



# UNIVERSITEIT GENT

## CAMPUS KORTRIJK



# ANALYTISCHE CHEMIE

---

Introductie



UNIVERSITEIT GENT  
CAMPUS KORTRIJK

Open les februari 2024

# INLEIDING

- Studiefiche:

<https://studiekiezer.ugent.be/2023/studiefiche/nl/I610014>



## Analytische chemie (I610014)

## Studiefiche

Vanaf academiejaar 2023-2024

**Cursusomvang** *(nominale waarden; effectieve waarden kunnen verschillen per opleiding)*

**Studiepunten 3.0** **Studietijd 90 u**

**Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2023-2024**

A (semester 2)	Nederlands	Kortrijk	hoorcollege werkcollege practicum
----------------	------------	----------	---

**Lesgevers in academiejaar 2023-2024**

Dumoulin, Ann	LA24	Verantwoordelijk lesgever
Vandenbussche, Caroline	LA23	Medewerker

**Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2023-2024**

<a href="#">Bachelor of Science in de bio-industriële wetenschappen</a>	stptn	aanbodsessie
	3	A



# INTRODUCTIE

- Leermateriaal:
  - Cursustekst via cursusdienst
  - Presentaties via leerplatform Ufora
  - Spreadsheets via leerplatform Ufora
  - Oefeningen via leerplatform Ufora
  - Practicumnota's via leerplatform Ufora
- Activerend leren
  - Studenten gaan **actief** aan het werk met de leerstof

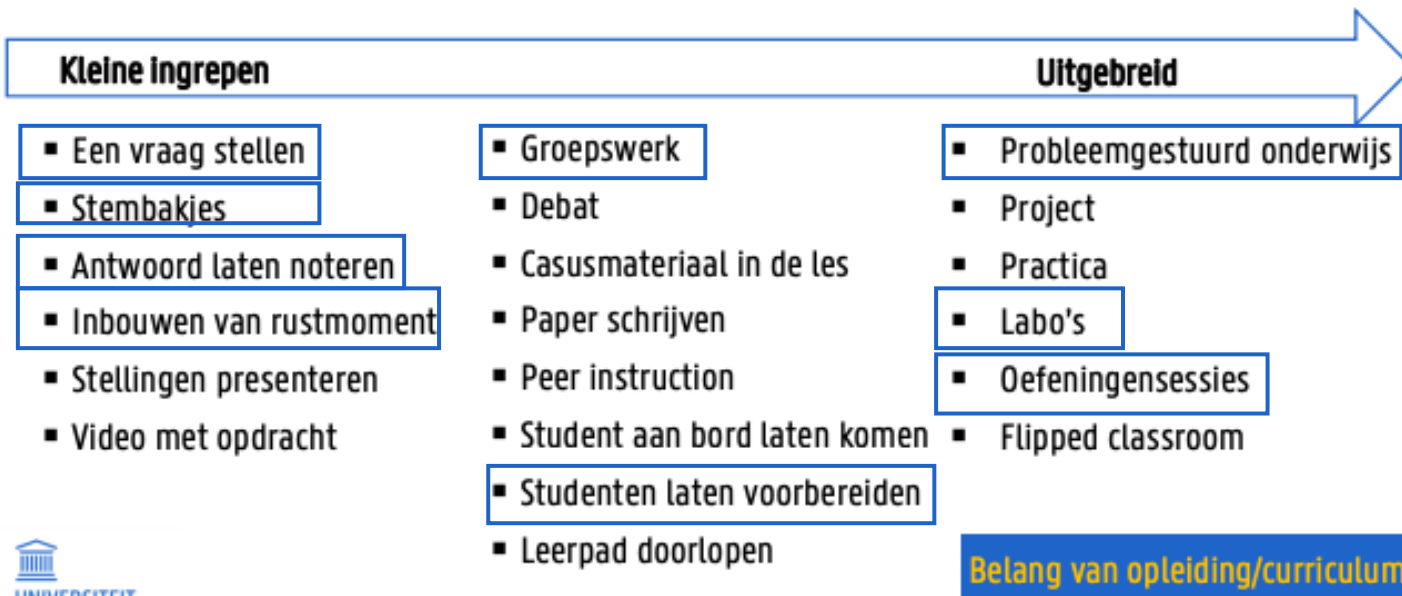


# ACTIVEREND LEREN



## Gebruikte werkvormen

Activeren kent veel verschillende gedaantes... een aantal voorbeelden!



# AANPAK

- Hoorcolleges en oefeningsessies lopen door elkaar
- Na het bespreken van theoretische concepten wordt de invloed van parameters bestudeerd m.b.v. excel-software  
=> altijd laptop meebrengen
  - De excelsheets worden aangeboden via het leerplatform en moeten vooraf gedownload worden
  - De oefeningen en opdrachten worden ingediend via het leerplatform
- Practica:
  - Practicumnota's (incl veiligheid) via Ufora
  - Voorbereiden
  - De laboverslagen indienen via het leerplatform



# AANPAK

- Labosessies om de leerstof in de praktijk uit te voeren





# INHOUD

- Wat is analytische chemie
  - Rol
  - Stappen (keuze methode, monstername, uitvoering, verwerking resultaten)
- Titrimetrische methoden
  - Algemene aspecten
  - Neutralisatietitraties (->practicum)
  - Argentometrische neerslagtitraties (->practicum)
  - Complexometrische EDTA-titraties
- Gravimetrische methoden
- Elektrochemische methoden
  - Elektrochemische cel
  - Redoxtitratie (-> practicum)
  - Potentiometrie
  - Conductometrie

# PLANNING

## Planning Analytische chemie 2023-2024



	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
	16 feb	23 feb	1 ma	8 ma	13 ma	21 ma	25 ma	19 apr	26 apr	3 mei	6 mei	17 mei
<b>Eind-competenties</b>	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3,4	1,2,3	2,3,4	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3,4	1,2,3
<b>Inhoud</b>	Introductie Inleiding Titratie (algemeen)	Neutralisatie	Neutralisatie	Neutralisatie	Lab <u>neutralisatie</u>	<u>neerslag</u>	Lab <u>neerslag</u>	Complex.	Elektro- <u>analytische</u>	Elektro- <u>analytische</u>	Lab Redox	Gravimetrie
<b>Werkvormen</b>	HC Oef	HC Oef	HC Oef	HC Oef	Lab	HC Oef	Lab	HC Oef	HC Oef	HC Oef	Lab	HC Oef
<b>Evaluatie&amp; feedback</b>	Taak	Taak	Taak	Taak	Verslag	Taak	Verslag	Taak	Taak	Taak	Verslag	
<u>Ufora</u>	Presentatie Oefeningen	Presentatie Oefeningen Excelsheet	Presentatie Oefeningen Excelsheet	Presentatie Oefeningen Excelsheet	<u>Labnota's</u>	Presentatie Oefeningen Excelsheet	<u>Labnota's</u>	Presentatie Oefeningen Excelsheet	Presentatie Oefeningen Excelsheet	Presentatie Oefeningen Excelsheet	<u>Labnota's</u>	Presentatie Oefeningen

# EINDCOMPETENTIES

- Toepassen van concepten mbt chemische evenwichten voor chemisch-analytische problemen.
- Een probleem analyseren, de meest geschikte techniek kiezen (ook normen raadplegen), de analyse op een analytisch verantwoorde wijze uitvoeren.
- De meetresultaten verwerken en rapporteren

# EVALUATIE

- Labo: permanente evaluatie, 30%
- Oefeningen/opdrachten: permanente evaluatie, 30%
- Theorie: mondeling examen met schriftelijke voorbereiding, 40%

# STUDIEBEGELEIDING

- Ann Dumoulin:

[ann.dumoulin@ugent.be](mailto:ann.dumoulin@ugent.be)



- Caroline Vandenbussche:

[caroline.vandenbussche@ugent.be](mailto:caroline.vandenbussche@ugent.be)



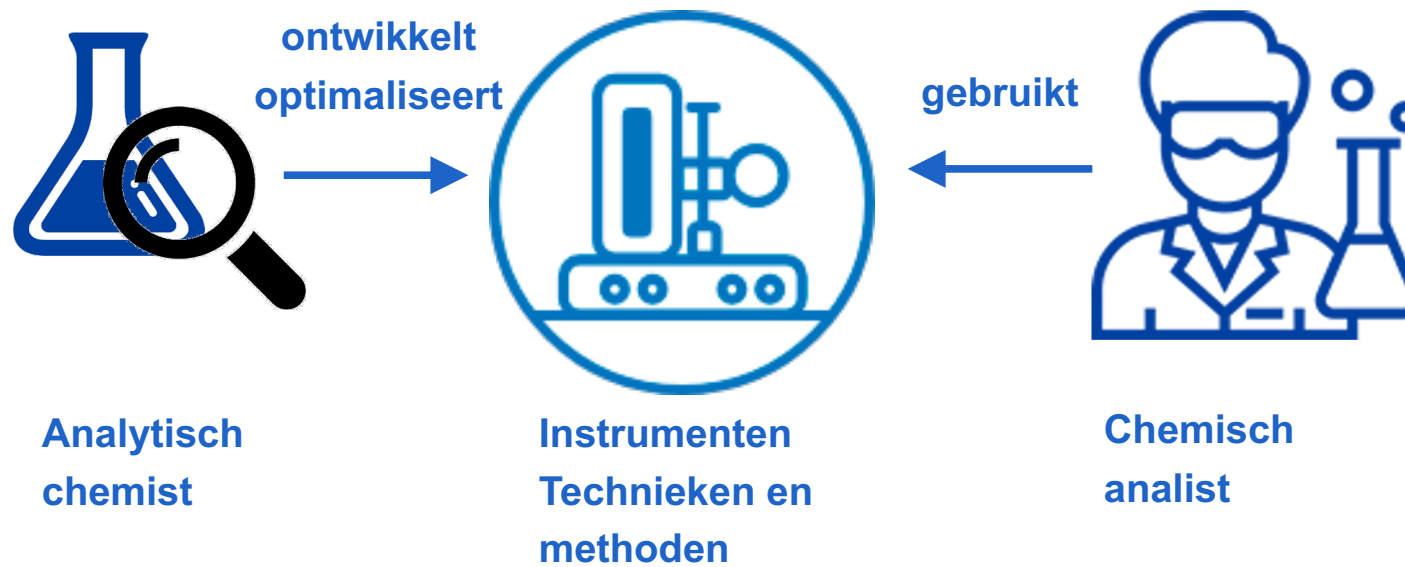


# ANALYTISCHE CHEMIE

---

## 1. Inleidende begrippen en GLP bij chemische analyse

# ANALYTISCHE CHEMIE VS CHEMISCHE ANALYSE



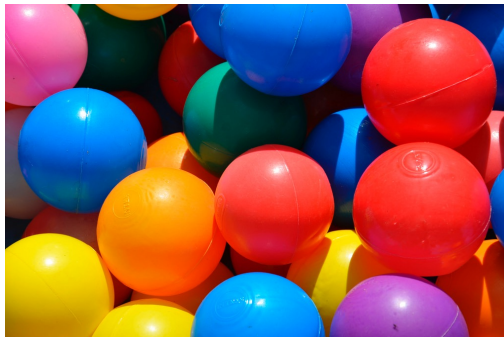
# KWALITATIEVE EN KWANTITATIEVE ANALYSE

Kwalitatief



kwantitatief

wat



hoeveel

3 rode





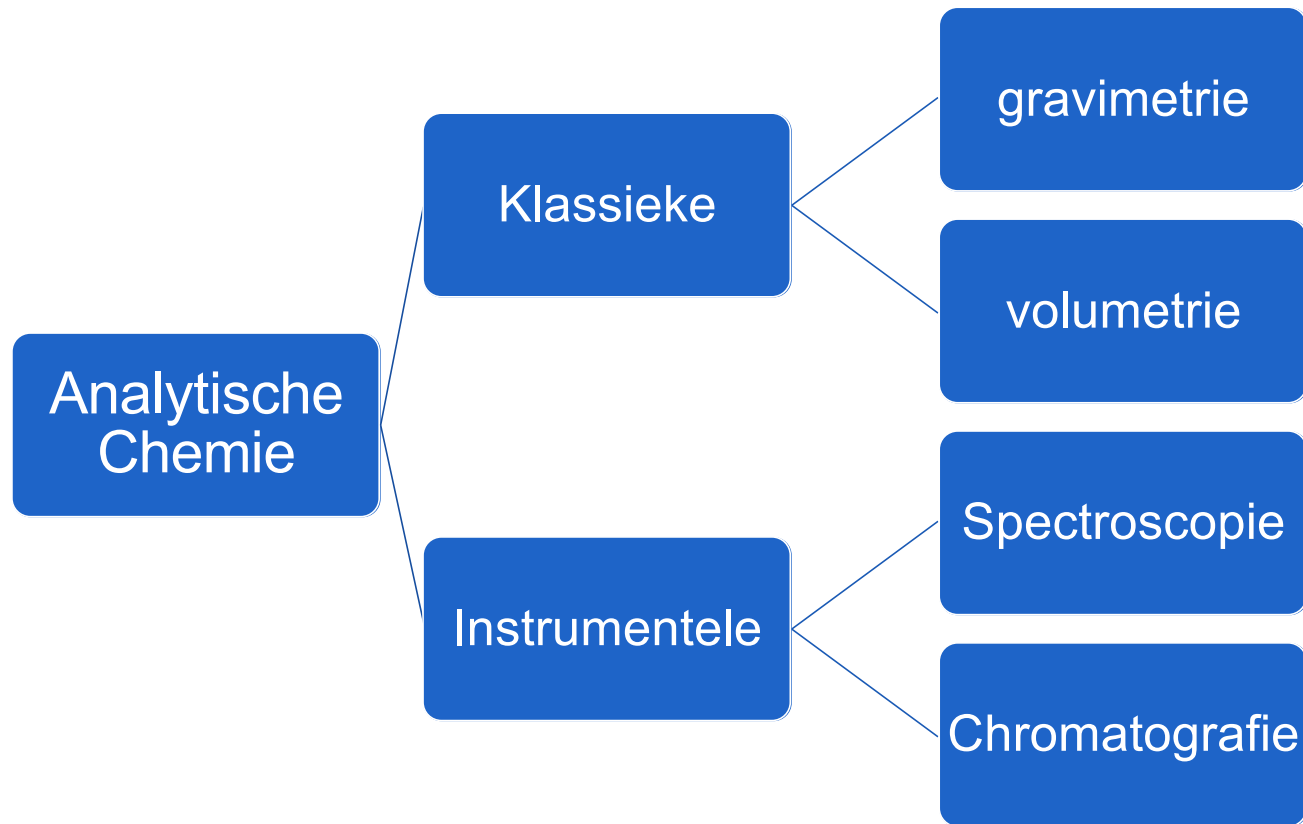
# MULTIDISCIPLINAIR



# GROENE ANALYTISCHE CHEMIE (GAC)

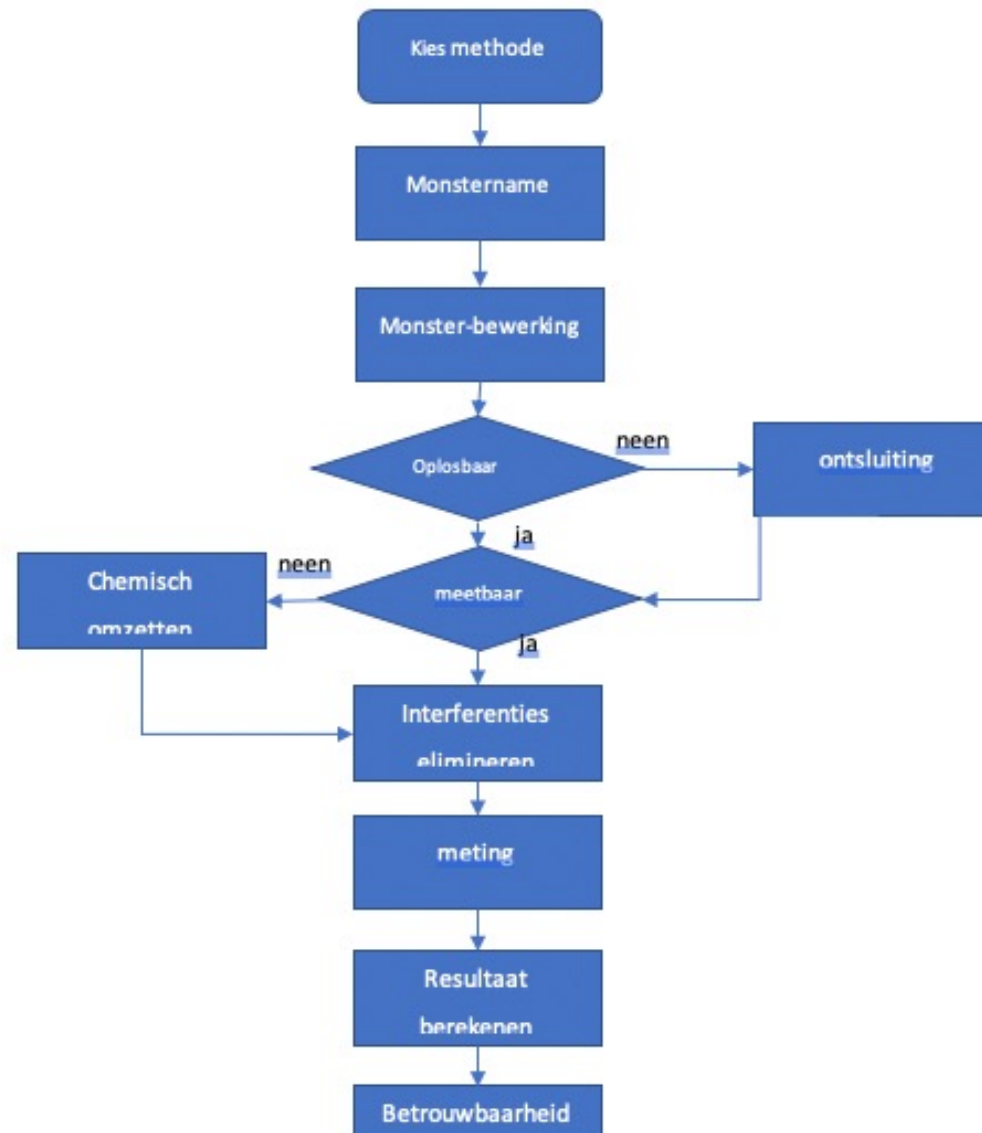


# ANALYTISCHE CHEMIE

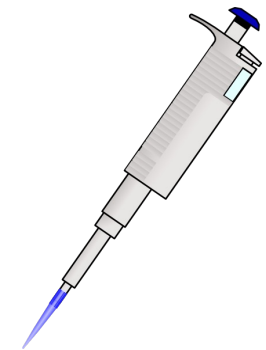
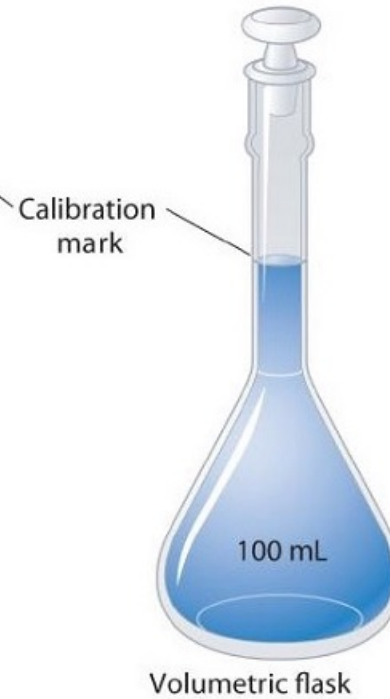
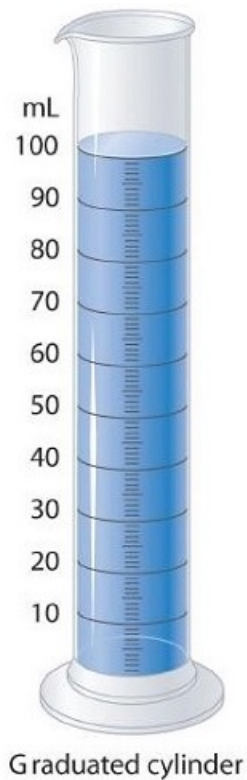
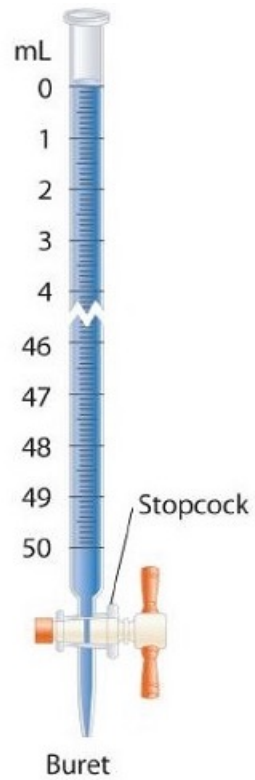


# GLP BIJ CHEMISCHE ANALYSE

# GLP: STAPPEN

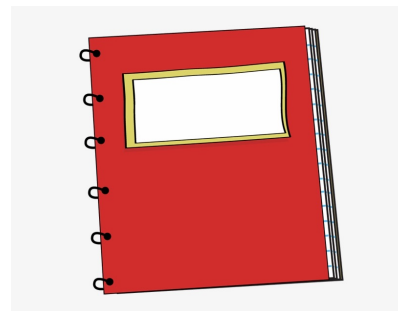
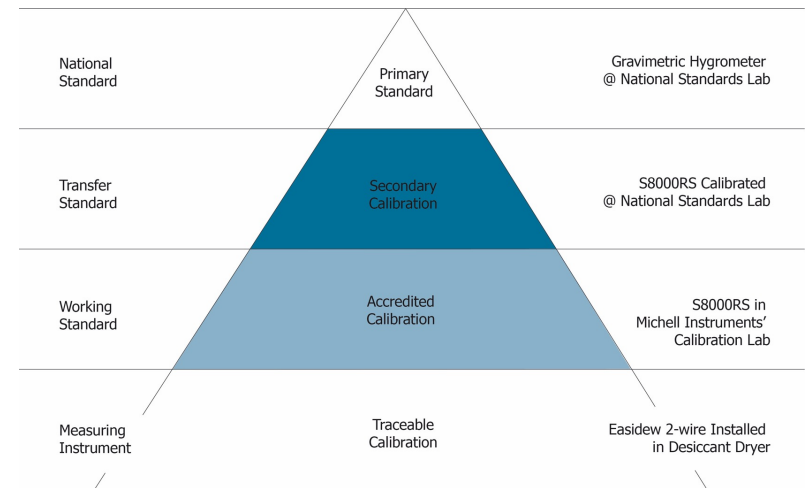
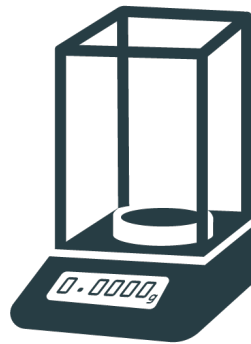
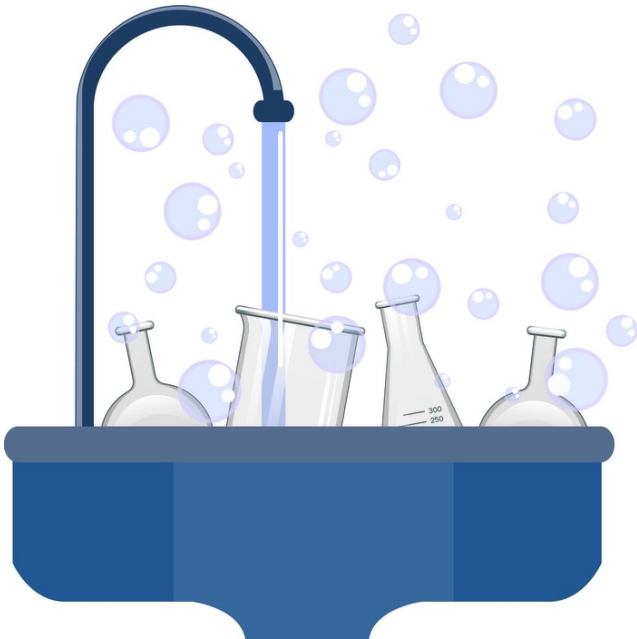


# GLP: LABORATORIUMMATERIAAL



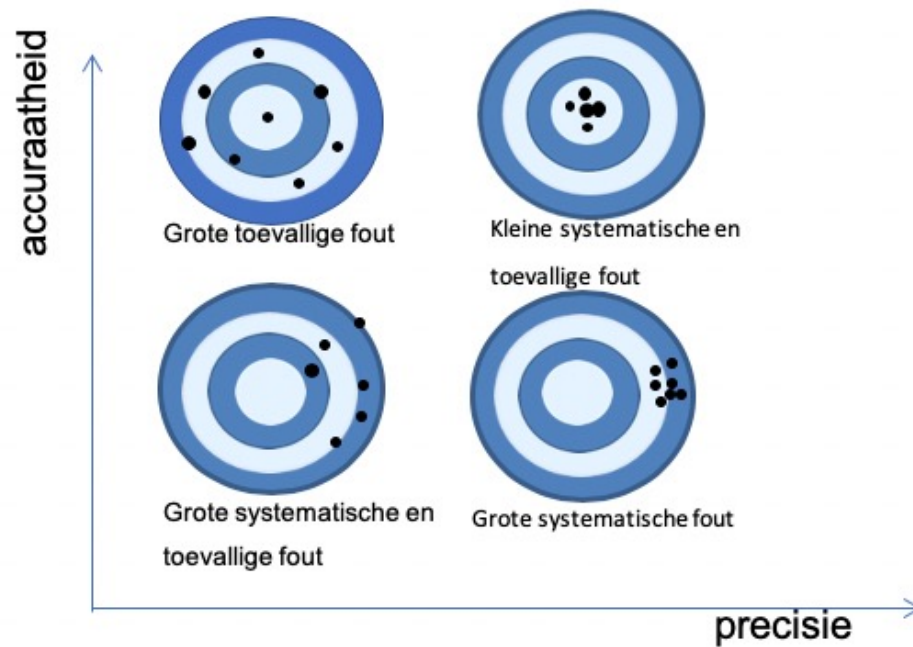
# GLP: TIPS NAUWKEURIG WERK

## – Mogelijke foutenbronnen



~~Persoonlijke  
Instrumentele  
Methodische~~

# GLP: STATISTISCHE VERWERKING





# GLP: STATISTISCHE VERWERKING

- Het gemiddelde (Excel: =GEMIDDELDE of ‘=AVERAGE’)

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- De mediaan (Excel: =MEDIAAN( , ) of ‘=MEDIAN’)
- Klassieke statistiek

Oneindig aantal meetwaarden

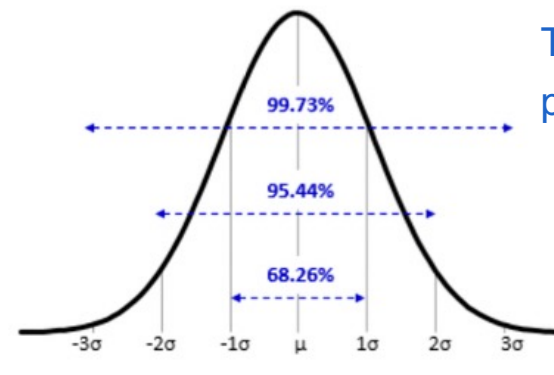
Populatiegemiddelde  $\mu$

**standaarddeviatie  $\sigma$**

(excel: =STDEV.P( , ))

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n}}$$

Betrouwbaarheidsinterval



Taak 1  
p 1-7



Figuur 1-4: Klassieke statistiek bij een oneindig aantal metingen

# GLP: STATISTISCHE VERWERKING

- Kleine steekproef (2 - 20 metingen)
  - standaarddeviatie (Excel: =STDEV.S( , ) ):

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$



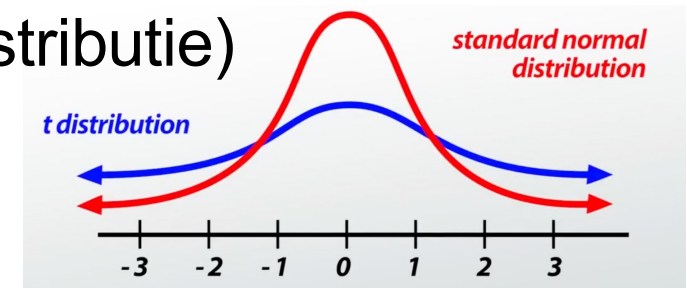
toepassen op vb p 1-7

- Betrouwbaarheidsinterval (Student-T-distributie)

$$\mu = \bar{x} \pm t_{n-1} \times \frac{s}{\sqrt{n}}$$

- Weergave resultaat: vb p I-11

voorbeeld:  $\bar{x} \pm s = 10,10 \pm 0,01 \quad (n = 5)$



toepassen op vb p 1-7

# GLP: STATISTISCHE VERWERKING

- Betrouwbaarheidsinterval voor het testen van hypothesen:

$$\bar{x} - \mu = \pm \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

- Voorbeeld cursus p I-12: n=5, 95% → t=2,78

$$\bar{x} - \mu = 0,0276 - 0,0280 = -0,0004$$

$$\pm \frac{ts}{\sqrt{n}} = \pm 0,0006 \Rightarrow \text{betrouwbaar}$$

0,0271	
0,0282	
0,0279 gemiddelde	0,0276
0,0271 Stdev.s	0,0005
0,0275	

vb p 1-7 als de werkelijke waarde = 10,08, is de methode valabel voor 95% betrouwbaarheidsinterval?



# GLP: STATISTISCHE VERWERKING

- Verwerpen van meetwaarden (Q-test)

$$Q_{\text{exp}} = \frac{x_{\text{slecht}} - x_{\text{buur}}}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}$$

vb p I-13

% CaO
55,95
56,00
56,04
56,08
56,23

- Vb p 1-7, 10,20 verwerpen (95% betrouwbaarheid)



# GLP: STATISTISCHE VERWERKING

- Verwerpen van meetwaarden (Grubb's test)

$$G_{\text{exp}} = \frac{|x_{\text{slecht}} - x_{\text{buur}}|}{s}$$

vb p I-13

% CaO
55,95
56,00
56,04
56,08
56,23

- Vb p 1-7, 10,20 verwerpen (95% betrouwbaarheid)



# GLP: STATISTISCHE VERWERKING

- Propagatie van fouten

## Som/verschil

$$y = k + k_a \cdot a + k_b \cdot b + k_c \cdot c$$



$$s_y = \sqrt{(k_a \cdot s_a)^2 + (k_b \cdot s_b)^2 + (k_c \cdot s_c)^2}$$

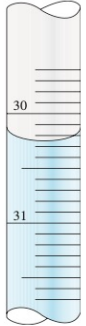
## Vermenigvuldigen/delen

$$y = \frac{ab}{cd}$$



$$\frac{s_y}{y} = \sqrt{\left(\frac{s_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{s_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{s_c}{c}\right)^2 + \left(\frac{s_d}{d}\right)^2}$$

# RESULTATEN RAPPORTEREN



Beduidende cijfers (significante cijfers)

$$30,2 < V < 30,3$$

=> 30,25ml = 4 beduidende cijfers:

3 zeker, 1 onzeker

te schrijven als **30,25** ml of **0,03025** l

Getal	Significante cijfers	Decimalen
2,0	2	1
0,020	2	3
$2,0 \times 10^{-3}$	2	1
2,01	3	2
1,020	4	3

# RESULTEN RAPPORTEREN

## • Beduidende cijfers bij berekeningen

- De som of het verschil van een groep getallen kan slechts evenveel beduidende cijfers rechts van de komma hebben als het getal met de minst beduidende cijfers rechts van de komma.  
 $11,5 + 14,411 + 13,65 = 39,561 \Rightarrow 39,6$
- Bij een vermenigvuldiging of deling van een groep getallen kan het eindresultaat niet meer beduidende cijfers bevatten dan het getal met de minste beduidende cijfers.  
 $61,45 \times 2,70 = 165,915 \Rightarrow 166$
- Bij het logaritme behoudt men evenveel cijfers na de komma als er beduidende cijfers zijn in het origineel getal (het aantal significante cijfers wordt het aantal decimalen).  
 $\log(4,000 \times 10^{-5}) : -4,39794 \Rightarrow -4,3979$
- Bij het antilogaritme/machtsverheffingen behoudt men evenveel cijfers als er cijfers zijn na de komma in het origineel getal (het aantal decimalen wordt het aantal significante cijfers).  
 $10^{12,5} = 3,16227766 \times 10^{12} \Rightarrow 3 \times 10^{12}$



# RESULTATEN RAPPORTEREN

- Afronden

- Eerstvolgende cijfer  $<5$ : 3,6**5**3 met drie beduidende cijfers wordt 3,6**5**

- Eerstvolgende cijfer  $>5$ : 3,4**6**8 met drie beduidende cijfers wordt 3,4**7**

- Eerstvolgende/laatste cijfer=5:

Het vorige cijfer wordt altijd even:

41,6**7**5 met 4 beduidende cijfers => 41,6**8**

7,4**3**5 met 3 beduidende cijfers => 7,4**4**

Men doet dit om te vermijden dat men altijd in dezelfde richting corrigeert.

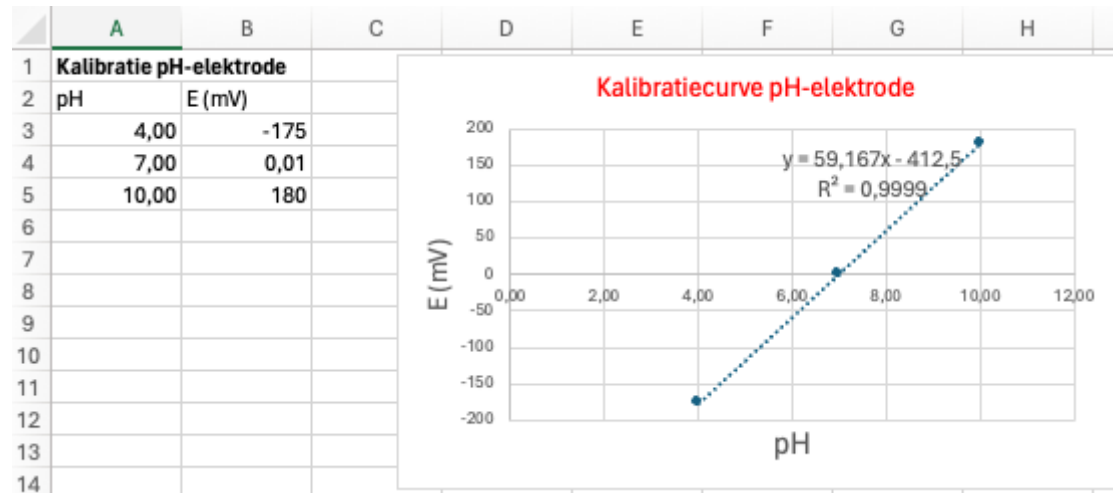
# RESULTATEN RAPPORTEREN

- Wetenschappelijke notatie:

2820000=2,82x10<sup>6</sup>

cijfer tss 1 en 10

- Kalibratiecurve: methode kleinste kwadraten



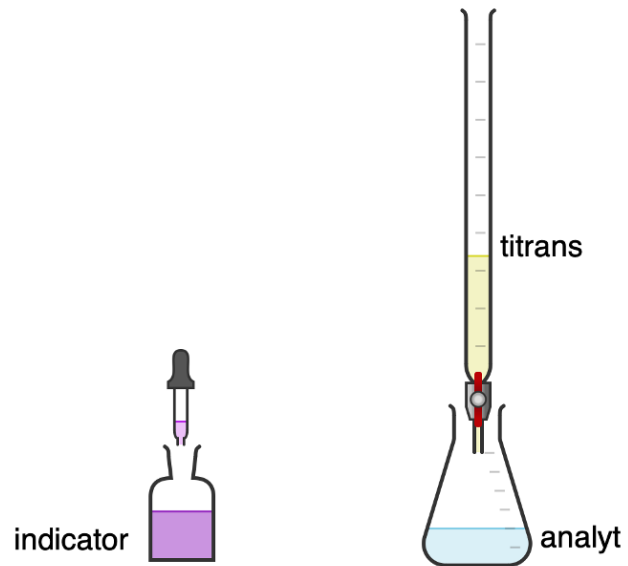


# ANALYTISCHE CHEMIE

---

## 2. Algemene aspecten bij volumetrische titraties

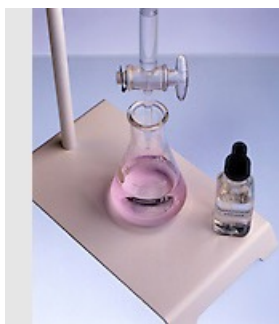
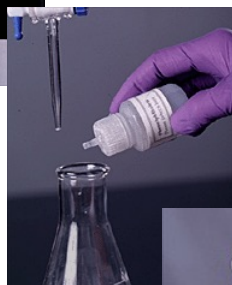
# TERMINOLOGIE



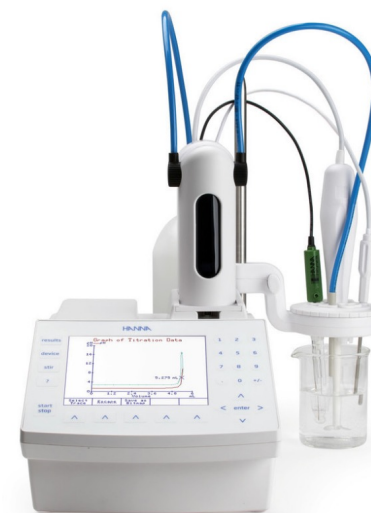
# TERMINOLOGIE



Manueel

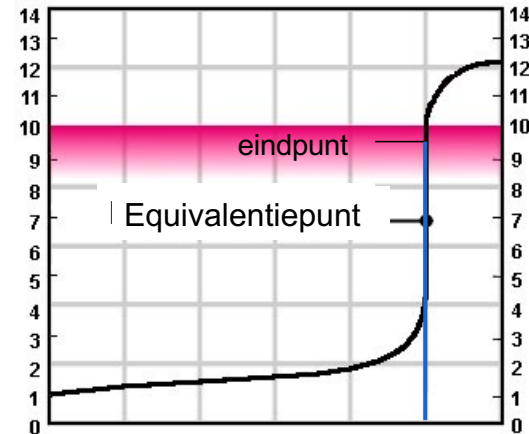
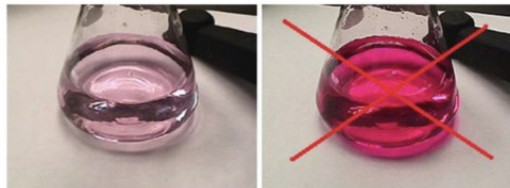


Automatisering



# TERMINOLOGIE

- Equivalentiepunt: theoretisch punt
  - Eindpunt: (visueel) waargenomen punt
- } titratiefout
- Indicator
  - Meetapparatuur



# STANDAARDOPLOSSING (TITRANS)

- Standaardoplossingen
  - Stabiel
  - Snelle reactie
  - Volledige reactie
  - Geen nevenreacties
  - Methode voor eindpuntdetectie



# VOLUMETRISCHE BEREKENINGEN

- Berekening van het aantal mol:

Hoeveelheid A (mol) = massa A (g) / molmassa A (g/mol)

- Hoeveelheid van A in een bepaald volume van een oplossing van A:

Hoeveelheid A (mol) = Volume (l) \* concentratie A (mol/l)

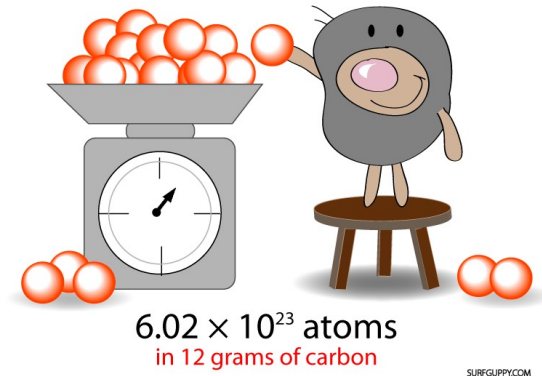


Bereken het aantal mol in 4,0000 g NaOH

Bereken de concentratie als ik 4,0000 g NaOH oplos en aanleng tot exact 1 l



altijd eenheden noteren

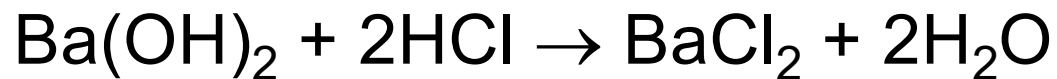




# TITRIMETRISCHE BEREKENINGEN

- ***Berekening van concentratie uit titratiegegevens***

50,00 ml HCl-oplossing werd getitreerd met 0,01963 mol/l Ba(OH)<sub>2</sub>. Het eindpunt werd bereikt na toevoegen van 29,71 ml. Bereken de concentratie van HCl.



- 2 mol HCl reageren met 1 mol Ba(OH)<sub>2</sub>
- Aantal mol Ba(OH)<sub>2</sub> = 29,71x10<sup>-3</sup> l \* 0,01963 mol/l = 5,832x10<sup>-4</sup> mol
- Aantal mol HCl = 5,832x10<sup>-4</sup> mol \* (2 mol HCl/mol Ba(OH)<sub>2</sub>) = 1,166x10<sup>-3</sup> mol
- Concentratie HCl = 1,166x10<sup>-3</sup> mol / 50,00x10<sup>-3</sup>l = 0,02332 mol/l

# TITRIMETRISCHE BEREKENINGEN

- ***Berekening van hoeveelheid analyt uit titratiegegevens***

Titratie van 0,4850 g van een monster via de Mohr-neerslagtitratie verbruikt 36,80 ml van 0,1060 mol/l AgNO<sub>3</sub>

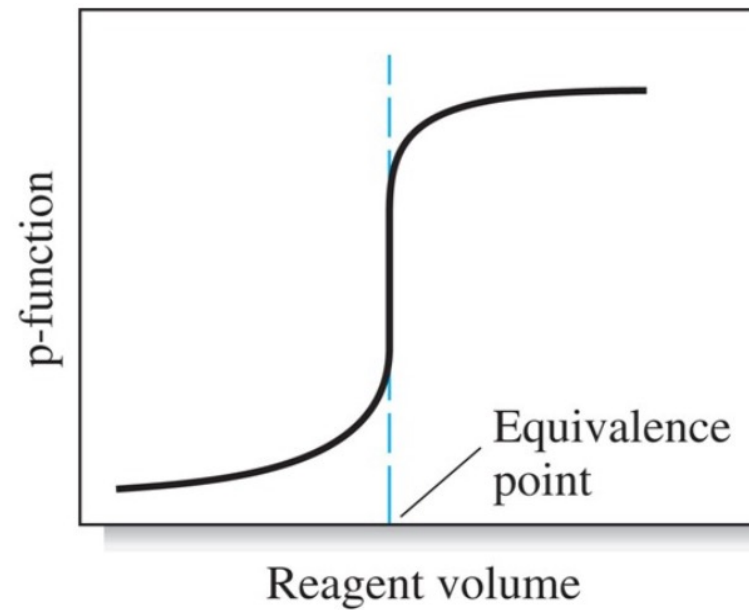
Bereken het percentage chloride in het monster.

De titratie reactie is  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_{(v)}$

- Aantal mol AgNO<sub>3</sub> = 36,80 × 10<sup>-3</sup> l × 0,1060 mol/l = 3,901 × 10<sup>-3</sup> mol = aantal mol Cl<sup>-</sup>
- massa Cl<sup>-</sup> = 3,901 × 10<sup>-3</sup> mol × 35,45 g/mol = 0,1383 g Cl<sup>-</sup>
- % Cl<sup>-</sup> = 0,1383 g Cl<sup>-</sup> / 0,4850 g monster × 100 = 28,52%

# TITRATIECURVEN

- Sigmoidale titratiecurven



# INDUSTRIËLE TOEPASSINGEN VAN TITRATIES



Ann Dumoulin

BIO-INDUSTRIËLE WETENSCHAPPEN

E [ann.dumoulin@ugent.be](mailto:ann.dumoulin@ugent.be)

[www.ugent.be](http://www.ugent.be)

 Ghent University  
 @ugent  
 Ghent University