



PRACTICUM TOETS
Donderdag, 25 juli 2002

Lees dit eerst:

1. Voor beide experimenten heb je in totaal 5 uur tot je beschikking.
2. Gebruik uitsluitend de door de organisatie beschikbaar gestelde pen.
3. Beschrijf uitsluitend de voorkant van de bladen.
4. Gebruik voor elk onderdeel een nieuw blad.
5. Bij elk experiment is, afgezien van de blanco bladen waar je op mag schrijven, een aantal **antwoordbladen** waarop je de resultaten *moet* vermelden. Geef de numerieke resultaten met het, gezien de gegevens, significante aantal cijfers op.
6. Schrijf op de blanco bladen de resultaten van alle metingen en verder alles dat van belang is voor de oplossing van de opgave en waarvan je vindt dat dit moet worden beoordeeld. Gebruik echter zoveel mogelijk vergelijkingen, getallen, symbolen, figuren en grafieken. *Gebruik zo weinig mogelijk tekst.*
7. *Het is van het grootste belang* dat je in de hokjes bovenaan elk gebruikt blad je land (**Country**) en je studentnummer (**Student No.**) vermeldt. Tevens vul je in het nummer van het vraagstuk (**Question No.**), het paginanummer (**Page No.**) en het totale aantal bladen dat je gebruikt hebt en beoordeeld wilt hebben (**Total Pages**). Het is handig om aan het begin van elk blad het nummer en het onderdeel van het vraagstuk waar je mee bezig bent, te vermelden. Zet, als je bladen als kladpapier gebruikt dat je niet beoordeeld wenst te hebben, een groot kruis en neem het niet op in de nummering van de overige bladen.
8. Leg, als je klaar bent, de bladen in deze volgorde:
 - Antwoordbladen
 - De gebruikte bladen die moeten worden beoordeeld in de juiste volgorde
 - De bladen die **niet** moeten worden beoordeeld
 - De ongebruikte bladen en de opgaven.
 Doe de op volgorde gelegde papieren in de enveloppe en laat alles op tafel liggen. Je mag geen enkel papier of onderdelen van het experiment mee de zaal uit nemen.
9. NB De kleinste schaaldelen op het reageerbuisje en van het grafiekenpapier zijn onderling gelijk, **maar het zijn geen millimeters.**
10. Het elektrolyse-onderdeel van experiment I kost nogal veel (wacht)tijd. Let daarom goed op bij de indeling van je tijd. De experimenten en onderdelen daarvan mogen in willekeurige volgorde worden uitgevoerd en zelfs (gedeeltelijk) gelijktijdig.

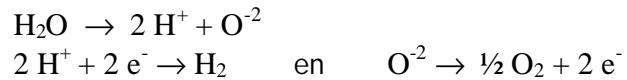
Gebruik indien nodig de volgende symbolen.

versnelling van de zwaartekracht	g	absolute temperatuur	T
gasdruk	P	frequentie	f
hoekfrequentie	$?$	slingertijd (periode)	T_{osc}
hoogte	h	lichtsnelheid	c
golflengte	$?$	brekingsindex	n
massa	m	algemene gasconstante	R
mechanische arbeid	W	lengte	l
diameter	f	elektrische stroomsterkte	I
elektrische lading	Q	lading van het elektron	e
constante van Boltzmann	k_B	straal	r
volume van een gas	V_g	spanning	V

Opgave 1. Bepaling van e/k_B m.b.v. elektrolyse

Theorie

De elektrolyse van water wordt beschreven door de volgende reactievergelijkingen:



De reactie vindt plaats wanneer een elektrische stroom loopt via twee elektroden die in water zijn ondergedompeld. De twee gassen die ontstaan tijdens de reactie mogen als een ideaal gas worden beschouwd.

Een van de gassen die geproduceerd worden, wordt opgevangen in een reageerbuis waarop een schaalverdeling is aangebracht. Deze schaalverdeling komt overeen met de schaalverdeling van het grafiekenpapier (geen millimeters).

De waarde van de grootte $\frac{e}{k_B}$ kan bepaald worden, als je de totale getransporteerde lading en de volume van het gas in de reageerbuis kent. Hierbij is e de lading van het elektron en k_B is de constante van Boltzmann.

Dit experiment is in 2 delen (die je in willekeurige volgorde kan uitvoeren) opgesplitst:

Deel A: IJking van de schaal op het buisje m.b.v. van een niet-statische methode.
Dit resultaat zal in deel B gebruikt worden.

Deel B: Bepaling van $\frac{e}{k_B}$ d.m.v. elektrolyse van water.

De volgende fysische grootheden kunnen gebruikt worden:

- De gravitatieversnelling $g = (9,78 \pm 0,01) \text{ m/s}^2$
- De verhouding tussen de binnen- en de buitenstraal van de reageerbuis $\alpha = 0,82 \pm 0,01$

De waarde van de temperatuur T en de luchtdruk P worden door de organisatoren verstrekt.

Apparatuur:

- Een reageerbuisje waarop een schaalverdeling is aangebracht
- Grafiekenpapier met dezelfde schaalverdeling als op het buisje
- Geïsoleerde koperdraden met 3 verschillende diameters:
 1. Dikke bruine draad
 2. Dunne bruine draad
 3. Blauwe draad
- Een regelbare spanningsbron (0 – 60 V, max. 1 A)
- Een plastic bakje en een fles met water
- Een koperen blokje met een plastic schroefklem om de elektrode op zijn plaats te houden zonder de isolatie van de draad te beschadigen
- Een digitale stopwatch
- Een multimeter (let op dat je deze op de juiste manier gebruikt)

- Een houten reageerbuis houder om de buis verticaal te zetten
- Een pipet
- Een statief
- Een flesje met witte correctievloeistof om streepjes te zetten
- Een breekmesje
- Een schaar
- Een rol plakband
- Een stalen kogel met bevestigingshaakje
- Een roestvrijstalen strip die gebruikt kan worden als elektrode

Experiment

Deel A: IJking van de schaal op de reageerbuis

- Beschrijf een niet-statische methode waarmee een schaaldeel op de reageerbuis kan worden geijkt in meters.
- Geef een uitdrukking die het verband geeft tussen de in dit experiment te meten grootheden. Betrek hierin de lengte-eenheid op de reageerbuis. Maak een schets van de opstelling.
- Doe metingen om deze ijking te kunnen doen en analyseer de meetsultaten.

Deel B: Bepaling van de fysische grootte $\frac{e}{k_B}$

- Maak een opstelling voor het elektrolyse experiment. Zorg ervoor dat je één van de geproduceerde gassen kan opvangen in de reageerbuis.
 - Geef de afleiding van de formule $I \cdot \Delta t = \frac{e}{k_B} \frac{2P(\rho r^2)}{T} \Delta h$.
- Hierbij is Δt = tijdsduur en Δh = verschil in waterniveau.
- Doe de nodige metingen en analyseer deze. Veronderstel dat de druk van het gas in de reageerbuis tijdens het experiment constant blijft.
 - Bepaal de waarde van $\frac{e}{k_B}$.

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages
Netherlands		1		

Deel B

1. Schets de door jou gebruikte meetopstelling [1 punt]

2. Geef de afleiding van de formule $I \cdot \Delta t = \frac{e}{k_B} \frac{2P(\rho r^2)}{T} \Delta h$.

Hierbij is Δt = tijdsduur en Δh = verschil in waterniveau. [1,5 punt]

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages
Netherlands		1		

3. Geef je meetresultaten in tabelvorm. [1 punt]

4. Bepaal de waarde van $\frac{e}{k_B}$ en de nauwkeurigheid van deze waarde. [1,5 punt]

Opgave 2. Optische *black box*

Beschrijving van het experiment

In dit experiment is het de bedoeling te bepalen welke optische voorwerpen zich in een *black box* bevinden. Het doosje is helemaal dicht met uitzondering van twee smalle spleten die met rood, doorzichtig plastic bedekt zijn. Uit de waargenomen optische verschijnselen moet je afleiden welke voorwerpen aanwezig zijn. De dikte van het rode plastic kan worden verwaarloosd. Men definieert de as van de *black box* als de lijn die de middens van de beide spleten verbindt. Afgezien van de rode stukjes plastic bevinden zich drie (al dan niet verschillende) optische voorwerpen in de *black box*.

Dat kunnen zijn:

- een spiegel die vlak, hol of bol kan zijn
- een lens die positief (convergerend) of negatief (divergerend) kan zijn
- een doorzichtige plaat met evenwijdige zijvlakken (planparallele plaat)
- een prisma
- een tralie (rooster)

Het materiaal van de voorwerpen die doorzichtig zijn, heeft een brekingsindex van 1,47.

Beschikbare apparatuur

- een laser pointer met een golflengte van 670 nm.

Waarschuwing: kijk nooit in de laserbundel !

- een optische rail
- een houder voor de *black box* die over de rail verplaatst kan worden
- een scherm dat aan het eind van de rail kan worden vastgemaakt, maar dat, losgeschroefd, ook voor andere doeleinden gebruikt kan worden
- een vel grafiekpapier (**let op: geen millimeterschaal**) dat met plakband op het scherm kan worden vastgemaakt.
- Een statief met klem die ook in opgave 1 gebruikt wordt.

De opgave:

Bepaal welke voorwerpen in de *black box* zitten en geef de bijbehorende specificaties:

Mogelijk voorwerp	te bepalen specificaties
spiegel	de kromtestraal en de hoek tussen de as van de spiegel en de as van de <i>black box</i>
lens *)	positief (convergerend) of negatief (divergerend), de brandpuntafstand en de positie in de <i>black box</i>
planparallele plaat	de dikte en de hoek tussen de plaat en de as van de <i>black box</i>
prisma	de tophoek en de hoek tussen een van de brekende vlakken en de as van de <i>black box</i>
tralie (rooster) *)	de tralieconstante (roosterconstante), de richting van de lijnen op het tralie (rooster) en de positie in de <i>black box</i>

*) deze voorwerpen staan loodrecht op de as van de *black box*.

Druk je resultaten uit in SI -eenheden en/of in de lengte-eenheid van het grafiekenpapier.

In deze opgave kun je een foutenbeschouwing achterwege laten.

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages
Netherlands		2		

ANTWOORDBLAD

1. Noteer welke drie optische voorwerpen zich in de *black box* bevinden:

No. 1 [0,5 punten]

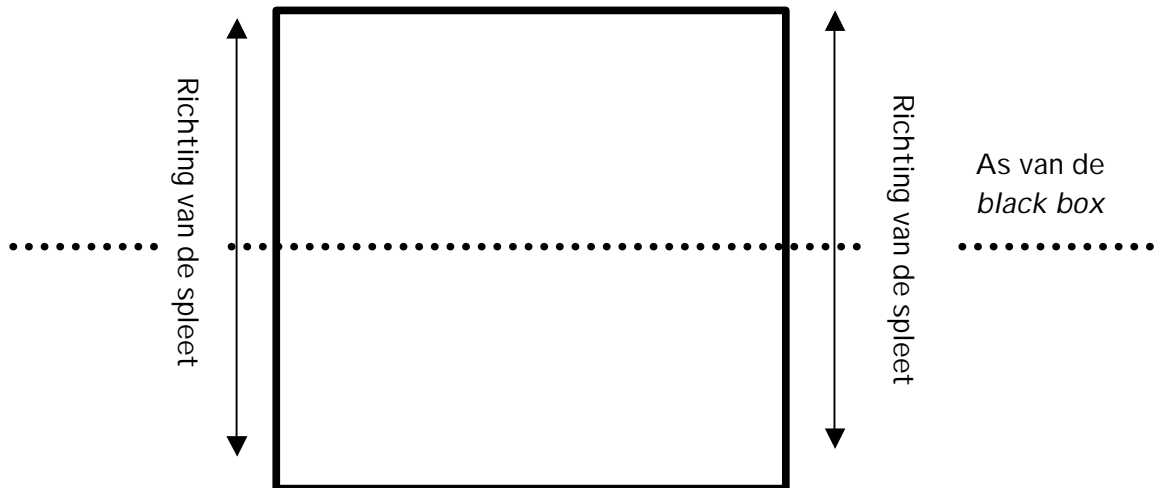
No. 2 [0,5 punten]

No. 3 [0,5 punten]

2. De dwarsdoorsnede van de *black box* is te zien in onderstaande figuur. Teken in de figuur hoe de drie voorwerpen in de *black box* geplaatst zijn.

Noteer per voorwerp het corresponderende nummer uit vraag 1.

[0,5 punten voor elk correct geplaatst voorwerp]



Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages
Netherlands		2		

3. Voorwerp no. 1

Vat de waarnemingen met betrekking tot voorwerp 1 samen.

[0,5 punten]

Bepaal de in de tabel genoemde specificaties. Leid daartoe de benodigde betrekkingen af met behulp van een tekening.

[1 punt]

Bereken de waarden van deze specificaties en noteer ze onderstaande tabel.

[0,5 punten]

Naam van voorwerp no. 1	specificaties

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages
Netherlands		2		

4. Voorwerp no. 2

Vat de waarnemingen met betrekking tot voorwerp 2 samen.

[0,5 punten]

Bepaal de in de tabel genoemde specificaties. Leid daartoe de benodigde betrekkingen af met behulp van een tekening.

[1 punt]

Bereken de waarden van deze specificaties en noteer ze onderstaande tabel.

[0,5 punten]

Naam van voorwerp no. 2	specificaties

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages
Netherlands		2		

5 Voorwerp no. 3

Vat de waarnemingen met betrekking tot voorwerp 3 samen.

[0,5 punten]

Bepaal de in de tabel genoemde specificaties. Leid daartoe de benodigde betrekkingen af met behulp van een tekening.

[1 punt]

Bereken de waarden van deze specificaties en noteer ze onderstaande tabel.

[0,5 punten]

Naam van voorwerp no. 3	specificaties

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages
Netherlands		2		

6. Voeg gedetailleerde informatie toe, ondersteund met tekeningen, met betrekking tot de plaatsing van de optische voorwerpen uit antwoord 2 (bijvoorbeeld hoek, afstand tot de spleet en de richting van de voorwerpen). [1 punt]