

# **KONINKLIJK ATHENEUM MALDEGEM**

Mevr. Courtmanslaan 80  
B-9990 Maldegem



## **5BK - Koeltechniek**

**3de graad – 1ste leerjaar**



***T. Caboor  
Leerkracht***

# **Inleiding**

---

Beste leerlingen, geachte ouders. Deze cursus is opgebouwd voor leerlingen van de 3<sup>de</sup> graad 1<sup>ste</sup> leerjaar BSO. De praktijklessen zullen ondersteund worden met gevarieerde oefeningen, didactisch materiaal, voorbeelden uit onze dagelijkse omgeving, diverse uitbreidingen van de oefeningen, enz.

Voor het inwinnen van informatie en documentatie kan u steeds terecht op mijn persoonlijke website <http://www.cooltec.be>. Daar vindt u alle informatie terug, PowerPoint, aanvullende documentatie, nuttige links, enz. Het spreekt voor zich dat enkele documenten enkel te verkrijgen zijn via een inlog nummer, u dient enkel naam en klas te vermelden. Binnen deze site klikt u gewoon door naar contactformulier.

Voor dringende vragen mag u me altijd mailen: <mailto:info@cooltec.be>

Verder wens ik iedereen een succesvol en leerrijk schooljaar toe.

Tom Caboor



**Met een hart voor onderwijs**

# Inhoudstabel

---

<b>Hoofdstuk I:</b>	algemene veiligheidsvoorschriften	P. 001
<b>Hoofdstuk II:</b>	lichtschakelingen	P. 011
	enkel polige schakeling	P. 012
	dubbel polige schakeling	P. 014
	dubbele aansteek schakeling	P. 016
	wisselschakeling	P. 018
	kruisschakeling	P. 020
<b>Hoofdstuk III:</b>	koelleidingen	P. 022
	snijden flenzen verbreden	P. 024
	buisplooioefening met flairverbinding	P. 025
	buisplooioefening met soldeerverbinding	P. 027
<b>Hoofdstuk IV:</b>	motorschakelingen	P. 029
	start - stop	P. 043
	start - stop bediening van op twee plaatsen	P. 046
	start - stop met tippen	P. 049
	start - stop met tippen en hulprelais	P. 052
	start - stop met tippen van op twee plaatsen	P. 055
	indirecte omkeerschakeling	P. 058
	directe omkeerschakeling	P. 062
	schakelen met tijdschakelaars	P. 066
	automatisch uitschakelen	P. 067
	automatisch inschakelen	P. 070
	handbediende ster- driehoek	P. 073
	automatische ster- driehoek met N.O. en N.G. contact	P. 078
	automatische ster- driehoek met omschakel contact	P. 082
	indirecte omkeerschakeling met dubbele vergrendeling	P. 086
	automatische omkeer ster- driehoekschakeling	P. 090
	uitbreiding op de automatische ster- driehoekschakeling	P. 094
	indirecte omkeer ster- driehoekschakeling	P. 098
	indirect omschakelen van een Dahlander motor	P. 102
<b>Hoofdstuk V:</b>	koelinstallaties	P. 107
	instaleren van een koelinstallatie	P. 107
	handleiding voor het aansluiten van een manifold	P. 109
	soorten compressoren	P. 111
	koelinstallatie 1: met capillaire inspuiting	P. 115
	koelinstallatie 2: met automatisch expansieventiel	P. 123
	koelinstallatie 3: met thermostatische expansieventiel	P. 131
	koelinstallatie 4: met pumpdown systeem	P. 139
	koelinstallatie 5: met geventileerde verdamper	P. 147
	Aanvullende documentatie	
	Nuttige links	P. 155
	Besluit	P. 156

# Koninklijk Atheneum Maldegem

Schooljaar : \_\_\_\_\_

Naam leerling : \_\_\_\_\_

Afdeling : \_\_\_\_\_

## **HOOFDSTUK I:**

### **Algemene veiligheidsvoorschriften**



**Mevrouw Courtmansschool**

Mevrouw Courtmanslaan 80  
9990 Maldegem  
Tel. (050) 72 88 80 - Fax (050) 72 88 89

Leraar: Tom Caboor

# **Algemene veiligheidsvoorschriften.**

---

- \* Elke leerling is verplicht zich in alle werkplaatsen te gedragen overeenkomstig de veiligheidsvoorschriften.
- \* Het is aan te raden de veiligheidsvoorschriften regelmatig te herlezen, in geval van twijfel kun je de leerkracht om uitleg vragen.
- \* De gevolgen van een ongeval zijn dikwijls niet te voorzien. Zeer dikwijls trekken ze een streep door vurig gekoesterde toekomstdromen en gaan ze gepaard met veel leed voor het slachtoffer en zijn familie.
- \* Werp nooit vruchtschillen of afval op de grond, ook niet in de gangen of op de speelplaats. Deze zaken horen thuis in de daartoe bestemde vuilnisbakken.
- \* Bij het openen van kisten en dergelijke moeten de nagels onmiddellijk uit de planken verwijderd worden; zodoende komen ze niet in je voet terecht.
- \* Orde en netheid zijn altijd een waarborg voor veiligheid. Dit geldt ook voor je kledij.
- \* Lopen en stoeien is streng verboden in de werkplaatsen. Verplaats je zo weinig mogelijk, doe het kalm en alleen langs de aangegeven doorgangen.
- \* Hou je aandacht bij je eigen werk en laat je medeleerlingen met rust, zeker wanneer ze op machines werken.
- \* Hou de vloeren vrij van vet en olie om uitglijden te voorkomen.
- \* Hou de doorgangen vrij.
- \* Deuren en ramen van de werkplaatsen moeten gesloten blijven.
- \* Laat geen gereedschappen rondslingeren.  
Een plaats voor alles en alles op zijn plaats!
- \* Laat elke kwetsuur, ook een onbeduidende schram, onmiddellijk verzorgen, teneinde infectie te voorkomen.
- \* Een niet verzorgde wonde ontsteekt na ongeveer vier uur. De ontsteking heeft dagen nodig om te genezen. Een paar minuten verzorging zijn voldoende om de ontsteking te voorkomen.

## Algemene veiligheidsvoorschriften.

---

- \* Draag steeds een veiligheidsbril als er gevaar bestaat dat uw ogen geraakt zouden kunnen worden door wegspringende deeltjes.
- \* Indien toch een vreemd voorwerp in uw oog terecht komt, verwittig dan onmiddellijk de leraar en probeer niet het er zelf uit te halen met een zogezegde propere zakdoek of iets dergelijks.
- \* Laat geen vodden of poetskatoen op de grond slingeren, ze vormen een bestendig gevaar voor brand en voor valpartijen.
- \* Raak nooit draaiende delen van machines aan!
- \* Boekentassen horen thuis in de kleedkamers. Berg ze daar op in uw kleerkast.
- \* Steek nooit voorwerpen met scherpe punten in je zakken. Bij een eventuele val kunnen ze je ernstig kwetsen.
- \* Indien de stroom uitvalt tijdens het werken aan een machine, vergeet de schakelaar onmiddellijk in zijn nulstand te plaatsen
- \* Een machine mag pas dan aangezet worden nadat je je ervan overtuigd bent dat ze bedrijfsklaar is en dat alle afschermingen op hun plaats zitten.
- \* Bij het beëindigen van het werk op een machine moet deze bedrijfsklaar achtergelaten worden. Zorg er dus voor dat alle schakelaars en starthandels in hun nulstand staan, dat geen bewegende onderdelen geblokkeerd blijven enz. .  
Uw medeleerling, die na u op deze machine moet werken, mag niet het slachtoffer worden van uw nalatigheid.
- \* Laat geen stukken materiaal op de grond rondslingeren, ze kunnen oorzaak zijn van ernstige valpartijen.
- \* Haal bij het begin van de les je gereedschappen af aan het magazijn, op het einde van de les breng je ze terug. Dit voorkomt tijdverlies en op die manier wordt de orde in de werkplaats zo weinig mogelijk verstoord.

**!!! VAN UW GEDRAG HANGT DE VEILIGHEID VAN ANDEREN AF !!!**



# Veiligheid bij het gebruik van koelmiddelen.

---

- \* Installaties gevuld met koelmiddelen staan steeds onder druk, hou daar rekening mee.
- \* Roken en het gebruik van een onafgeschermd vlam in met koelmiddel gevulde ruimten is levensgevaarlijk en dus ten strengste verboden.
- \* Het verblijf in ruimten waar grote hoeveelheden koelmedium, hetzij onder vloeibare hetzij onder gasvorm, ontsnapt zijn levensgevaarlijk. In voorkomend geval onmiddellijk de ruimte verlaten en het lokaal grondig verluchten.
- \* Gebruik een beschermingsmasker tegen vloeibaar koelmedium.
- \* Drukvaten met vloeibaar koelmedium moeten steeds langzaam en met de grootste omzichtigheid geopend worden.
- \* Drukvaten met vloeibaar koelmedium moeten gevrijwaard worden tegen schokken, stoten, rollen vallen e.d. . Ze mogen nooit blootgesteld worden aan warmtestraling.
- \* Alle koelmediums vormen een giftig gas bij aanwezigheid van een onafgeschermd vlam. Bij waarschuwing door de intensieve geur: oorzaak wegnemen en de ruimte grondig verluchten.
- \* Voor het lassen en braseren aan een met koelmiddel gevulde installatie moet de sectie welke deze werken gebeuren leeggemaakt worden. Er dient tevens gezorgd voor een goede verluchting van het lokaal.
- \* Rechtstreeks contact met koelmiddelen moet vermeden worden; als gevolg van de hevige verdamping kunnen vrieswonden ontstaan.
- \* Indien iemand in de ogen geraakt wordt door vloeibaar koudemiddel moet het slachtoffer onmiddellijk naar de dokter of het ziekenhuis gebracht worden.  
**Nooit in de ogen wrijven!!!**
- \* Eerste hulp: uitwassen met water en de ogen baden met een boraxoplossing.
- \* Grote hoeveelheden koelmedium in een slecht verlucht lokaal kan aanleiding geven tot bewusteloosheid door gebrek aan zuurstof. In voorkomend geval:  
slachtoffer onmiddellijk in de frisse lucht brengen, knellende kledij losmaken en mond op mond beademing toepassen, hiermee doorgaan tot een bevoegde persoon zuivere zuurstof kan toedienen.

# **Veiligheid door: orde – netheid – persoonlijke hygiëne.**

---

- \* Verzorgde werkkledij is een garantie voor veiligheid. Blijf dus niet rondlopen met een werkpak dat gescheurd is of waaraan knopen ontbreken. Gebruik desnoods voorlopig een veiligheidsspeeld.
- \* Loshangende sjaals of dassen, ringen, kettingen, mouwen en dergelijke passen niet in een werkplaats, ze zijn heel dikwijls oorzaak van ongevallen.
- \* Werkpakken in nylon zijn levensgevaarlijk in de omgeving van vuur en zijn dus verboden.
- \* Het is verboden pantoffels te dragen in de werkplaats. Draag altijd degelijk schoeisel dat voorzien is van een stevige zool en dat de voet volledig omsluit.
- \* Voor het werk aan de machines zal je een nauwsluitend werkpak dragen waarvan de mouwen opgerold zijn tot boven de elleboog. Stofjassen zijn te beschouwen als loshangende kledij en zijn dus verboden bij het werk aan machines.
- \* Het is verboden je werkpak aan of uit te trekken in de nabijheid van een machine. De aangewezen plaats is hiervoor de kleedkamer.
- \* Orde in de werkplaats is alleen mogelijk wanneer iedereen zich aan de regels houdt. Draag jij ook je steentje bij!!
- \* Hou de werkplaats en de wasplaats proper. Het is voor niemand prettig en voor iedereen gevaarlijk in een smerige plaats te moeten werken.
- \* Een kleerkast is een meubel, geen vuilnisbak.
- \* Sluit je kast steeds af met een degelijk slot, op die manier kan veel discussie vermeden worden.
- \* Neem regelmatig je werkpak mee naar huis om het te wassen en eventueel te herstellen.
- \* Je handdoek heeft ook regelmatig een wasbeurt nodig.
- \* Vooraleer de werkplaats te verlaten moet je je handen wassen.
- \* Zorg ervoor dat je haren niet op een pijnlijke manier door één of andere machine ingekort worden. Laat dat werkje regelmatig door de kapper uitvoeren en draag een muts die je haren volledig omsluit.

**!!!Wanorde is een ernstige overtreding, ze brengt de veiligheid in gevaar!!!**



---

Ontwerp: T. Caboor

# **Veiligheid bij het gebruik van elektrische meettoestellen.**

---

- \* Elektrische meetinstrumenten zijn dure en niet tegenstaande hun verzorgende constructie toch gemakkelijk kwetsbare gereedschappen.
- \* Wees er steeds voorzichtig mee.
- \* De minste beschadiging kan bij gebruik gevaar opleveren.
  
- \* Bij gebruik van meetinstrumenten moet zeer veel aandacht besteedt worden aan de uit te voeren schakeling en aan het instellen van het juiste meetbereik.
- \* Een slecht gekozen meetbereik of een foutieve schakeling kan het meetinstrument volledig vernietigen.
  
- \* Zorg dat de meetsnoeren steeds ordelijk geplaatst zijn, bij voorkeur op de werktafel, dan zal er zeker niemand in haperen en zo het instrument doen vallen.
  
- \* Plaats de meetinstrumenten altijd voorzichtig en zonder schokken neer.
  
- \* Laat de instrumenten altijd in hun beschermd omhulsel steken.
  
- \* Onjuiste metingen kunnen aanleiding geven tot verkeerde gevolgtrekkingen en onrechtstreeks tot gevaarlijke toestanden.
- \* Gebruik daarom alleen meetinstrumenten die in perfecte staat verkeren en verzorg ze goed zodat ze die perfecte staat blijven bewaren.
  
- \* Tijdens het meten zijn de toestellen elektrisch aangesloten. Raak dus nooit aan de niet geïsoleerde delen.
  
- \* Gebruik alleen meetsnoeren in perfecte staat en voorzien van degelijke aansluitmiddelen.
  
- \* Elk gebrek aan een meetinstrument of aansluitsnoer moet onmiddellijk gemeld worden.
  
- \* Gebruik nooit een gewoon meetinstrument voor het werken aan hoogspanningsinstallaties. Hiervoor zijn speciale middelen en werkmethoden vereist.

**!!!Op de juiste manier werken met goede gereedschappen is veilig werken!!!**



# **Veiligheid in verband met elektrische installaties en toestellen.**

---

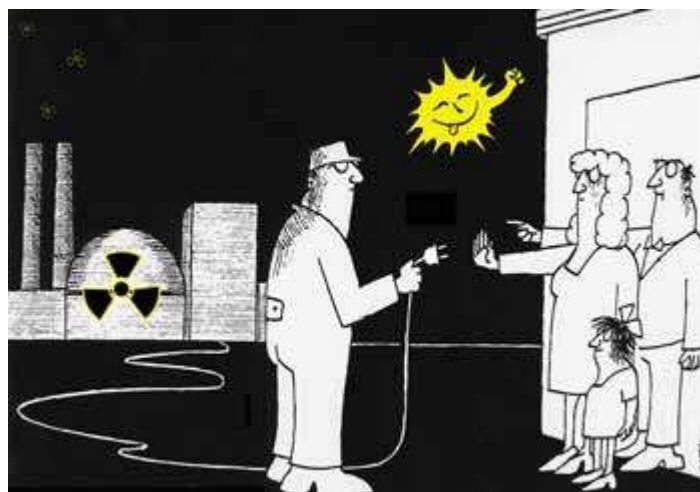
- \* Werkplaats en labo elektriciteit mogen alleen betreden worden onder toezicht en in het bijzijn van de leerkracht.
- \* Het is verboden een oefening te beginnen zonder in het bezit te zijn van de opgave van het uit te voeren werk en vooraleer de leraar toelating gegeven heeft.
- \* Volg bij het uitvoeren van een oefening stipt de gegeven aanwijzingen en de opgelegde werkwijze.
- \* Het is ten strengste verboden zonder toelating om het even welke schakelaar te sluiten.
- \* Wanneer je een abnormaliteit vaststelt of vermoedt, open dan onmiddellijk de schakelaar en verwittig de leerkracht.
- \* Zorg erbij het uitvoeren van elektrische installaties voor dat je de toestellen niet beschadigt, een medeleerling kan daar het slachtoffer van worden.
- \* Plaats de draden van de montages zo dat de bediening van de toestellen gemakkelijk en veilig blijft.
- \* Bij het einde van de oefening moeten alle toestellen en gereedschappen op hun aangewezen plaats teruggezet worden. Beschadigde of defecte toestellen of gereedschappen worden vooraf aan de leerkracht getoond. De draden worden naar maat en soort op hun plaats gehangen; ook hier moeten beschadigingen onmiddellijk gesignaleerd worden.
- \* Het is verboden zonder toelating om het even welk toestel aan te raken.
- \* Het is ten strengste verboden om de kasten te openen waarin zich schakelaars, zekeringen of andere elektrische toestellen onder spanning zich bevinden.
- \* Wanneer je een gebrek opmerkt aan een schakelaar of aan een ander elektrisch toestel is het je plicht om de leerkracht te verwittigen.
- \* Vooraleer een contactstop uit een contactdoos te halen of erin te steken moet de elektrisch stroom uitgeschakeld worden met de bij de contactdoos horende schakelaar.
- \* Spring steeds voorzichtig om met contactstoppen van elektrische snoeren. Beschadigde omhulsels of isolaties kunnen zeer gevaarlijk zijn. In voorkomend geval moeten ze onmiddellijk door een bevoegd persoon hersteld of vernieuwd worden.

# Veiligheid in verband met elektrische installaties en toestellen.

---

- \* Verwijder nooit een contactstop uit een contactdoos door aan het snoer te trekken. Op die manier zou je de draden kunnen lostrekken, wat dan weer aanleiding kan geven tot kortsluiting.
- \* Laat nooit elektrische snoeren over de grond slingeren. Dit zou leiden tot vlugge beschadiging en dus ook tot gevaar.
- \* Het uitspringen van een automatische schakelaar heeft een oorzaak. Verwittig de leerkracht vooraleer hem opnieuw in te schakelen.

**!!!Elektriciteit kan een goede dienaar zijn, maak er geen beul van!!!**



# Veiligheid bij het OXY-Acetyleenlassen.

---

- \* Bij het oxy-acetyleenlassen wordt de warmte, die nodig is voor het smelten van het materiaal, verkregen door de verbranding van een brandbaar gas met zuurstof in een speciaal voor dit doel geconstrueerde brander.
- \* Het procédé impliceert ondermeer volgende gevaren:
  - o Het gelijktijdig aanwezig zijn van een brandbaar gas en zuurstof.
  - o De gevaren verbonden aan onder hoge druk samengeperst acetyleen.
  - o Het defect raken of het verkeerd behandelen van de apparatuur.
  - o Gevaarlijke stralingen.
  - o Lasrook en schadelijke gassen.
  - o Brandgevaar door wegsplattende vonken.
- \* Las nooit zonder aangepaste lasbril. Hij moet u beschermen tegen de intense lichtstralen en tegen de onzichtbare infrarode stralen. Het zijn precies deze stralen die de oorzaak kunnen zijn van ontsteking van het regenboogvlies, grijze staar en verzwakking van het gezichtsvermogen.
- \* Schadelijke gassen worden onder andere veroorzaakt door:
  - o Stikstof- en koolstofoxiden die bij de hoge temperatuur van de lasvlam ontstaan uit de lucht.
  - o Verbrandingsproducten zoals zink- en loodverbindingen die aanleiding kunnen geven tot zinkkoorts en loodvergiftiging.
  - o Schadelijke dampen door verbranding van verf of producten waarmee de stukken werden behandeld (vb om de stukken te ontvetten ).
- \* Zorg altijd voor een goede afzuiging, liefst zo dicht mogelijk bij het laswerk of anders voor een goede ventilatie van het lokaal.
- \* Bescherm je degelijk tegen het felle licht, de grote hitte, de gevaarlijke stralingen en de wegspringende vonken en spatten, die nodige middelen staan te uwer beschikking.
- \* De ogen dienen beschermt te worden door een aangepaste bril, handen en armen door handschoenen, de rest van het lichaam door een lederen voorschoot en lederen beenkappen en de haren door een aangepast hoofddekseel.
- \* Draag een brandvrij werkpak ( geen kunststofvezel ) en goed sluitend schoeisel tegen wegsplattende vonken.
- \* Las nooit met een door olie of vet bevuild werkpak ( brandgevaar! ).
- \* Las nooit in de omgeving van brandbare stoffen.
- \* Las alleen met de nodige blusmiddelen binnen handbereik.
- \* Controleer bij levering van nieuwe flessen met zeepsop of er geen lekken zijn.

# Veiligheid bij het OXY-Acetyleenlassen.

---

- \* De flessen moeten steeds zeer voorzichtig behandeld worden, zelf indien ze leeg zijn. Stoot niet tegen de flessen, laat ze zeker niet vallen en rol ze niet.
- \* Staande flessen dienen te allen tijde degelijk beschermd worden tegen omvallen.
- \* **!!!Elke gasfles kan door onvoorzichtigheid veranderen in een bom!!!**
- \* Tijdens het gebruik moet de sleutel altijd op de fles blijven zitten om ze zo nodig onmiddellijk te kunnen sluiten.
- \* De flessen moeten beschermd worden tegen de inwerking van de zonnestralen en tegen de inwerking van iedere andere warmtebron. Een temperatuursverhoging van 1° C verhoogt de druk in de flessen met 0,6 bar.
- \* De flessen moeten na gebruik onmiddellijk goed gesloten worden, zelfs indien ze leeg zijn.
- \* Het ogief van de flessen met een inhoudsvermogen van minder dan 85 liter moeten geleverd zijn:
  - o Voor acetyleen: in het rood. Voor zuurstof: in het wit.
- \* De drukontspanners, die eventueel gebruikt worden, moeten voorzien zijn van nippels die verschillend zijn voor de verschillende gassen, zij hebben de kleur van de recipiënten waarvoor zij bestemd zijn.
- \* Het is ten strengste verboden de zuurstof met vette bestanddelen in aanraking te brengen en de kranen van flessen te smeren. Indien olie of vet met zuurstof in aanraking komt kan een plotse hevige ontvlaming ontstaan.
- \* Reduceerventielen zijn delicate toestellen die met grote zorg behandeld moeten worden. Laat ze nooit vallen en hou ze stofvrij.
- \* Reduceerventielen voor zuurstof moeten gemerkt zijn met de letter O, die voor acetyleen met de letter A.
- \* Slangen moeten grijs of zwart zijn voor zuurstof, rood voor acetyleen. Zij moeten aan de toestellen die zij verbinden stevig bevestigd zijn door drukringen.
- \* De slangen moeten ten minste 5m lang zijn en steeds in goede staat verkeren. Zij moeten voorzien zijn van een terugslagbeveiliging die bellet dat een terugslaan vlam zich zou voortplanten tot in de fles om daar een catastrofale ontploffing te veroorzaken. Deze terugslagbeveiliging wordt zo dicht mogelijk bij de brander gemonteerd.
- \* Indien een slang vuur zou vatten: **onmiddellijk de kraan van de fles sluiten!**

# Veiligheid bij het OXY-Acetyleenlassen.

---

Bij de minste onregelmatigheid: onmiddellijk de vlam doven, de flessen sluiten en de leraar verwittigen.

Juiste volgorde van handelingen bij het aansteken en doven van de lasbrander:

❖ Aansteken:

1. Afsluiter van de zuurstof- en acetyleenfles openen.
2. Gepaste drukken instellen op het reduceerventiel.
3. Zuurstofafsluiter van de brander geheel openen.
4. Acetyleenafsluiter van de brander openen zo ver als nodig.
5. Gasmengsel ontsteken.
6. De vlam regelen met de acetyleenafsluiter.

❖ Doven:

1. Acetyleenafsluiter van de brander sluiten.
2. Zuurstofafsluiter van de brander sluiten.
3. Afsluiter van de zuurstof- en acetyleenfles sluiten.
4. Branderafsluiters openen om de druk in de slangen af te laten.
5. Branderafsluiters terug sluiten.
6. Regelschroeven van de reduceerventielen los draaien.

**!!!Voorzichtigheid is de beste levensverzekering!!!**



# Koninklijk Atheneum Maldegem

Schooljaar : \_\_\_\_\_

Naam leerling : \_\_\_\_\_

Afdeling : \_\_\_\_\_

## **HOOFDSTUK II:** **Lichtschakelingen**



**Mevrouw Courtmansschool**

Mevrouw Courtmanslaan 80  
9990 Maldegem  
Tel. (050) 72 88 80 - Fax (050) 72 88 89

Leraar: Tom Caboor

U kunt de volledige  
cursus bekomen via het contactformulier

# **BESLUIT.**

---

## **Besluit**

Na het volgen van deze cursus heb je een degelijke basis ontwikkeld in verband met de praktische werken binnen de koelinstallaties. De nodige voorkennis is bereikt om het volgend leerjaar aan te vatten.

Voor updates van oefeningen, vragen of andere opmerkingen kan je altijd terecht op mijn website: <http://www.cooltec.be>.

of via E-mail: <mailto:info@cooltec.be>

## **Tom Caboor**

Leerkracht mechanica, koeltechniek, constructielessen



## **Mevrouw Courtmansschool**

Mevrouw Courtmanslaan 80  
9990 Maldegem  
Tel. (050) 72 88 80 - Fax (050) 72 88 89

**Elk onderdeel van deze cursus is door mezelf samengesteld. Indien er kopieën gemaakt worden dien je eerst toestemming te krijgen van de samensteller, T. Caboor. De naam van de samensteller MOET op elke kopie, na toestemming, vermeld worden.**

© T. Caboor

---

Ontwerp: T. Caboor

- P. 156 -

---