

# Experimentele basistechnieken in de natuurkunde (GOP32A) Bachelor fysica



Prof. Riccardo Raabe  
raabe@kuleuven.be



Prof. Joris Van de Vondel  
joris.vandevondel@kuleuven.be

Dmitry Kouznetsov



Guillaume Libeert



Lens Dedroog



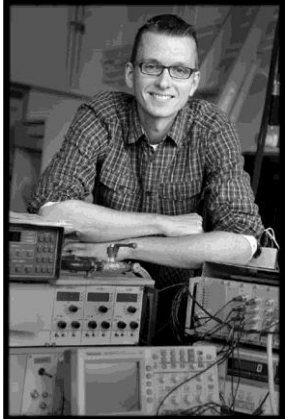
Bram van den Borne



Patrick Baumans



# Future disciplinary self



# Periodic Table of Elements

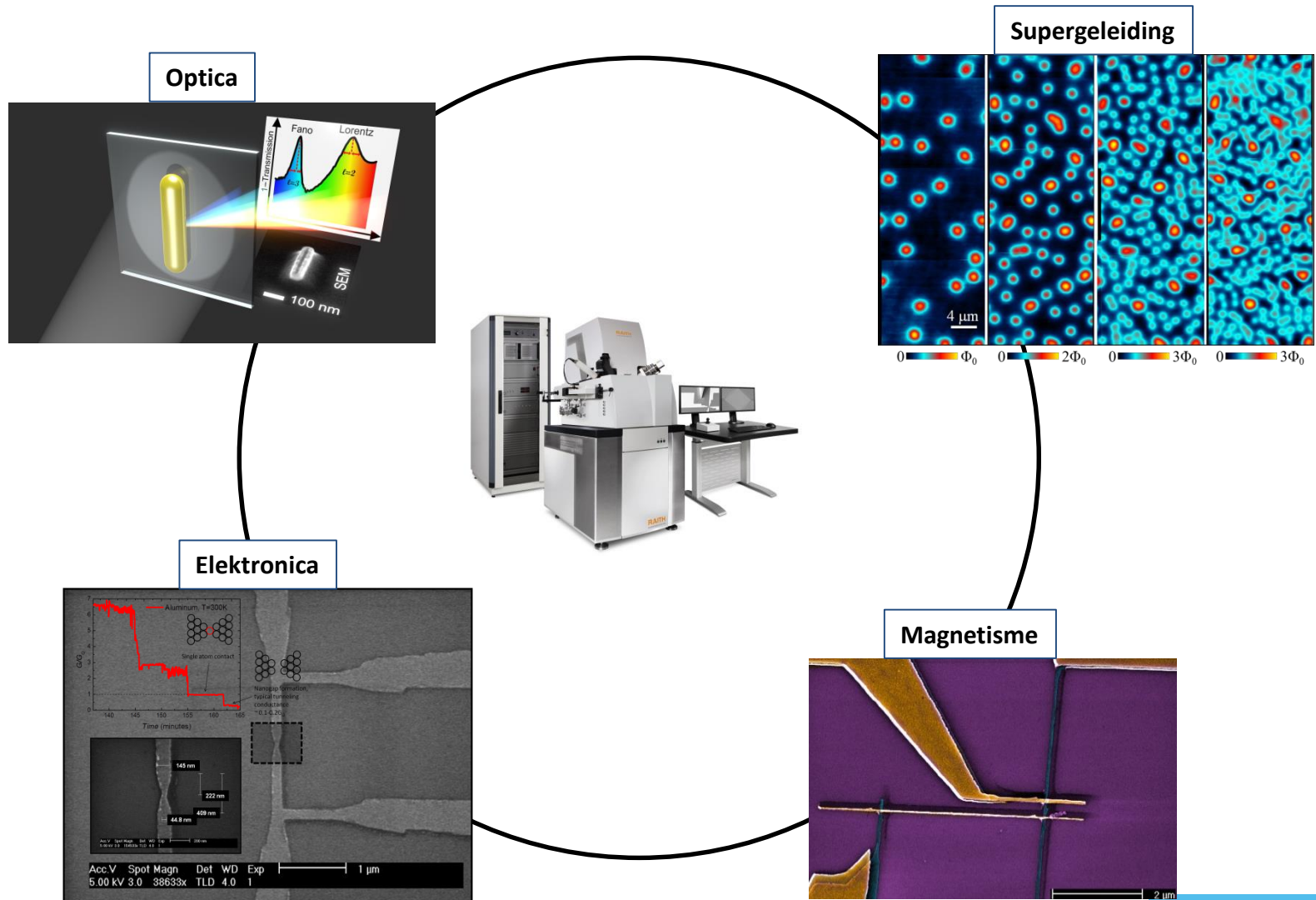
1A																	2		
1	H																	2	
2	Li	Be																	3
3	Na	Mg																	4
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

\* Lanthanide Series

+ Actinide Series

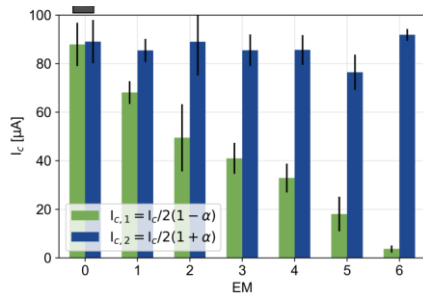
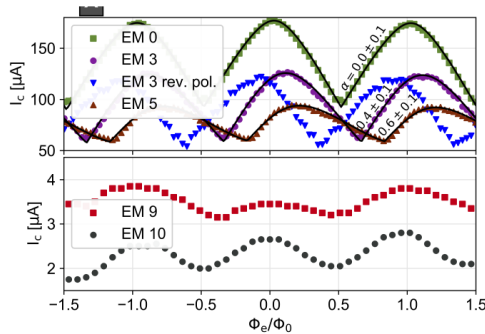


# Future disciplinary self

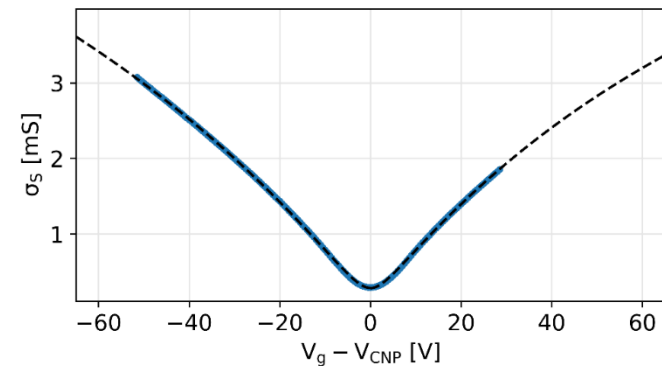
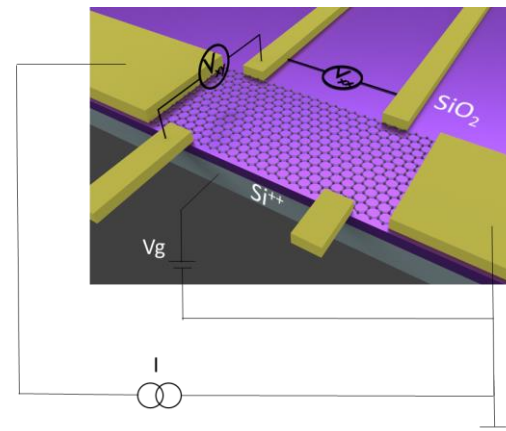


# Future disciplinary self

Wout Keijers



Guillaume Libeert

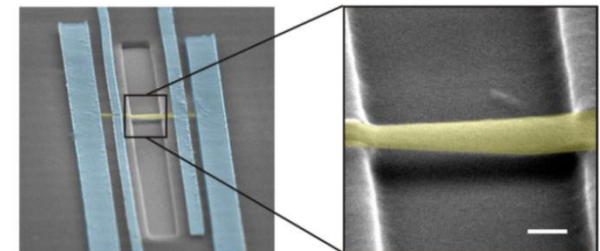
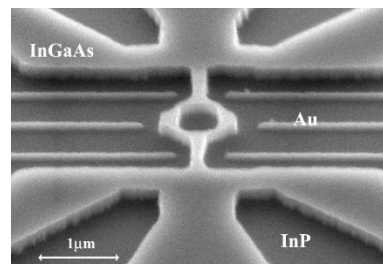
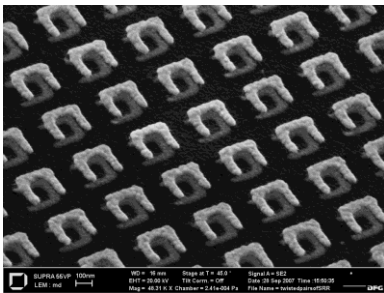
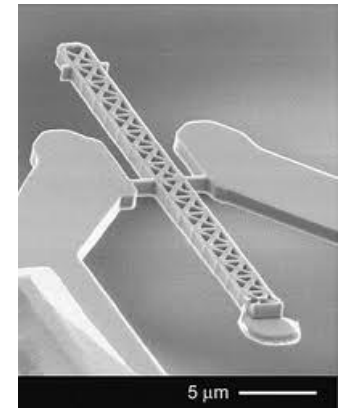
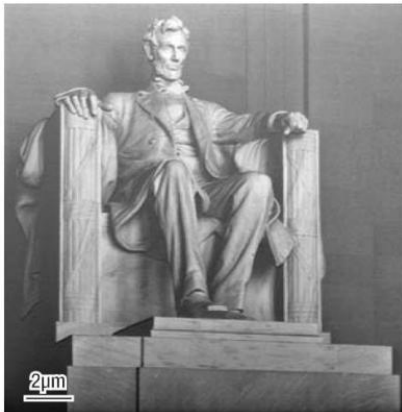


**Correcte data analyse, fitten is uitermate belangrijk!**



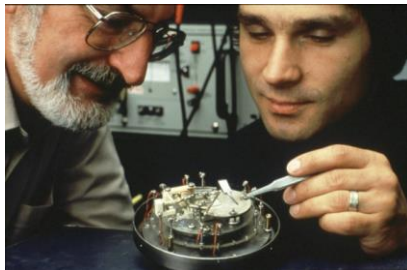
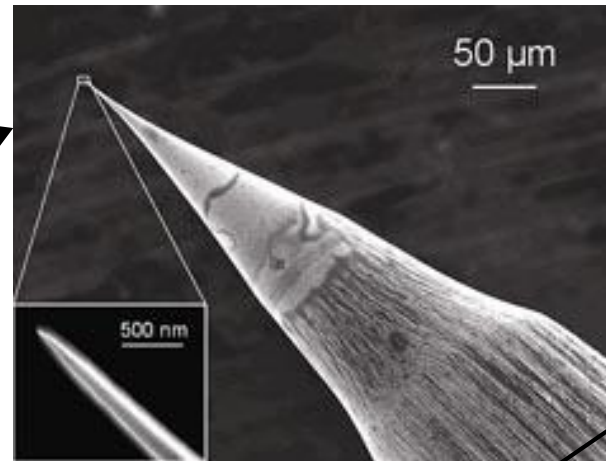
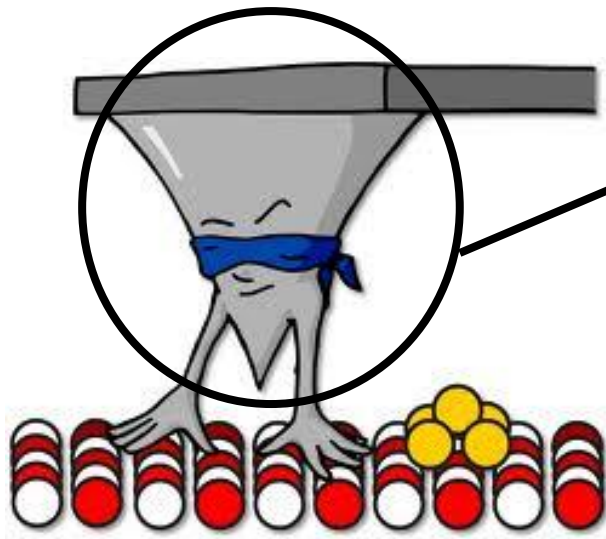
# Future disciplinary self

## Grootste verschil met 200C: Bvb Sample Fabricatie

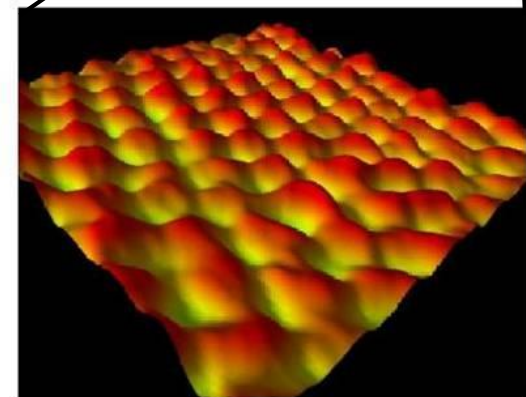


# Future disciplinary self

## Vb van een onderzoekstechniek: STM



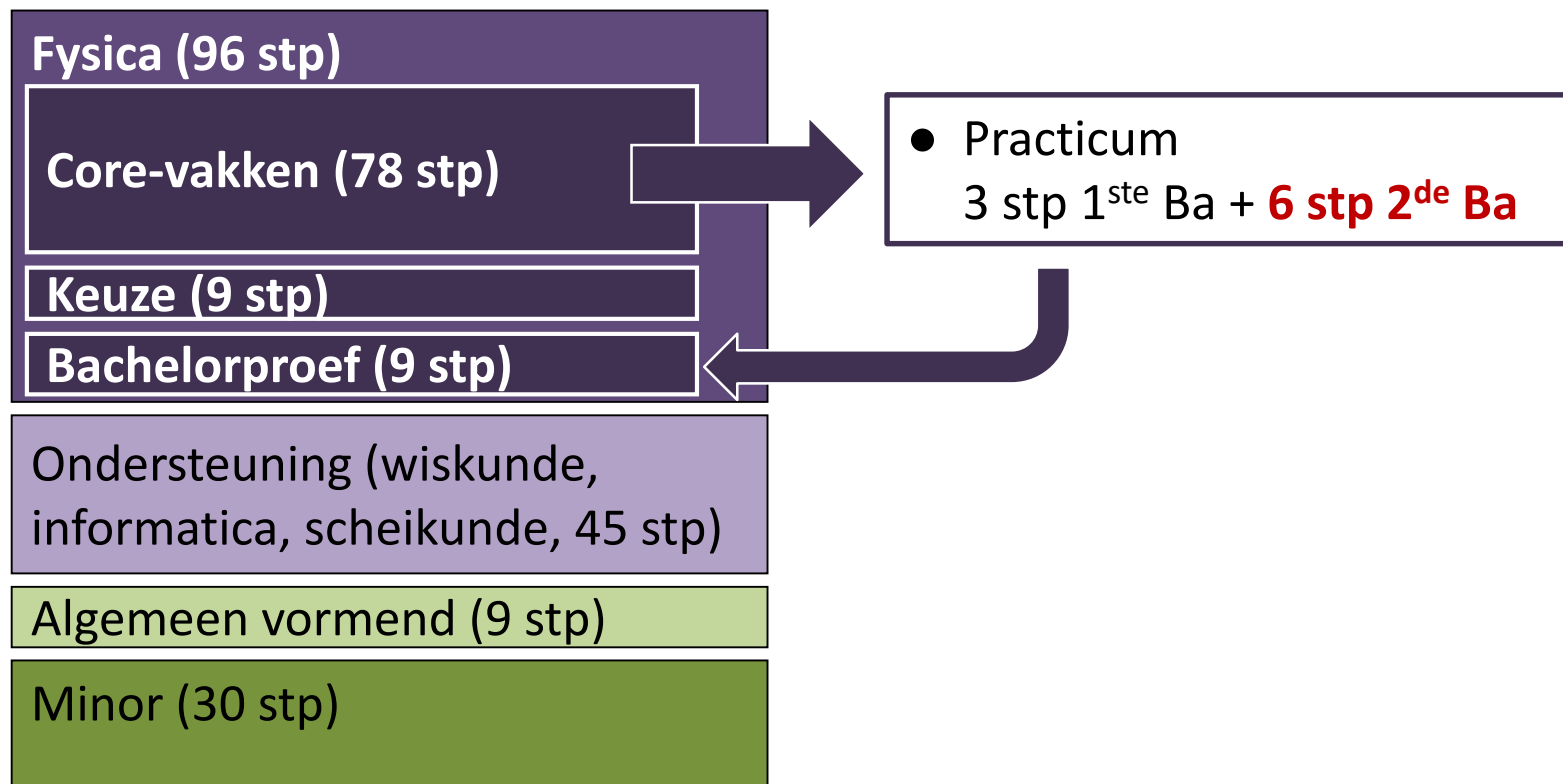
Gerd Binnig & Heinrich Rohrer (IBM)  
Nobelprijs fysica 1986



# Situering van het OPO in de opleiding

## Bachelor in de fysica

*Je krijgt inzicht en ervaring in de **proefondervindelijke** aspecten van de fysica via demonstratie-experimenten, aangepaste practica en projectwerk*



# Experimentele basistechnieken: leren meten

When you can measure what you are speaking about,  
and express it in numbers, you know something about it,  
when you cannot express it in numbers, your knowledge  
is of a meagre and unsatisfactory kind

***Lord Kelvin***

There are two possible outcomes:  
If the result confirms the hypothesis, then you've made a  
measurement.  
If the result is contrary to the hypothesis, then you've  
made a discovery.

***Enrico Fermi***



# Experimentele basistechnieken: leren meten

## Leren meten

- Technieken, methodes  
Data verwerken en analyseren  
Verslag maken, data presenteren  
→ in practica en projectwerk
- Meetfouten, schatten, fitten, model bespreken  
→ in les “schattingstheorie”
- Schema van een experiment, meetsysteem, signaal en ruis  
→ in lessen “meetsystemen”

# Maatschappelijke relevantie



www.nmi.nl



## Flow

Oil and gas flow meters and measurement systems all rely on accurate measurement results.

[Read more →](#)



## Utility

Smart meters are the future. Smart watt-hour meters, gas meters and water meters all rely on them.

[Read more →](#)



## Weighing

Weighing instruments, volume meters and load cells need to be accurate for fair trade and consumer goods.

[Read more →](#)



## Mobility

Speed needs to be measured precisely and taxi meters need to calculate the exact amount of kilometers.

[Read more →](#)



## E-mark

By reviewing your filling system from a metrological perspective, you get the finest and best returns.

[Read more →](#)



## Force

The strength of cables in industrial constructions and the hardness of tarmac need to be measured.

[Read more →](#)



## Verification

The obligatory test of a measuring instrument which checks whether it meets the statutory requirements.

[Read more →](#)



## Cyber Security and Safety

IEC 62443, in each of its specialized parts, covers all aspects playing a role in Cyber Security.

[Read more →](#)

# Vaardigheden en leerdoelen

## Leerresultaten Opleiding

1. Inzicht basismodellen fysica
2. Diepgaande kennis hedendaagse fysica
3. Vorming in de chemie
- 4. Kennismaken actief onderzoek op het Departement**
5. Inzichten wetenschapsfilosofie en levensbeschouwing
6. Beheren en toepassen wiskundige technieken
- 7. Fysische procedure begrijpen en aanpassen**
- 8. Informaticatechnologie gebruiken voor het verwerken van gegevens**
- 9. Inzicht methodologie en deontologie van onderzoek**
- 10. Vaardigheden om eigen onderzoek uit te voeren**
- 11. Vakliteratuur opzoeken en...**
- 12. ...verwerken**
13. Belang van fysica in wetenschap en maatschappij plaatsen
- 14. Logisch, kritisch en deductief redeneren**
15. Kritisch reflecteren over rol onderzoek in maatschappij
- 16. Ervaring werken in teamverband**
- 17. Standpunt verdedigen tegenover medestudenten**
- 18. In het Nederlands communiceren en presenteren**
19. Voldoende kennis van het Engels
20. Zelfstandig leeractiviteiten te plannen
21. ...

Komt in aanmerking

**Wordt geëvalueerd**

Dit OPO:

- Brede spectrum LR
- Geëvalueerde LR zijn specifiek

# Vaardigheden en leerdoelen

## Doelstellingen OPO (= aspecten die worden geëvalueerd)

1. Studenten verwerven een grondige kennis van de beginselen en methoden in de experimentele natuurkunde en krijgen de nodige vaardigheden betreffende basis instrumentatie.

**Algemeen doel**

2. Ze zijn in staat om een steekproef van gegevens te analyseren, de juiste resultaten en de bijbehorende onzekerheden af te leiden. Ze zijn in staat om te beslissen over de geldigheid of de afwijzing van een natuurkundig model op basis van kwantitatieve criteria.

**Les:  
schattingstheorie**

Studenten zijn vertrouwd met de instrumenten en methoden van signaal opmeting en verwerking. Op basis van deze kennis zijn ze in staat om een experiment te ontwerpen en optimaliseren.

**Lessen:  
meetsystemen**

3. Door daadwerkelijk een aantal experimenten uit te voeren, ontwikkelen studenten de nodige vaardigheden om gegevens en relevante informatie op te meten voor de verdere verwerking. Ze leren de resultaten te presenteren op een wetenschappelijk verantwoorde manier, in schriftelijke verslagen en mondelinge presentaties.

**Practicum + project**

**Twee evaluatiemomenten: verslagen – presentatie**

# Evaluatie: permanente evaluatie

**Geen eindexamen**

**Twee evaluatiemomenten**

- Verslagen (en voorbereidende opgaven) + Taken vanaf het tweede verslag (toenemende gewicht) gewicht: 16/20
- Presentatie van wetenschappelijk project gewicht: 4/20 (moet slagen!)



**Geen herexamen mogelijk!**



# Afspraken

- **Tijdstippen**

Xu – Xu10: beschikbaar voor vragen, inlichtingen...

les begint om Xu10 en eindigt om  $\leq X+3u$

Twee pauzen, telkens 10 min

- **Gedrag**

**actief deelnemen**

**maatregelen voor netheid en veiligheid naleven**



**VGM video's kijken op Toledo (verplicht)**

# Kalender (voorlopige versie)

## Eerste semester:

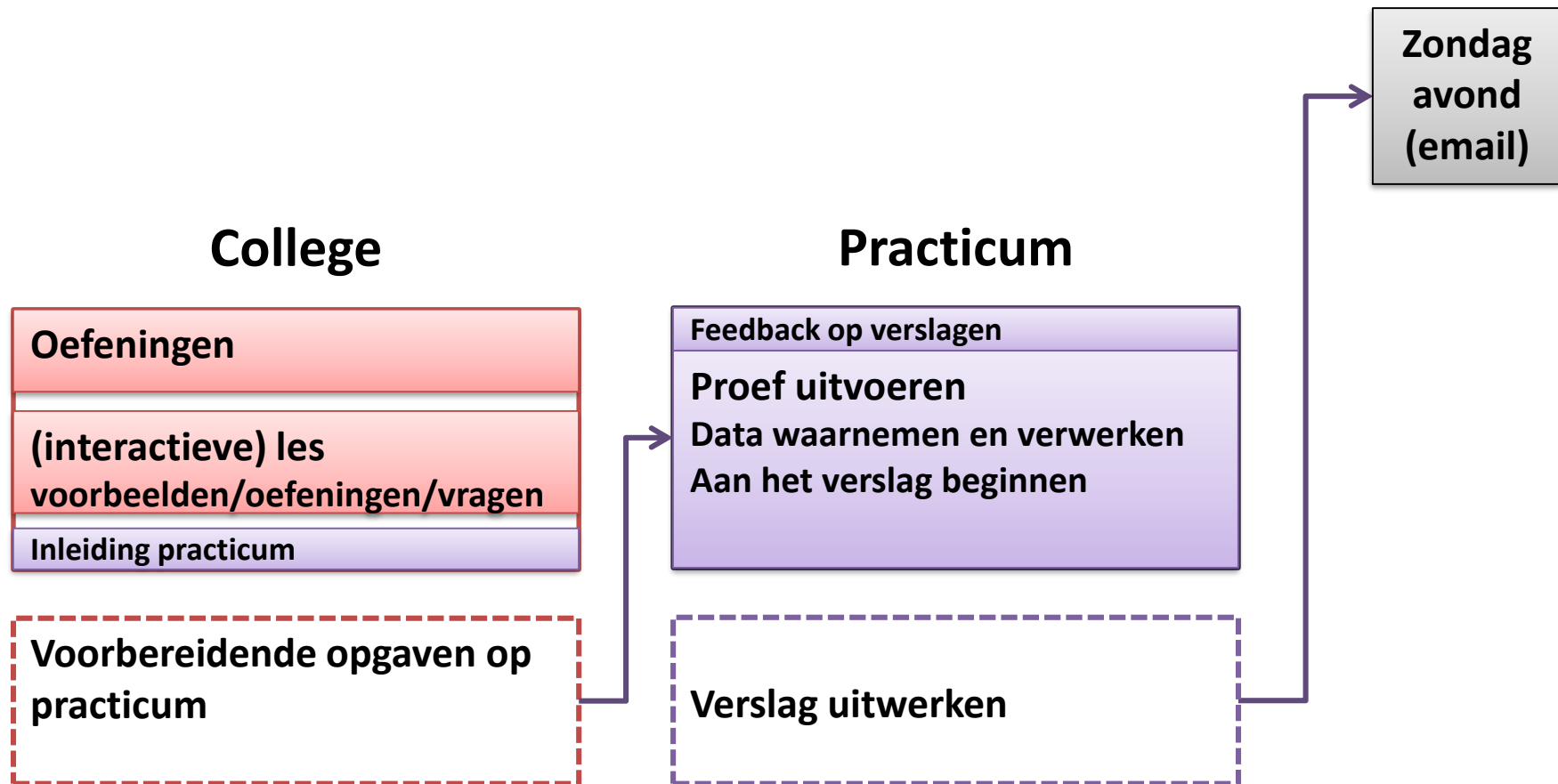
Datum	Inhoud
Maandag 4 oktober	Info, Theorie les
Maandag 11 oktober	Practicum 1: Metingen met de oscilloscoop
Maandag 18 oktober	Practicum 2: Netwerken en de wetten van Kirchhoff
Maandag 25 oktober	Python sessie
Maandag 8 November	Practicum 3: Wheatstonebruggen
Maandag 15 November	Practicum 4: zonnepanelen.
Maandag 22 November	Sessie rond veiligheid en bezoek aan labo's
Maandag 29 November	Practicum 5: kern fysica (stuur proef)
Maandag 6 December	Practicum 6: Gedwongen oscillatie en resonantie
Maandag 13 December	Sessie rond informatievaardigheden
Maandag 20 December	Afwerken verslagen

(ongeveer)

- 6 colleges
- (Virtuele) bezoek CBA
- 11 practicumssessies (9 verplichte + 2 keuze)
- 1 twee-week project
- Mini-colloquium

Elke maandag  
voormiddag of namiddag

# Hoe werken we?



# Leerstof (colleges)

## Deel I: fouten en schattingstheorie

- Fouten bij aflezing, foutenpropagatie
- Kansverdelingen, basisstatistiek
- Schatten van parameters en hun fouten
- Fitten van modellen

1 college

## Deel II - Natuurkunde experimenten

- Algemeen schema van een experiment
- Basis van elektrische schakelingen
- Eigenschappen van het meetsysteem
- Signaal theorie en ruis
- Sensoren: mechanische, elektromagnetische
- Signaal conditionering en verwerking

3-4 colleges

# Practica

- Twee reeksen, groepen van twee studenten  
Verdeling deze week op Toledo
- Stijlgids en handleidingen 1<sup>ste</sup> practicum deze week op Toledo
- Voorbereidende opgave: één per groep (nietjes gebruiken a.u.b.)
- 1<sup>ste</sup> verslag niet op punten  
Daarna alles (ook voorbereidende opgave) wel op punten  
Gewicht neemt toe doorheen het jaar
- Iedere groep voorziet één **laboschrift**  
(voor nota's, resultaten metingen)



# Samenvatting

## 1/ Wat wordt er verwacht van mij?

- Actieve deelnemen  
vragen beantwoorden, vragen stellen...
- Leerstof verwerken / de practica voorbereiden
- Maatregelen voor netheid en veiligheid naleven

# Samenvatting

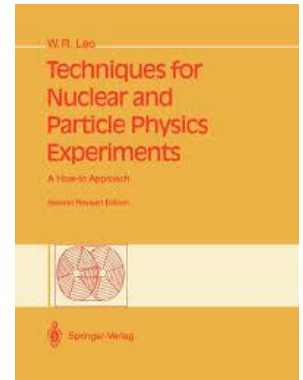
## 2/ Wat moet ik doen om te slagen

- Hoeveel tijd besteden?  
6 stp →  $\approx 150$  tot 180 uren, dwz  $\approx 6-7$  u/week x 26 weken
- Volg de lessen!  
Maak oefeningen, wees actief
- Werk met collega's mee  
Aan de verslagen  
Concepten aan elkaar uitleggen, vragen stellen
- Gebruik de feedback  
Werk aan je zwakke punten

# Studiemateriaal

## Op Toledo (GOP32a):

- Slides van de lessen
- Kopies: W.R. Leo, “Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments” (Hoofdstuk 4: Statistics and the Treatment of Experimental data)
- Handleidingen practica (beschrijving proef, opdrachten...)
- Richtlijnen verslagen met voorbeelden (stijlgids)



## Bijkomende literatuur

- Foutberekening:  
J.R. Taylor, “An Introduction to Error Analysis”,  
University Science Books, ISBN 0-935702-42-3
- Algemeen:  
G.L. Squires, “Practical Physics”,  
Cambridge University Press, ISBN 0-521-77045-9

