke waarde uit te rekenen ten opzichte van de afgelezen waarde.



Voorbeeld:

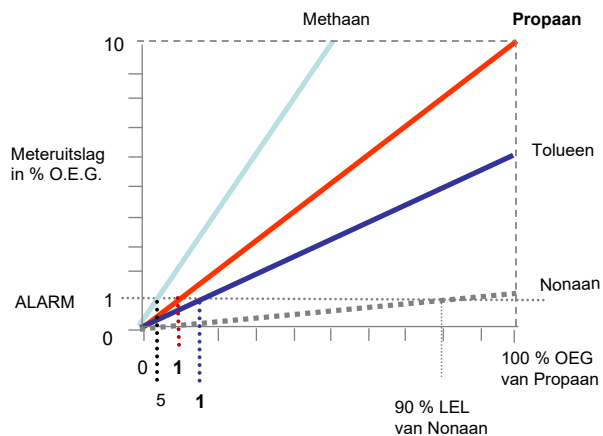
Een explosiegevaarmeter is gekalibreerd op Methaan maar u moet een meting doen in een tank op Benzeen. In de bijlage van de meter, geeft de fabrikant aan dat er voor Benzeen een correctiefactor geldt van 1,9. Als u vervolgens gaat meten en u na de meting een uitslag heeft van 6% LEL betekent dit het volgende:

Volgens de uitslag op de meter zou u de tank voor betreding mogen goedkeuren omdat u de alarmwaarde van 10% LEL nog niet heeft overschreden. Echter, als u de correctiefactor gaat toepassen op de uitslag, komen we tot het volgende resultaat;

**6% LEL (Uitslag) X 1,9 (correctiefactor) = 11,4% LEL**  
**(uiteindelijke uitslag meting)**

Dit betekent dat de tank waar gemeten is, moet worden afgekeurd omdat u de 10% LEL-waarde hebt overschreden, terwijl de meter dus maar 6% aangaf.

We merken dat dit jammer genoeg te weinig wordt toegepast.



De meest gebruikte kalibratie instellingen zijn:

- Methaan: de meter geeft een te lage uitslag bij het meten van andere koolwaterstoffen dan methaan. De meter is dus minder gevoelig.
- Propaan: voor lichtere koolwaterstoffen (bijvoorbeeld LPG) is dit gas

het meest geschikt. Voor zwaarder koolwaterstoffen (bijvoorbeeld benzine) is de meter ook minder gevoelig, deze afwijking kan tot circa 50% bedragen.

- Pentaan of hexaan: de meter heeft een beperkte meetfout bij het meten van benzine fracties.
- Nonaan: de meter geeft te veel aan bij het meten van lichtere koolwaterstoffen. Bij deze kalibratie is er vrijwel altijd sprake van een te hoge uitslag. De meter is dus heel gevoelig.

Gezien de tijdsduur die Nonaan nodig heeft om in de pellistor tot verbranding te komen is de vuistregel dat we 3 minuten meten.

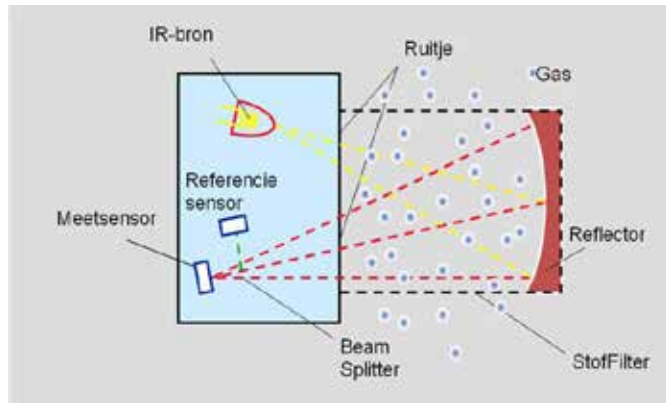
Er zijn diverse leveranciers die een tabel leveren met correctie factoren die men moet hanteren om de werkelijke waarde uit te rekenen ten opzichte van de afgelezen waarde. Hierbij moet de afgelezen waarde worden vermenigvuldigd met de genoemde factor.

Te meten	Methaan	Propaan	Nonaan
Methaan	1,00	1,48	2,64
Propaan	0,67	1,00	1,78
Heptaan	0,46	0,68	1,21

### 7.3.2 MEETPRINCIPE VAN DE INFRAROOD EX SENSOR

In een infraroodsensor bevindt zich een kamer met daarin een infraroodlichtbron, een meetsensor, referentiesensor en een zogenaamde Beam splitter, en een kamer met daarin een reflector. De beide kamers worden gescheiden door een ruitje. Gas wat middels een pomp of diffusie in deze meetruimte komt absorbeert een bepaalde hoeveelheid straling in een specifiek golflengte bereik, afhankelijk van de gassoort. De hoeveelheid straling die geabsorbeerd wordt, wordt gedetecteerd door een meetsensor. De referentie sensor aan de andere zijde van de kamer compenseert het meetsignaal voor stof, waterdamp en andere verontreinigingen. Dit meetsignaal kan door een processor worden vertaald naar het display waar de waarden kunnen worden afgelezen.

Schematisch de werking van een IR-sensor



De voordelen van een IR-sensor zijn o.a.:

- Kan meten in ruimten met weinig of geen zuurstof;
- Kan zowel vol% als LEL weergeven;
- Raakt niet vergiftigd.

De nadelen van een IR-sensor zijn o.a.:

- Kan alleen koolwaterstoffen meten, dus ook geen waterstof.

### 7.3.3 DE PHOTO IONISATIE METER (PHOTO IONIZATION DETECTOR = PID METER)

#### Inleiding

Een PID meter meet met een grote mate van nauwkeurigheid continue gevaarlijke, toxische gassen en dampen in lage concentratie. Een foto ionisatie meter maakt gebruik van Ultraviolet licht. Dit licht ioniseert de gas of dampmoleculen. Door digitale uitlezing kan de gebruiker direct bepalen wat de gasdamp concentratie is.

Voorbeelden van deze VOC (Vluchtige Organische Componenten) zijn benzeen, Xyleen, methyleenchloride en vinylchloride. Huidige blootstellinglimieten van deze lucht contaminaties vereisen metingen in lage ppm (of mg /M3) concentraties. Een PID meter geeft een snelle reactie van 0,1 tot 10.000 ppm. De huidige PID meters zijn in staat, afhankelijk van het merk, tot wel 16.000 meetpunten in zijn geheugen

op te slaan. Door de in het apparaat geplaatste pomp is deze in staat om een monster te trekken via een verlengslang met een lengte van 60 meter horizontaal of 30 meter verticaal. Zonder meetslang duurt de meting ca. 10 seconden. Per meter slang komt er 4 seconden meettijd bij.

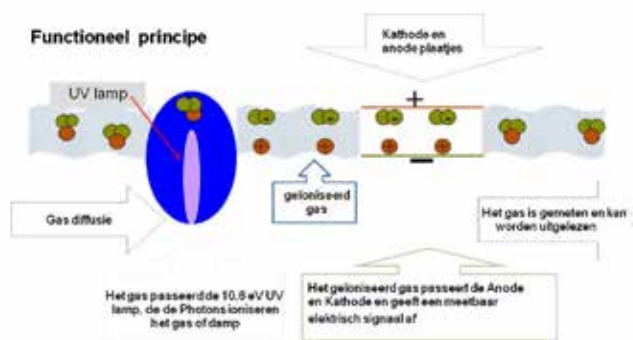
Een PID meter wordt gekalibreerd op een specifiek gas, meestal Isobutyleen. Dit zal inhouden dat er voor andere gassen en dampen een correctiefactor moet worden toegepast. Voor het kalibratiegas Isobutyleen is gekozen omdat het met betrekking tot de gevoeligheid ongeveer in het midden zit. De meeste fabrikanten leveren bij de aanschaf van een PID meter overzichtlijsten van toe te passen correctiefactoren.

#### Algemeen

Bijna alle gassen en dampen kunnen worden geïoniseerd. Hierbij kan worden gesteld hoe kleiner het molecuul, hoe sterker de binding is tussen de atoomkern en de elektronen, en zal deze dus moeilijker te ioniseren zijn. Hoe groter het molecuul of de aanwezigheid van meervoudige bindingen hoe beter het molecuul zal zijn te ioniseren. Voor ionisatie geldt de grondregel dat ionisatie pas plaats zal vinden als de benodigde energie aan het molecuul wordt aangeboden.

Om dit te bereiken kunnen er lampen met een verschillend energiepotentieel worden geplaatst in de PID meter (van 9,7 tot 11,8 eV). Indien er lampen met een hoger energiepotentieel worden geplaatst, zullen deze een zeer korte levensduur hebben. Van de meeste gassen en dampen is de ionisatiegraad (= de benodigde energie) bekend en kan er dus worden beoordeeld welke lamp in de PID meter moet worden geplaatst.

## Werkingsprincipe



## Storende factoren

Beïnvloeding door water(damp) zou in principe niet mogelijk moeten zijn, daar het ionisatiepotentieel van waterdamp 12.59 eV bedraagt. Als waterdamp echter in een hoge concentratie aanwezig is kan dit de meting toch beïnvloeden. Ook de aanwezigheid van stoffen die door de geplaatste lamp niet te ioniseren zijn, kunnen een storende werking hebben op de PID meter. Zo zal de aanwezigheid van 0.5 vol% methaan in een mengsel met toluen de gevoeligheid van de PID meter met 30 % doen teruglopen. Overige factoren die de meting kunnen beïnvloeden zijn de aanwezigheid van stofdeeltjes, vervuiling van het lampoppervlak door resten product en door condensvorming op de lamp.

Correctiefactor (CF) is een maat voor de gevoeligheid van een PID voor een specifiek gas. Een lage CF betekent een hoge gevoeligheid voor een gas. Een CF is een vermenigvuldigingsgetal. Een PID is niet specifiek voor een gas, maar er dient te worden gezorgd voor de juiste correctie voor een specifiek gas. CF geven de mogelijkheid om te kalibreren met een standaardgas, bijvoorbeeld Isobutyleen. De CF voor vele gassen zijn beschikbaar bij RAE Benelux b.v.

Voorbeeld:

Toluene (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>)

IP= 8,82

CF voor een 10,6eV lamp =0,5

Als de PID meter 100 ppm isobutyleen equivalent aangeeft in een toluene omgeving, dan is de feitelijke concentratie 50 ppm toluene

0,5 \* 100 ppm = 50 ppm. U zou zonder CF dus te hoog meten bij toluene.

Voorbeeld van TN-106

				Technical Note TN-106			
				Revised 12/2007			
Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	10.6	11.7	C IE (eV) TWA
Acetaldehyde		75-07-0	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	NR	+ 6	+ 3.3	+ 10.23 C25
Acetic acid	Ethanoic Acid	64-19-7	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	NR	+ 23	+ 2.6	+ 10.66 10
Acetic anhydride	Ethanoic Acid Anhydride	108-24-7	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	NR	+ 6.1	+ 2.0	+ 10.14 5
Acetone	2-Propanone	67-64-1	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	1.2	+ 1.1	+ 1.4	+ 9.71 500
Acetone cyanohydrin	2-Hydroxyisobutyronitrile	75-86-5	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> NO			4	+ 11.1 CS
Acetonitrile	Methyl cyanide, Cyanomethane	75-05-8	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N			100	12.19 40
Acetylene	Ethyne	74-86-2	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>			2.1	+ 11.40 NR
Acrolein	Propenal	107-02-8	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	4.2	+ 3.9	+ 1.4	+ 10.10 0.1
Acrylic acid	Propenoic Acid	79-10-7	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>			12	+ 2.0 + 10.60 2
Acrylonitrile	Propenenitrile	107-13-1	C <sub>3</sub> H <sub>3.5</sub> N			NR	+ 1.2 + 10.91 2
Allyl alcohol		107-18-6	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	4.5	+ 2.4	+ 1.5	+ 9.67 2
Allyl chloride		107-09-1	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> Cl			4.3	9.7 9.9 1
Ammonia		7664-41-7	NH <sub>3</sub>	NR	+ 5.7	+ 5.7	+ 10.16 25
Amyl acetate	mix of n-Pentyl acetate & 2-Methylbutyl acetate	628-63-7	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	11	+ 2.3	+ 0.95	+ 9.9 100
Amyl alcohol	1-Pentanol	75-85-4	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O			5	1.8 10.00 NR
Aniline	Aminobenzene	62-85-3	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N	0.80	+ 0.48	+ 0.47	+ 7.73 3

## Voor- en nadelen

Voordelen van de PID meter zijn o.a.:

- Kan meten in ruimten waarin zich weinig of geen zuurstof bevindt;
- Raakt niet vergiftigd;
- Zeer snelle respons tijd.

Nadelen van de PID meter zijn o.a.:

- Meet alleen VOC (vluchtige organische componenten);
- Is gevoelig voor waterdamp.

## 7.3.4 METEN MET GASMEETBUISJES

### 7.3.4.1 INLEIDING

Er bestaan zeer uiteenlopende methoden om gassen kwalitatief en kwantitatief te analyseren. De hiervoor bestaande methoden kunnen in twee groepen verdeeld worden, namelijk:

1. De duurdere, maar meer nauwkeurige meetmethoden, waarbij gebruik wordt gemaakt van het ionisatieproces van elektronen. Dit is de hiervoor genoemde PID meter
2. De eenvoudige, goedkopere meetmethoden, die ter plekke op een korte termijn een indicatie geven van de te bepalen stof.

*Voorbeeld:*

*Onder de eerste groep valt apparatuur, zoals massaspectrometers, gaschromatografen en dergelijke. Onder de apparatuur van de tweede groep valt de analysemethode met behulp van PID meters en gasmeetbuisjes op door voordelen, zoals een eenvoudige uitvoering en een snelle indicatie van de hoeveelheid en soort stof. De toepassing van deze methode is daarom juist geschikt voor de brandweer en aanverwante diensten, omdat er "snel" beslissingen genomen kunnen worden.*

### 7.3.4.2 HET MEETPRINCIPE

Het meetprincipe van de gasmeetbuisjes berust op een chemische reactie van het aan te tonen gas, met een reagens dat zich in het meetbuisje bevindt. Het aan te tonen gas wordt in een vastgesteld

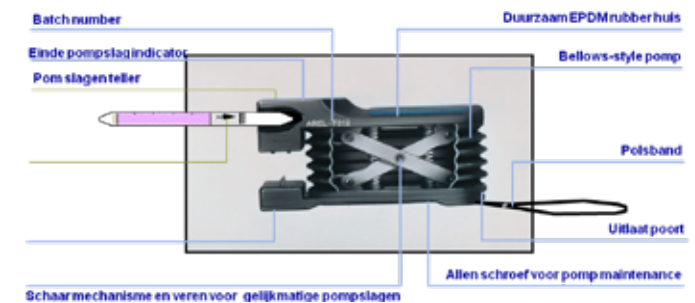
volume met behulp van een pompje door het meetbuisje gezogen en zodoende in contact gebracht met het reagens. Door de (colourmetrische) chemische reactie ontstaat een gekleurd product; de lengte of de soort van de verkleuring is de maat voor de concentratie van de desbetreffende stof. Dit meetprincipe wordt ook wel chemische verkleuring genoemd. De meter bestaat uit twee hoofdonderdelen:

- Een aanzuigpompje (wat per fabrikant van uitvoering verschilt.)
- En daarop dient een gasmeetbuisje geplaatst te worden (een glazen meetbuisje met een reagens).

### Het Dräger pompje

Het pompbalgje, dat helemaal moet worden samengeknepen, kan door zijn constructie een constant volume van 100 ml te onderzoeken lucht per pompslag door het meetbuisje aanzuigen. Het aantal malen dat men moet knijpen is afhankelijk van het soort buisje. Voor het ene buisje moet men 1000 ml aanzuigen (tien maal knijpen) en voor het andere 200 ml (twee maal knijpen). Het pompje is uitgevoerd als een rubber balg met een aanzuigopening en een afblaasventiel. Belangrijk is dat het ventiel niet lekt, omdat dan een kleinere hoeveelheid lucht wordt aangezogen (de meting is gebaseerd op 100 ml per pompslag). Controle op lekkage kan men uitvoeren door een ongeopend meetbuisje in de pompkop te plaatsen en de balg in te knijpen. De balg mag dan gedurende 60 seconden niet zichtbaar ontspannen.

*Het pompje van de firma Dräger*



Het pompje van de firma Katigawa



Voor elke meting moet een dichtheidstest worden uitgevoerd, de duur van deze dichtheidstest verschilt per leverancier. Zo schrijft Dräger voor de accuopomp een dichtheid test van 1 minuut voor, terwijl de leverancier Uniphos voor zijn trekpomp een dichtheidstest van 3 minuten voorschrijft.

### Het pompen

Het pompje volledig inknijpen en de balg volledig terug laten komen. Afhankelijk van het toegepaste pompje kan controle worden uitgevoerd door: te kijken terugkomen van een vacuüm indicator. Bij sommige pompjes kan men ook kijken hoeveel de stang van de pomp is verlopen. Voor een juist gebruik raadpleegt men de gebruiksaanwijzing van de desbetreffende pomp.

### Reagens

Gasmeetbuisjes bestaan uit cilindrische glazen buisjes, welke geheel of gedeeltelijk gevuld zijn met een vastgestelde hoeveelheid chemische stof (reagens) of stoffen (reagentia). De chemische stoffen zijn zodanig gekozen, dat zij in principe alleen met een vastgesteld gas reageren. Er vindt min of meer een chemische selectie plaats. Indien de te onderzoeken stof aanwezig is, dan vindt er een reactie met het reagens plaats, met als resultaat dat het reagens verkleurt. Er zijn diverse soorten meetbuisjes.

### Verpakking van Drägerbuisjes

De meetbuisjes zijn verpakt in doosjes. Op de buitenkant van de doosjes staan verschillende belangrijke zaken vermeld:



Op het doosje staan het aantal metingen die er met de inhoud kunnen worden verricht.

Dat wil voor de bovenstaande afbeelding zeggen dat er tien metingen kunnen worden uitgevoerd. Maar bij verlengbuisjes staat er bijvoorbeeld aan de buitenzijde dat er vijf metingen kunnen worden verricht, echter bij het openen van de verpakking blijkt dat er tien buisjes in de verpakking zitten. Deze zijn dan opgedeeld in vijf meetbuisjes en vijf voorzetbuisjes en een verlengslangetje, zodat er maar vijf metingen uitgevoerd kunnen worden.

### Stofnaam

Hier staat de stofnaam vermeld. Naast de stofnaam, in dit geval Fluorwaterstof, treft men een getal en een letter aan. Hier dus 1,5 /b. Het getal (1,5) geeft het begin van het meetbereik aan, het cijfer (b) geeft aan dat we te maken hebben met een verbeterde versie van het voorgaande meetbuisje (a).

### Het meetbereik

Hier is het standaard meetbereik vermeld. In dit geval 1,5 tot 15 ppm. In de bijsluiters staat, indien van toepassing, of het meetbereik verkleind en of vergroot kan worden. Onder dit nummer is dit meetbuisje bij de fabrikant te bestellen.

### Bewaartemperatuur

Dit is de uiterste temperatuur waaraan de meetbuisjes tijdens opslag mogen worden blootgesteld.

### Batchnummer

Dit is het nummer waaronder de batch (partij) door de fabrikant is aangemaakt. Het batchnummer staat ook vermeld op de meetbuisjes. Het batchnummer op het meetbuisje uit de verpakking moet dus corresponderen met het batchnummer op de verpakking. Dit is de reden waarom meetbuisjes met dezelfde stofnaam niet onderling mogen worden uitgewisseld en/of worden samengevoegd, want de uiterste gebruiksdatum hangt vast aan het batchnummer. Bij problemen met het meetbuisje moet dit nummer altijd worden vermeld.

### Uiterste gebruiksdatum

De datum, die door middel van een stempel op de verpakking is aangebracht, is de uiterste gebruiksdatum. Dat wil zeggen dat de buisjes tot die datum door de fabrikant zijn gegarandeerd. Mits ze gedurende de opslag niet aan hogere temperaturen zijn blootgesteld dan de voornoemde maximale opslagtemperatuur.

### Gebruiksaanwijzingen

In de verpakking is een gebruiksaanwijzing bijgevoegd, welke aangeeft hoe en onder welke condities het desbetreffende meetbuisje gebruikt kan worden. Men kan het doosje openen door met een scherp voorwerp hierin te krassen. Hier openen is belangrijk omdat men dan na gebruik het doosje wederom kan sluiten, zodat de resterende buisjes bruikbaar blijven.

## 7.3.4.4 SOORTEN MEETBUISJES

### Buisjes met een reagens

Een van de meest eenvoudige meetbuisjes is voorzien van slechts één reagens. De te meten stof reageert direct met het reagens, in het meetbuisje, waardoor het reagens verkleurt. Als voorbeeld van deze groep buisjes kan het meetbuisje Ammoniak 5/a model staan.

Meet buisje Ammoniak 5/a - Reagens (Oranje/Geel)



De vulling van dit meetbuisje bestaat over de gehele lengte uit een oranje/geelachtige reagens. Bij aanwezigheid van Ammoniak in de te onderzoeken lucht verkleurt dit reagens naar donkerblauw. De lengte van de verkleuring is een maat voor de concentratie. Omdat groepen van stoffen hetzelfde kunnen reageren is dit selectiesysteem nooit 100% betrouwbaar, zodat men spreekt over meetbuisjes die gevoelig zijn voor stoorcomponenten (kruisgevoelig). Die op hun beurt weer de lengte van de verkleuring beïnvloeden.

### Buisjes met afvangreagens

Bij sommige meetbuisjes tracht men de selectiviteit te vergroten door voor het reagens een soort afvangreagens voor stoorcomponenten te plaatsen.



### Afvang reagens - Meetschaal

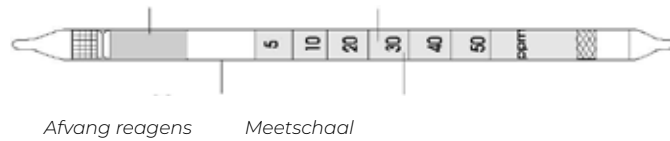
Als Chloor vrijkomt dan bindt het zich aan het vocht in de lucht. Wanneer we dit mengsel zouden aanzuigen dan meten we dus Chloor plus vocht. Omdat we alleen het percentage aan Chloor willen weten, wordt er voor de meetschaal een voorlaag geplaatst. In dit geval een voorlaag van droger materiaal. Het vocht wordt dus in de voorlaag afgevangen en het "droge gas" kan dan het reagens doen verkleuren. De lengte van de verkleuring is een maat voor de concentratie. Het te meten gas wordt in het afvangreagens gefilterd, stoorcomponenten

blijven in het afvangreagens achter. Het overblijvende "schone gas" gaat in het reagens een reactie aan, waarbij het reagens verkleurt.

### Buisjes met voorreagens

Omdat het niet altijd mogelijk is dat het te meten gas direct het reagens kan doen verkleuren, worden verschillende meetbuisjes voorzien van een zogenaamd voorreagens. Als voorbeeld nemen we het meetbuisje Epychloorhydrine.

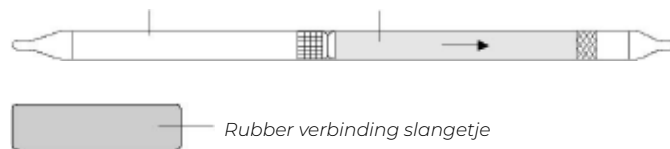
*Meetbuisje Epychloorhydrine 5/b – Voorreagens (Geel) - Reagens (Licht Grijs)*



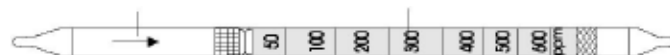
### Verlengbuisjes

Het te meten gas gaat met het voorreagens een reactie aan, waarbij het ontstane reactieproduct het meetreagens doet verkleuren. De lengte van de verkleuring is een maat voor de concentratie. Omdat niet alle stoffen even gemakkelijk reageren is het soms noodzakelijk om gebruik te maken van een grotere hoeveelheid reagens en of afvangreagens. Daar deze grotere hoeveelheid niet in een normaal buisje gaat, worden er zogenaamde verlengbuisjes gefabriceerd.

*Meetbuisje Trichloorethaan 50/d - Voorzet buisje - Voorreagens (Wit)*



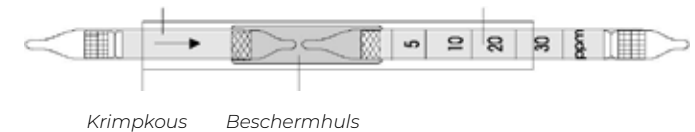
*Meetbuisje - Meetschaal met reagens (Grijs)*



### Tweedelig buisje

Verlengbuisjes bestaan uit twee verschillende buisjes; een voorzet en een meetbuisje. In het voorzetbuisje bevindt zich het reagens en/of het afvangreagens. De beide buisjes worden door middel van een rubber slangetje (in het pakje aanwezig) aan elkaar gezet. Het te meten gas gaat in het voorzetbuisje een reactie aan met het voorreagens, waarbij het reactieproduct het reagens in het meetbuisje doet verkleuren. Soms dient er na de meting, afhankelijk van het soort meetbuisje, een aantal pompslagen met "schone lucht" te worden uitgevoerd om er zeker van te zijn dat al het reactieproduct uit het voorreagens naar het meetreagens getransporteerd is.

*Meetbuisje Acrylnitril 5/b - Buisje met voorreagens - Meetbuisje met schaal en reagens*



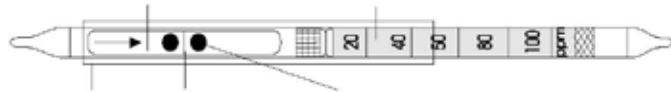
Het afvang- en/of voorreagens zit in een afzonderlijk buisje. Door voor de meting zowel de buitenste als de binnenste dicht gesmolten puntjes af te breken kan men de te onderzoeken lucht door middel van het pompje aanzuigen. Het te meten gas wordt in het afvangreagens gefilterd en/of gaat met het voorreagens een reactie aan, waarbij het gefilterde en/of reactieproduct het meetreagens laat verkleuren.

## Breekbuisjes

De lengte van de verkleuring is een maat voor de concentratie. Naast de tweedelige meetbuisjes zijn er ook nog breekbuisjes. Breekbuisjes zijn meetbuisjes waarin zich afzonderlijke ampullen met voorreagens bevinden. Deze buisjes dienen, afhankelijk van het soort buisje, voor of na de meting te worden gebroken. Hierbij dient zowel het buisje als ook de ampul te worden gebroken. Deze ampullen kunnen gevuld zijn met:

- Een gasvormig product;
- Een vloeistof;
- Een poedervormig product.

*Meetbuisje Mercapt aan 2/a - Breekampul (Vloeistof) - Meetschaal met reagens (Wit)*



*Krimpkous Breeklijn*

*Hier uw duimen op plaatsen*

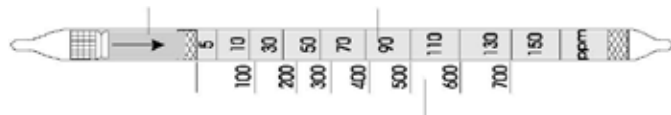
## Dubbele meetschaal

Buisjes met dubbele meetschaal hebben twee schalen, te weten:

- Hoog meetbereik (vaak verschillende malen de Wettelijke Grenswaarde);
- Laag meetbereik (op of om de Wettelijke Grenswaarde).

Bij die stoffen waar acuut vergiftigingsgevaar aanwezig is, wordt vaak gebruik gemaakt van meetbuisjes met een dubbele meetschaal. Reden hiervoor is dat men eerst vast kan stellen of de concentratie hoog is. Indien dit niet het geval is, dan kan men door meerdere pompslagen uit te voeren vaststellen wat de concentratie dan wel is. Als voorbeeld het meetbuisje voor koolmonoxide 5/c.

*Meetbuisje Koolmonoxide 5/c - Afvang reagens (Oranje) - Meetschaal (N=10)*



## Verkleuring

Een volgende soort meetbuisje is het buisje wat werkt volgens een verkleuring principe. Op dit type meetbuisje treft men geen meetschaal of kleurvergelijk laag aan (kwalitatief). Het meetreagens (het meet gedeelte) wordt de ene keer aangegeven door middel van een of twee markering streepjes, waarbinnen de verkleuring moet plaats vinden. Of er zit alleen maar een meetreagens in het meetbuisje. Over het algemeen moet er een verplicht aantal pompslagen worden uitgevoerd. Als voorbeeld kan het buisje Polytest worden gebruikt.

Meetbuisje Polytest



### 7.3.4.5 UITVOERING VAN EEN METING MET EEN GASMEETBUISJE

De handelwijze die men het beste kan volgen, is puntsgewijs als volgt weergegeven.

1. Het is van het allergrootste belang te weten naar welke gas(sen) er gemeten dient te worden.
2. Hierop dient de keuze van het gasmeetbuisje te worden afgestemd.
3. Vervolgens dient de bijsluiters voor het betreffende buisje te worden gelezen.

*Door niet te lezen worden veel fouten gemaakt!*

## Opmerking

Punten waar men bij de meting nog rekening mee dient te houden zijn:

- Iedere chemische reactie is temperatuurgevoelig;
- De toepasbaarheid hangt mede af van de heersende temperatuur;
- Dit is voor ieder meetbuisje in de bijsluiters te vinden;
- Door allerlei factoren ontstaan meetfouten waardoor de nauwkeurigheid aanzienlijk vermindert.



## 7.4 VRAGEN EN SAMENVATTING OVER HOOFDSTUK 7 – BASISBEGRIPPEN EN MEETPRINCIPES

In Hoofdstuk 7 zijn de basisbegrippen en meetprincipes behandeld, met o.a. Uitlezing van de meter en werkelijke concentratie, meetprincipes van de meetcellen, meetprincipe van de katalytische Ex-sensor, meetprincipe van de Infrarood Ex sensor en de Photo Ionisatie Meter (Photo Ionization Detector = PID meter) Hieronder enige vragen ter controle of u de inhoud van dit hoofdstuk voldoende heeft begrepen.

*Vraag 1. Hoeveel zuurstof is er minimaal nodig om een katalytische verbranding te genereren in de LEL-cel?*

- a) 100%
- b) 20,9%
- c) 10%

*Vraag 2. Bij welk type gas staat de explosiegevaarmeter het gevoeligst afgesteld, als de hieronder staande gassen in volgorde van grote zijn neergezet?*

- a) Methaan
- b) Butaan
- c) Octaan

*Vraag 3. Wat kun je NIET meten met een explosiegevaarmeter?*

- a) Het explosiegevaar in de buitenlucht
- b) Het explosiegevaar van een stofwolk
- c) Het explosiegevaar van gas in een besloten ruimte

*Vraag 4. Een EX-meter die gekalibreerd is op methaan geeft bij het meten van benzine een meetfout aan met een factor 2 te laag. Wat zal de werkelijke benzineconcentratie zijn als de meter een uitslag geeft van 10% LEL?*

- a) Ongeveer 5% LEL
- b) Ongeveer 10% LEL
- c) Ongeveer 20% LEL

*Vraag 5. Wat kun je niet meten met een infrarood meter?*

- a) CO
- b) Waterstof
- c) Methaan

*Vraag 6. Je moet op een stof gaan meten met een Ionisatie Potentieel van 9,84, welke PID meter moet je gebruiken om deze stof te kunnen meten?*

- a) Een PID meter met een lampsterkte van 9,8
- b) Een PID meter met een lampsterkte van 10,6
- c) Een PID meter met een lampsterkte van 10,6 of 11,7, beide zijn geschikt

*Vraag 7. Wat is de minimale meettijd in een ruimte waarin vloeibare (brandbare) koolwaterstoffen, zoals benzine, hebben gezeten?*

- a) ongeveer 30 seconden
- b) ongeveer 3 minuten
- c) ongeveer 1 minuut

*Vraag 8. Je moet een meting doen op benzine in de PPM-range, welke meetprincipe pas je toe?*

- a) Een meting met een explosiegevaarmeter
- b) Een meting met een zuurstofmeter
- c) Een meting met een meetbuisje

*Vraag 9. Op een gasmeetbuisje staat  $n=10$ . Wat betekent  $n=10$ ?*

- a) Dit is een aanwijzing voor de mate van het gevaar van de chemicaliën in het buisje
- b) Er zitten 10 buisjes in een doosje
- c) Het aantal pompslagen voor de meting is 10

*Vraag 10. Wat is het nadeel van een gasmeetbuisje?*

- a) Ze mogen alleen gebruikt worden bij een temperatuur van 20°C of hoger
- b) Ze zijn ongevoelig voor vergelijkbare stoffen (niet kruisgevoelig)
- c) Ze zijn gevoelig voor meerdere stoffen (kruisgevoelig)

Vraag 11. Wat is het nadeel van een gasmeetbuisje zonder maatverdeling (kwalitatief)

- a) Je ziet alleen een aanwijzing bij een concentratie ver boven de MAC-waarde
- b) Je ziet alleen een indicatie; geen aanwijzing voor de aard en concentratie van de stof
- c) Het is duur bij de aanschaf

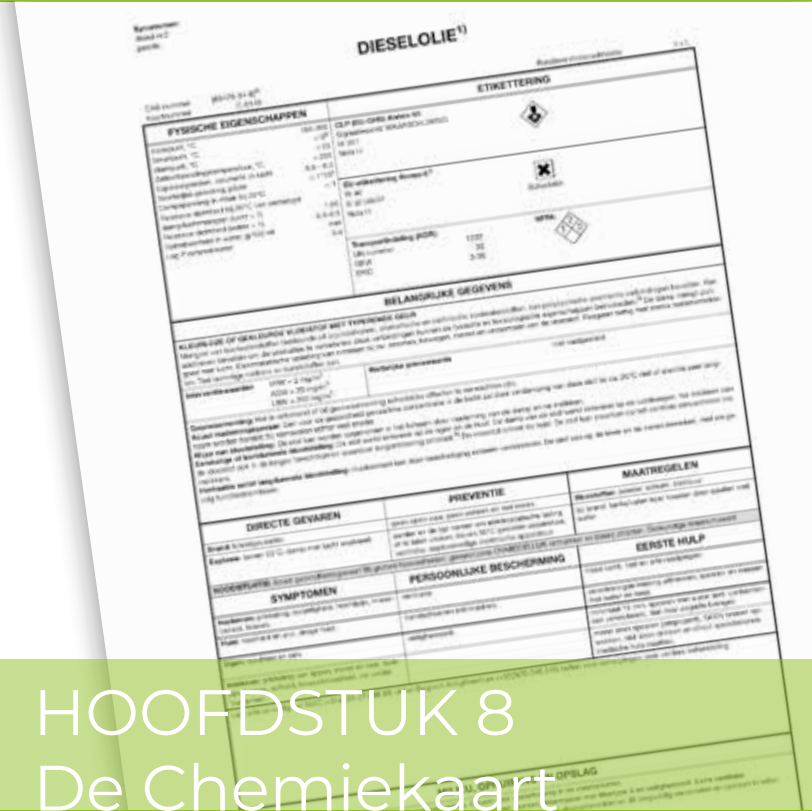
# HOOFDSTUK 8 De Chemiekaart

8. De chemiekaart

84

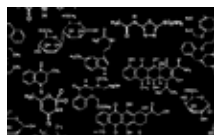
Proefexamen Chemiekaart Benzeen

93



## 8. DE CHEMIEKAART

De chemiekaart is een informatieblad waarop informatie betreffende een stof staat vermeld. Deze informatie is van belang voor personen, die met stoffen in contact (kunnen) komen. Zo ook voor mensen, die metingen moeten verrichten. De chemiekaarten zijn verzameld in het chemiekaarten boek. Dit boek bevat informatie over meer dan 1400 verschillende stoffen.



De chemiekaart geeft informatie over:

- Fysische eigenschappen
- Etikettering
- Belangrijke gegevens
- Directe gevaren
- Preventie
- Maatregelen
- Symptomen
- Persoonlijke bescherming
- Eerste hulp
- Milieu, opruiming en opslag

De onderdelen die van belang zijn voor het gasmeten zullen hierna worden behandeld.

### Fysische eigenschappen

CAS-nummer Kaartnummer		<b>BENZEEN</b>		Brutoformule Relative molecuulmassa		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> 78,1	
<b>FYSISCHE EIGENSCHAPPEN</b>				<b>ETIKETTERING</b>			
Kookpunt, °C	80	CLP (EU-GHS) Aanpak-NB					
Smeltpunt, °C	5	Signalwoord: GEVAAR					
Vlampunt, °C	-11	H 225-232-233-233-233					
Zelfontbrandings temperatuur, °C	550						
Explosiegevoelig, volumerie % in lucht	1,2 - 8,6						
Minimum ontstekingsenergie, mJ	0,2						
Sonorische gewichting, g/cm	3,8	EU-etikettering Aanpak-NB					
Dampspanning in mbar bij 20°C	100	R 10-16-11-20-28-19-20/21-05					
Relative dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	1,2	Nukle E					
Relative dichtheid water = 1	0,9						
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	0,18	Transportbedeling (ADR):					
Log P octanol/water	2,1	UN-nummer	1114				
Bioconcentratiefactor (BCF)	1-23	GEV	33				
		MRG	3-10				
Overeenkomstig 1 mg/m <sup>3</sup> -	0,302 ppm						

In dit kader wordt informatie verstrekt over de fysische eigenschappen.

Deze eigenschappen zijn bepaald bij een atmosferische druk van 1013 Mbar en een temperatuur van 20 °C.

### Kookpunt

Wat is het kookpunt? Dit is de temperatuur waarbij alle vloeistof in damp is over gegaan. Bij water is dit 100 oC, hier bij benzeen is dat 80 oC. Stoffen zoals b.v. wasbenzine (kookpunten benzine) zijn een mengsel. Dat houdt in, dat die stoffen geen kookpunt, maar een kooktraject hebben, b.v. 24 – 140 oC.

**NB!** Stoffen verdampen niet alleen bij het kookpunt, maar ook bij lagere temperaturen. Ook vaste stoffen verdampen. (b.v. ijs, benzeen).

### Smeltpunt

Wat is het smeltpunt? Dit is de temperatuur waarbij de vaste stof volledig in vloeistof is overgegaan. Bij water is dit 0 oC, hier bij 1-buteen is dat -185 oC.

Er zijn stoffen die slechts in de vloeistoffase zijn als ze extreem gekoeld zijn, of als ze onder een bepaalde druk worden gehouden. Hieronder zien we de chemiekaart van 1-Buteen. Dit is zo'n stof. Het smeltpunt is -185 oC, maar de vloeistof gaat dan direct over in de dampfase. Het kookpunt is namelijk -6 oC.

CAS-nummer Kaartnummer		<b>1-BUTEEN</b>		Brutoformule Relative molecuulmassa		C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 58,1	
<b>FYSISCHE EIGENSCHAPPEN</b>				<b>ETIKETTERING</b>			
Kookpunt, °C	-6	CLP (EU-GHS) Aanpak-NB					
Smeltpunt, °C	-185	Signalwoord: GEVAAR					
Vlampunt, °C	brandbaar gas	H 220-230					
Zelfontbrandings temperatuur, °C	330	Nukle C-U					
Explosiegevoelig, volumerie % in lucht	1,5 - 8,0						
Minimum ontstekingsenergie, mJ	0,308						
Sonorische gewichting, g/cm	< 1701	EU-etikettering Aanpak-NB					
Dampspanning in mbar bij 20°C	2030	R 12					
Relative dichtheid gas lucht=1	1,9	S 23-24-25-33					
Relative dichtheid water = 1	0,6	Nukle C					
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	niet	Zeer licht ontvlambaar					
Overeenkomstig 1 mg/m <sup>3</sup> -	0,429 ppm	Transportbedeling (ADR):					
		UN-nummer	1012				
		GEV	23				
		MRG	2-45				

### Vlampunt

Wat is het vlampunt? Dit is de laagste temperatuur waarbij er precies zoveel damp boven het vloeistoffoppervlak is gevormd, dat deze damp met een ontstekingsbron kan worden ontstoken.

Waterdamp kan niet ontstoken worden. Water is geen brandbare stof. Benzeen is een brandbare stof en daarvan is het vlampunt -11 °C.



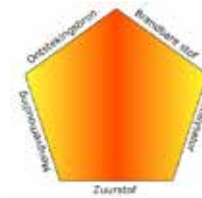
1-Buteen is ook een brandbare stof. Het vlampunt hiervan is niet te bepalen. Onder normale atmosferische omstandigheden (1013 Mbar) bestaat immers geen vloeistoffase. Er kan dus geen hoeveelheid damp boven het vloeistoppervlak gevormd worden. Het is dus zoals vermeld een brandbaar gas. (Zie fysische eigenschappen 1-Buteen hierboven)

### Zelfontbrandingstemperatuur

Wat is de zelfontbrandingstemperatuur? Dit is de temperatuur waarbij de stof, in dampfase, zonder ontstekingsbron ontstoken kan worden. Deze temperatuur wordt bepaald door vloeistof op een verwarmde glasplaat te laten druppelen. Op het moment dat de glasplaat DIE temperatuur heeft waarbij de verdampte stof direct brandt, is dat de zelfontbrandingstemperatuur. Voor Benzeen is dit 498 oC. Voor 1-Buteen 384 oC. De zelfontbrandingstemperatuur wordt gebruikt bij het bepalen welke apparatuur en in welke hoedanigheid er gebruikt mag worden in een omgeving waarin deze stoffen kunnen voorkomen.

### Explosiegrenzen (vol.% in lucht)

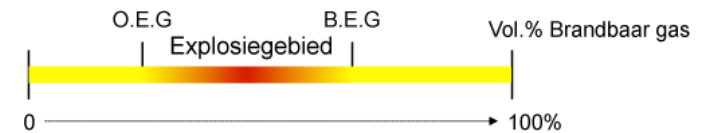
De explosiegrenzen omvatten het explosiegebied. Onderste explosiegrens – Bovenste explosiegrens. De onderste explosiegrens is de minimale concentratie (hoeveelheid) damp in de atmosfeer, die met een ontstekingsbron kan worden ontstoken. Benzeen 1,2 vol.%. De bovenste explosiegrens is de maximale concentratie (hoeveelheid) damp in de atmosfeer die met een ontstekingsbron kan worden ontstoken. Benzeen 8,6 vol.%. Dus onderste explosiegrens en bovenste explosiegrens.



De explosiegrenzen in vol.% in lucht worden in de brandvijfhoek omschreven als mengverhouding. Dit is dus de concentratie, die aanwezig moet zijn om een explosief mengsel te kunnen krijgen.

Voorbeeld:

Als het volume van een apparaat 1 m<sup>3</sup> (1.000 ltr.) is, dan is er in het geval van benzeen minimaal 1,2 vol.%, dus 12 ltr., damp nodig om een explosief mengsel te hebben.



Vóór de O.E.G. kan er geen explosie plaatsvinden, omdat de mengverhouding in de brandvijfhoek nog niet bereikt is, er is dus te weinig brandbare damp om een explosief mengsel te hebben. Ná de B.E.G. kan er geen explosie plaatsvinden, omdat een grotere mengverhouding in de brandvijfhoek bereikt is. Er is dus te veel brandbare damp is om een explosief mengsel te hebben.

### Relatieve dampdichtheid (lucht = 1)

Wat is relatieve dampdichtheid? Dit is de verhouding tussen de molecuulmassa van lucht en de molecuulmassa van de damp. Wat is molecuulmassa? Dat is "het gewicht" van een molecuul. Voor Benzeen is dit 78,1. **De molecuulmassa kent geen eenheid zoals b.v. mg.**

Op de chemiekaart van benzeen wordt gesproken over "relatieve dichtheid bij 20 oC van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)". Dit betekent dat er onder normale omstandigheden een bepaalde hoeveelheid moleculen verdampen, die een zodanige molecuulmassa(34) hebben dat de verhouding op 1,2 uitkomt.

Bij 80 oC zijn alle benzeen moleculen verdampt, dus zou de relatieve dampdichtheid dus 78,1 (relatieve molecuulmassa benzeen) gedeeld door 29 (relatieve molecuulmassa lucht) = 2,7 zijn.

GHS-nummer Kleurnummer		[11-43-2] C 009		<b>BENZEEN</b>		Brutoformule Brutole moleculairmassa		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> 78,1	
FYSISCH EIGENSCHAPPEN				ETIKETERING					
Kookpunt, °C	80	CLP (EU-GHS) Aangev.	80	CLP (EU-GHS) Aangev.		CLP (EU-GHS) Aangev.		CLP (EU-GHS) Aangev.	
Smeltpunt, °C	5,5	9	9	9		9		9	
Vlampunt, °C	-11	M 205-350-340	M 205-350-340	M 205-350-340		M 205-350-340		M 205-350-340	
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	500	H 225-280-340		H 225-280-340		H 225-280-340		H 225-280-340	
Explosiegrenzen, volumetrisch (%)	1,2 - 8,6	E 001		E 001		E 001		E 001	
Minimum ontstekingsenergie, mJ	0,2	E 002		E 002		E 002		E 002	
Scoringscijfer gevaar, afw.	3,8	E 003		E 003		E 003		E 003	
Dampspanning in mbar bij 20°C	100	E 004		E 004		E 004		E 004	
Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	1,2	E 005		E 005		E 005		E 005	
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,88	E 006		E 006		E 006		E 006	
Oplosbaarheid in water g/100 ml	2,1	E 007		E 007		E 007		E 007	
Log P octanol/water	2,13	E 008		E 008		E 008		E 008	
Bioconcentratiefactor (BCF)	1-23	E 009		E 009		E 009		E 009	
Densiteit bij 20°C g/cm <sup>3</sup>	0,879	E 010		E 010		E 010		E 010	
Transportbedeling (ADR):				UN-nummer		1114		NFPA	
				LH-nummer		33		2	
				GEV		3		10	
				RSC		3-10		2	



Wettelijke grenswaarde TGG-15 min. betekent, dat men gedurende 15 minuten, aan deze grotere hoeveelheid, mag worden blootgesteld. De grenswaarde wordt weergegeven in mg/m<sup>3</sup>.

Als u een toxiciteitmeting heeft verricht in PPM kunt u deze niet beoordelen vanwege het feit dat er dus geen PPM maar mg/m<sup>3</sup> bij de wettelijke grenswaarde staat vermeld.

Deze dient u dus om te rekenen van PPM naar mg/m<sup>3</sup> dit kunt u op verschillende manieren toepassen:

Tussen ppm en mg/m<sup>3</sup> bestaat bij 20°C en 1013 mbar het volgende verband:

$$1 \text{ ppm} = \frac{M}{24} = \text{mg/m}^3$$

**Waarin M de (relatieve) molecuulmassa van de betreffende stof is en 24 een constante bij 20 °C en 1013 millibar (getal van Avogadro)**

Voorbeeld: Als de gemeten waarde, bij een Ammoniak meting (molmassa 17) 22 ppm geeft

$$1 \text{ ppm} = \frac{17}{24} = 0,71 \text{ mg/m}^3$$

Resultaat van de meting in mg/m<sup>3</sup> is dan 22x0,71=15,62 mg/m<sup>3</sup>.

Een andere manier om de gemeten waarde om te zetten van PPM naar Mg/m<sup>3</sup> is om de *Omrekenfactor* te gebruiken, welke vermeld staat op de chemiekaart, in het vak Fysische eigenschappen.

CAS-nummer Kaartnummer		[7664-41-7] C-0004	<b>AMMONIAK<sup>1)</sup></b> (drukhouder)	
<b>FYSISCHE EIGENSCHAPPEN</b>			<b>ET</b>	
Kookpunt, °C	-33	CLP (EU-GHS) Annex-VI:	Signalwoord: GEVAAR	
Smeltpunt, °C	-78	H: 221-280-331-314-400	Nota U	
Vlampunt, °C	n.b. <sup>2)</sup>	EU-etikettering Annex-I: <sup>3)</sup>	R: 10-23-34-50	
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	651	S: (1/2)-9-16-26-36/37/39-45-61	Transportindeling (ADR):	
Explosiegrenzen, volume% in lucht	15 - 30,2	UN-nummer	1005	
Minimum ontstekingsenergie, mJ	680	GEVI	268	
Soortelijke geleiding, pS/m bij -79°C	1,3*10 <sup>7</sup>	ERIC	2-42	
Dampspanning in mbar bij 20°C	8600	Omrekenfactor: 1 mg/m <sup>3</sup> =	1,412 ppm	
Relatieve dichtheid gas (lucht=1)	0,6			
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,8			
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	52			

Voorbeeld: Als de gemeten waarde, wederom bij een Ammoniak meting 22 ppm geeft, wordt de berekening als volgt:

$$\text{ppm} = \frac{22}{1,412} = 15,62 \text{ mg/m}^3$$

(omrekenfactor)

CAS-nummer Kaartnummer		[7664-41-7] C-0004	<b>AMMONIAK<sup>1)</sup></b> (drukhouder)		Grubformule Relatieve molecuulmassa	N/N <sub>2</sub> 17/28
<b>FYSISCHE EIGENSCHAPPEN</b>			<b>ETIKETTERING</b>			
Kookpunt, °C	-33	CLP (EU-GHS) Annex-VI:	Signalwoord: GEVAAR			
Smeltpunt, °C	-78	H: 221-280-331-314-400	Nota U			
Vlampunt, °C	n.b. <sup>2)</sup>	EU-etikettering Annex-I: <sup>3)</sup>	R: 10-23-34-50			
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	651	S: (1/2)-9-16-26-36/37/39-45-61	Verpfig Wass-gevoelst			
Explosiegrenzen, volume% in lucht	15 - 30,2	Transportindeling (ADR):	UN-nummer: 1005			
Minimum ontstekingsenergie, mJ	680	GEVI: 268	ERIC: 2-42			
Soortelijke geleiding, pS/m bij -79°C	1,3*10 <sup>7</sup>	Omrekenfactor: 1 mg/m <sup>3</sup> =	1,412 ppm			
Dampspanning in mbar bij 20°C	8600					
Relatieve dichtheid gas (lucht=1)	0,6					
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,8					
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	52					
<b>BELANGRIJKE GEGEVENS</b>						
KLEURLOOS ONDER DRUK TOT VL. OORSTOP VERDICHT GAS MET STEKENDE GEUR Het gas is lichter dan lucht. Vormt witte kristallen, zuren en gasvormig de klapgevoelige verbinding op. Bij oplossen in water treedt zeer sterke warmteontwikkeling op. De oplossing in water is een sterk basis, reageert heftig met zuren en in contact o.a. ten opzichte van aluminium, koper en zink. <sup>4)</sup> Bij oplossen in water treedt zeer sterke warmteontwikkeling op. Reageert heftig met oxidatiemiddelen, halogenen en zuuren.						
Intervallgrenzen	MSB = 20 mg/m <sup>3</sup> AGW = 100 mg/m <sup>3</sup> LBW = 1000 mg/m <sup>3</sup>	Wettelijke grenswaarde Wettelijke grenswaarde TGG-15 min.	14 mg/m <sup>3</sup> 30 mg/m <sup>3</sup>			

Wat in de praktijk ook nog vaak wordt toegepast, is voorafgaande de meting bepalen bij hoeveel PPM ik kan stoppen met meten. B.v. ik moet Ammoniak gaan meten, de wettelijke grenswaarde is  $14 \text{ mg/m}^3$ , als ik deze vermenigvuldig met de omrekenfactor 1,412 ppm kom ik op 20 PPM. Want:

**$1 \text{ mg/m}^3 = 1,412 \text{ PPM}$ , dus  $14 \text{ mg/m}^3$  (Wettelijke grenswaarde)  
is  $14 \times 1,412 = 20 \text{ PPM}$**

## Proefexamen Chemiekaart Benzeen (blz. 96)

Vraag 1. Bij welke temperatuur kan men een bepaalde hoeveelheid damp/gas met een ontstekingsbron ontsteken?

- a)  $6 \text{ }^\circ\text{C}$
- b)  $-11 \text{ }^\circ\text{C}$
- c)  $498 \text{ }^\circ\text{C}$

Vraag 2. Bij welke temperatuur wordt deze stof vloeibaar?

- a)  $6 \text{ }^\circ\text{C}$
- b)  $-11 \text{ }^\circ\text{C}$
- c)  $80 \text{ }^\circ\text{C}$

Vraag 3. Wat is de dampspanning van benzeen bij  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

- a) 100
- b) 1,2
- c) 0,7

Vraag 4. Wat is de relatieve dampdichtheid van deze stof bij ongeveer  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

- a) 1,15
- b) 1,23
- c) 2,1

Vraag 5. Hoeveel bedraagt de wettelijke grenswaarde van deze stof in  $\text{mg/m}^3$ ?

- a)  $100 \text{ mg/m}^3$
- b)  $0,307 \text{ mg/m}^3$
- c)  $0,7 \text{ mg/m}^3$

Vraag 6. Kan er bij een buitenlucht temperatuur van  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$  een explosief mengsel gevormd worden?

- a) Nee
- b) Ja, maar alleen in een besloten ruimte
- c) Ja

Vraag 7. Waar kun je, in een besloten ruimte, de hoogste concentratie van deze stof verwachten?

- a) Bovenin de ruimte
- b) Verdeeld over de gehele ruimte
- c) Onderin de ruimte

Vraag 8. Wat is de maximale dosis, per dag, waaraan u mag worden blootgesteld van Benzeen in PPM?

- a) 26
- b) 0,2
- c) 2,5

Vraag 9. Er is een lekkage geweest van benzeen in een kelder. Men besluit het product weg te spuiten met water. Wordt het risico op brand/explosie door deze maatregel in het begin groter, kleiner of maakt dit geen verschil?

- a) Groter
- b) Kleiner
- c) Geen verschil

Vraag 10. Kan er bij een buitenlucht temperatuur van  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  een explosief mengsel gevormd worden?

- a) Nee
- b) Ja, maar alleen in een besloten ruimte
- c) Ja

Vraag 11. Wat bedraagt de oplosbaarheid van Benzeen in water?

- a) Het lost volledig op
- b) 0,18 gram per 100 ml.
- c) Het lost niet op

Vraag 12. Hoeveel vol% bedraagt de UEL van benzeen in lucht?

- a) 1,2 vol%
- b) 0,7 vol%
- c) 8,6 vol%

Vraag 13. Kan de wettelijke grenswaarde voor benzeen bij  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  worden bereikt?

- a) Nee
- b) Ja
- c) Alleen in een besloten ruimte

Vraag 14. Kan iemand op basis van geurwaarneming een oordeel geven over de gezondheidsrisico's van benzeen (los van het feit of dit mag)?

- a) Nee, nooit
- b) Ja, maar alleen als men niet verkouden is
- c) Ja, als de temperatuur boven de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  is

Vraag 15. Moet je bij het uitvoeren van metingen in de dampkamer rekening houden met specifieke risico's, zoals mogelijk statische elektriciteit of andere ontstekingsbronnen?

- a) Nee, nooit
- b) Ja, altijd
- c) Ja, maar alleen als het verpompt wordt

Vraag 16. Hoe bescherm je jezelf tegen de schadelijke inwerking van benzeen bij inademing?

- a) Met een masker met filterbus
- b) Met een gelaatscherm
- c) Met onafhankelijke adembescherming

Vraag 17. Na een meting heeft u 5 PPM gevonden, wat is dan de waarde in  $\text{mg}/\text{m}^3$ ?

- a)  $1,54\text{ mg}/\text{m}^3$
- b)  $3,25\text{ mg}/\text{m}^3$
- c)  $16,29\text{ mg}/\text{m}^3$





## Antwoorden hoofdstuk vragen

### Hoofdstuk 1

Vraag 1. Wat is een verplichting voor de opdrachtgever?

- C. De werkgever moet zorgen voor voldoende opleiding en de juiste middelen.

Vraag 2. Waarin moet het gevoerde veiligheidsbeleid door de werkgever tot uiting komen?

- B. De werkgever moet een veiligheidsbeleid, een veiligheidsorganisatie/afdeling en Een goede vastlegging van dit beleid hebben.

### Hoofdstuk 2

Vraag 1. Volgens welk meetprincipe wordt de zuurstofconcentratie gemeten?

- B. De Electro chemische cel.

Vraag 2. Ondervindt de mens negatieve uitwerkingen van hogere zuurstofconcentraties dan 20,9 vol.%?

- C. Nee de mens ondervindt geen negatieve gevolgen van een hogere zuurstofconcentratie

Vraag 3. Kan zuurstof branden?

- B. Nee, het is brandbevorderend.

Vraag 4. Wat is een nadeel van het elektrochemisch meetprincipe?

- B. De levensduur is beperkt.

Vraag 5. Wat doet u, als u tijdens de meting ziet dat de zuurstofconcentratie oploopt?

- B. U stopt direct de meting.

### Hoofdstuk 3

Vraag 1. Hoe noem je de hoogste dampconcentratie waarbij een brandbaar damppluchtmengsel kan worden ontstoken?

- A. De UEL.

Vraag 2. Kan bij een hogere zuurstofconcentratie kleding sneller vlamvatten?

- B. Ja, afhankelijk van de zuurstofconcentratie.

Vraag 3. Een brandbare vloeistof heeft een vlampunt  $-20^{\circ}\text{C}$ , kan er bij atmosferische omstandigheden, bij  $-25^{\circ}\text{C}$  een acuut explosiegevaarlijke concentratie bereiken?

- A. Nee, nooit.

Vraag 4. Welke temperatuur moet een ontstekingsbron minimaal hebben om de gassen/dampen van een brandbare vloeistof te kunnen ontsteken?

- B. De temperatuur van de zelfontbrandingstemperatuur

Vraag 5. Een stof heeft de volgende explosiegrenzen in Vol.%: 2,6 - 13 Na meting blijkt er 14,1 Vol.% aan dampen aanwezig te zijn in de ruimte, voor de concentratie geldt?

- C. D concentratie is zuurstofarm en gasrijk.

## Hoofdstuk 4

Vraag 1. Hoe kunnen gassen of dampen in het lichaam binnenkomen?

- B. Via de luchtwegen, spijsvertering, de huid, wondjes en de ogen.

Vraag 2. Welke factoren bepalen de mate van vergiftiging door een stof die ingeademd wordt?

- B. De concentratie in relatie met de blootstellingsduur

Vraag 3. Hoeveel ppm komt overeen met 1,5 vol%

- C. 15.000 ppm

Vraag 4. In welke concentratie-eenheid wordt grenswaarde (MAC-waarde) meestal uitgedrukt?

- B. Ppm of  $\text{mg}/\text{m}^3$

Vraag 5. Wat betekent de toevoeging "TGG 15" bij de grenswaarde (MAC-TGG)

- B. Dit staat voor Tijd Gewogen Gemiddelde meestal voor de duur van 15 min. Per dag.

Vraag 6. Welk van de volgende stoffen is verstikkend?

- A.  $\text{CO}_2$ .

Vraag 7. Wat is de omschrijving van de grenswaarde?

- B. De grenswaarde is de maximaal toegestane concentratie van een gas, aerosol, vezel of stof in de lucht op de werkplek, waar beneden geen gevaarlijke gezondheidseffecten optreden.

## Hoofdstuk 5

Vraag 1. Wat is de relatieve moleculemassa van lucht?

- C. 29.

Vraag 2. Na een CO-lekkage (relatieve dampdichtheid 0,97) in een laboratorium, ga je een meting doen. Op welke plaats verwacht je de hoogste concentratie?

- A. Op alle plaatsen, zowel laag, midden als hoog.

Vraag 3. Wat gebeurt er als methaangas (smeltpunt  $-138^\circ\text{C}$ ) wordt gekoeld van  $+20^\circ\text{C}$  tot  $0^\circ\text{C}$

- C. Niets, het gas blijft gas.

Vraag 4. Op welke hoogten moet een besloten ruimte, van bijvoorbeeld 10 meter hoog, worden gemeten?

- C. Op drie hoogten met nadruk op de plaats waar gas/damp wordt verwacht.

Vraag 5. Waar in het effectgebied bevindt zich de laagste concentratie gas/damp?

- B. Benedenwinds.

Vraag 6. Welke omstandigheid kan je meetresultaten beïnvloeden?

- A. Hoge windsnelheid, waardoor de concentratie kan wisselen

## Hoofdstuk 6

Vraag 1. Wanneer worden putten, goten en riolen als besloten ruimte gezien?

- B. Als dampen, die zwaarder zijn dan lucht, zich op deze plaatsen kunnen verzamelen

Vraag 2. Met wie staat de buitenwacht in contact tijdens zijn werkzaamheden?

- C. Met zowel de contractor(s) in de besloten ruimte, als met de toezichthouder van de vergunning.

Vraag 3. Welk gas wordt gebruikt bij het inertiseren van vaten of leidingen?

- C. Stikstof (N).

Vraag 4. In welke situatie is het afgeven van een 'Veiligheids- en gezondheidsverklaring' op basis van wettelijke vastgelegde eisen, met vuurgevaarlijke werkzaamheden voorbehouden aan gecertificeerd personeel (ook wel GDT/gasdokters genoemd)?

- C. Aan boord van tankschepen.

Vraag 5. Wanneer wordt een werkvergunning ongeldig?

- B. Als de meter die gebruikt wordt in/bij de besloten ruimte een batterij-alarm krijgt.

Vraag 6. In een besloten ruimte is een lekkage van schadelijke stoffen ontstaan, om dit te verhelpen dient er een betreding plaats te vinden, welk adembeschermingsmiddel dient men minimaal te dragen?

- A. Onafhankelijke adembescherming (ademplucht set).

## Hoofdstuk 7

Vraag 1. Hoeveel zuurstof is er minimaal nodig om een katalytische verbranding te genereren in de LEL-cel

- C. 10%.

Vraag 2. Bij welk type gas staat de explosiegevaarmeter het gevoeligst afgesteld, als de hieronder staande gassen in volgorde van grote zijn neergezet?

- C. Octaan.

Vraag 3. Wat kun je NIET meten met een explosiegevaarmeter?

- B. Het explosiegevaar van een stofwolk.

Vraag 4. Een EX-meter die gekalibreerd is op methaan geeft bij het meten van benzine een meetfout aan met een factor 2 te laag. Wat zal de werkelijke benzineconcentratie zijn als de meter een uitslag geeft van 10% LEL?

- C. Ongeveer 20% LEL.

Vraag 5. Wat kun je niet meten met een infrarood meter?

- B. Waterstof.

Vraag 6. Je moet op een stof gaan meten met een Ionisatie Potentieel van 9,84, welke PID meter moet je gebruiken om deze stof te kunnen meten?

- C. Een PID meter met een lampsterkte van 10,6 of 11,7, beide zijn geschikt

Vraag 7. Wat is de minimale meettijd in een ruimte waarin vloeibare (brandbare) koolwaterstoffen, zoals benzine, hebben gezeten?

- B. ongeveer 3 minuten.

Vraag 8. Je moet een meting doen op benzine in de PPM-range, welke meetprincipe pas je toe?

- C. Een meting met een meetbuisje.

Vraag 9. Op een gasmeetbuisje staat  $n=10$ . Wat betekent  $n=10$ ?

C. Het aantal pompslagen voor de meting is 10.

Vraag 10. Wat is het nadeel van een gasmeetbuisje?

C. Ze zijn gevoelig voor meerdere stoffen (kruisgevoelig).

Vraag 11. Wat is het nadeel van een gasmeetbuisje zonder maatverdeling (kwalitatief)

B. Je ziet alleen een indicatie; geen aanwijzing voor de aard en concentratie van de stof.

## Antwoorden chemiekaart vragen

Vraag 1. Bij welke temperatuur kan men een bepaalde hoeveelheid damp/gas met een ontstekingsbron ontsteken?

B.  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Vraag 2. Bij welke temperatuur wordt deze stof vloeibaar?

A.  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Vraag 3. Wat is de dampspanning van benzeen bij  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

A. 100.

Vraag 4. Wat is de relatieve dampdichtheid van deze stof bij ongeveer  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

B. 1,23.

Vraag 5. Hoeveel bedraagt de wettelijke grenswaarde van deze stof in  $\text{mg}/\text{m}^3$ ?

C.  $3,25\text{ mg}/\text{m}^3$ .

Vraag 6. Kan er bij een buitenlucht temperatuur van  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  een explosief mengsel gevormd worden?

C. Ja.

Vraag 7. Waar kun je, in een besloten ruimte, de hoogste concentratie van deze stof verwachten?

C. Onderin de ruimte.

Vraag 8. Wat is de maximale dosis, per dag, waaraan u mag worden blootgesteld van Benzeen in PPM?

B. 1.









# JONKMAN OPLEIDINGEN VERZORGT O.A. DE VOLGENDE OPLEIDINGEN:

## MOBIELE WERKTUIGEN

Heftruck

Reachtruck

Hoogwerker

Verreiker

Reachstacker

Terminal trekker

Minigraver

Laadschop

## INDUSTRIE

Ademlucht

Gasmeten

Buitenwacht

Besloten ruimten

## HIJSEN

AVL

ABVL

VVL-H

Bovenloopkraan

Autolaadkraan

IS006

## VEILIGHEID

VCA basis

VCA VOL

VCA VIL

Werken op hoogte

Werken met gevaarlijke stoffen

## BHV/EHBO

BHV basis

BHV herhaling

EHBO herhaling

Ploegleider

Reanimatie AED

Kleine blusmiddelen

## TECHNIEK

Flensmonteur met protocol

Flensmonteur zonder protocol

Torque en tensioning

NEN 3140 VP/VOP

Twin ferrule fittingen



Jonkman Opleidingen

Meester F.J. Haarmanweg 52  
4538 AS Terneuzen

T 0115 649 749

E [info@jonkmanopleidingen.nl](mailto:info@jonkmanopleidingen.nl)  
[jonkmanopleidingen.nl](http://jonkmanopleidingen.nl)