



**29 Maart 2007 – Test 2**

**Alles over zetmeel**

**Opdrachten**

### Voorzorgsmaatregelen.

1. Draag laboratoriumjas, veiligheidsbril en stevig schoeisel zolang je in het lab bent.
2. Draag wegwerphandschoenen wanneer je met chemicaliën werkt.
3. Het is niet toegelaten te eten of te drinken in het lab
4. Je volgt steeds de aanwijzingen van de assistent

### Richtlijnen voor het uitvoeren van de opdrachten

1. Je mag de opdrachten in willekeurige volgorde uitvoeren, individueel of in groep. Gezien de beperkte tijd is het raadzaam het werk onder elkaar te verdelen.
2. Alle resultaten dienen genoteerd te worden op de antwoordbladen.  
**Slechts één ondertekende versie van de antwoordbladen moet afgegeven worden en zal nagekeken worden.**
3. Op het einde van het experiment moeten alle papieren met grafieken, data, kladbladen enz... afgegeven worden (dus niets meenemen!)
4. Wanneer je één van je resultaten ter controle dient voor te leggen alvorens verder te gaan met het vervolg van het experiment, dan moet je dit absoluut doen. Punten worden immers pas toegekend, wanneer het resultaat op het gevraagde moment wordt genoteerd door de assistent

Punten voor de afzonderlijke opdrachten:

Taak 1 (Biologie) 30 Punten

Taak 2 (Chemie) 30 Punten.

Taak 3 (Natuurkunde) 30 Punten.

De eindvragen (concluding questions) leveren samen 10 punten op.

### Instructies betreffende het materiaal.

De materialen zijn voorzien van een kleurcode, zodat direct duidelijk is voor welk onderdeel ze dienen gebruikt te worden

<b>Groen</b>	-	<b>Biologie</b>
<b>Rood</b>	-	<b>Chemie</b>
<b>Blauw</b>	-	<b>Natuurkunde</b>

## **Analyse van de situatie**

Tijdens zijn onderzoek aan de aardappel merkt Mr. Conrad tot zijn verrassing dat aardappels niet alleen worden verbouwd voor de consumptie maar dat een belangrijk deel van de oogst is bestemd voor de productie van aardappelzetmeel. Hij leert dat er allerlei toepassingen zijn voor aardappelzetmeel, in voedingsmiddelen en ook als hernieuwbare industriële grondstof bijvoorbeeld bij de productie van folie. Bovendien heeft de structuur van het zetmeel een doorslaggevende invloed op zijn karakteristieke eigenschappen en op de geschiktheid voor de diverse toepassingen. Mr. Conrad hoort van de verbouw van een nieuw soort aardappel die amylosevrij zetmeel produceert. Men veronderstelt dat deze speciale soort aardappelzetmeel bijzondere voordelen heeft voor gebruik in de voedingsmiddelenindustrie.

Mr. Conrad heeft een groot aantal vragen over deze informatie. Jullie moeten hem helpen antwoorden hierop te vinden m.b.v. de volgende experimenten:

### **1 Biologie**

- 1.1 Onderzoek van zetmeelmonsters**
- 1.2 Experiment om de synthese van zetmeel aan te tonen**

### **2 Chemie      Stabiliteit en duurzaamheid van zetmeel**

### **3 Natuurkunde      Onderzoek van de uitrekking van de folie**

- 3.1 Onderzoek van de uitrekking van de folie**
- 3.2 Bepalen van de dikte van de folie**
- 3.3 Grafische voorstelling van de relatie tussen kracht en uitrekking en de bepaling van de elasticiteitsmodulus van de folie.**

Als je alle afzonderlijke taken uitgevoerd hebt, vat je voor de heer Conrad je resultaten samen aan het einde van je antwoordblad. Dit doe je door het invullen van de vragen (concluding questions) over deze situatie.

# 1 Biologie

## 1.1 Onderzoek van zetmeelmonsters

### Inleiding

Dhr. Conrad doet een excursie naar een fabriek waar zetmeel gemaakt wordt. Hij krijgt daar een monster van een geheel nieuw type zetmeel.

Hij zou graag weten uit welk organisme dit zetmeel geëxtraheerd is en of het al dan niet andere eigenschappen heeft dan het conventionele zetmeel. Jouw expertteam gaat hem daarbij helpen.

### Expert informatie

Zetmeel is een assimilatieproduct van koolstofdioxide in de plantencel en het is opgeslagen in de vorm van zetmeelkorrels. Een korrel zetmeel bestaat uit 20-30% amylose (een helixvormig, onvertakt molecule) en 70-80% amylopectine (een vertakte molecule). De zetmeelkorrels verschillen in vorm en omvang, afhankelijk van de soort plant.

Zetmeel kan aangetoond worden met de jood test. Kaliumjodide-oplossing (Lugoloplossing) is het testreagens.

Jodium gaat binnenin de helixvormige amylose zitten, waardoor een blauwe kleur ontstaat. Amylopectine daarentegen kleurt rood met jodium.

### Materiaal

- 1 petrischaal verdeeld in vier compartimenten, met in elk compartiment een bepaald doorzichtig zetmeel (glazuur): zetmeel van tarwe (A), zetmeel van de aardappel (B), zetmeel van maïs (C) en het onbekende zetmeelmonster (X)
- 4 reageerbuizen met een bepaald zetmeel: zetmeel van tarwe (A), zetmeel van de aardappel (B), zetmeel van maïs (C) en het onbekende zetmeelmonster (X)
- 10 lepeltjes
- 1 pakje met voorwerpglasjes
- een kartonnen houder van voorwerpglasjes
- dekglasjes
- microscoop
- LUGOL oplossing in een druppelflesje (aangegeven met *Lugol solution*)

*In een algemene voorraad voor biologie, scheikunde en natuurkunde:*

- Waterfles met gedeïoniseerd water (aangegeven met *deionized water*)
- Tissue papier

### Taken

Voor een reeks van toepassingen zoals cake-glazuur, sausjes, saladedressings, toetjes en gebakjes heeft de voedselindustrie een zetmeel nodig dat of zo helder mogelijk doorzichtige glazuur levert of zo visceus mogelijke oplossingen geeft die niet troebel worden na een aantal uren. Je team beschikt over zetmeelglazuurmonsters in een petrischaal, in elk compartiment

een verschillend type zetmeel. De zetmeelglazuurmonsters zijn een dag van te voren gemaakt. Stel vast welk van deze zetmeelglazuuren het meest doorzichtig is.

*Bio.A Vergelijk de vier zetmeelglazuuren in de petrischaal en vul de tabel op het antwoordblad in*

**Houd de petrischaal steeds horizontaal**

*Bio.B Kies het zetmeeltype dat volgens jou het meest geschikt is om cakeglazuur van te maken. Schrijf je antwoord op het antwoordblad.*

Vervolgens ga je volgens de instructies met de microscoop de zetmeelkorrels van de verschillende monsters onderzoeken, en ga je de taken afmaken.

### **Richtlijnen**

- 1) Neem met een lepeltje een zeer kleine hoeveelheid zetmeel van het onbekende zetmeelmonster X uit de reageerbuis. Doe dit op een voorwerpglasje.
- 2) Voeg er een druppel water bij, roer het goed met het lepeltje totdat je een gelijkmatig verdeelde suspensie hebt en leg er een dekglaasje op.
- 3) Bekijk het met de microscoop bij een vergroting van 200x of 400x.

*Bio.C Maak een tekening van 4 representatieve zetmeelkorrels van het onbekende preparaat op het antwoordvel.*

- 4) Maak een preparaat van elk van de referentiemonsters (tarwe, aardappel, maïs). Volg daarbij stap 1) tot en met 3) . Gebruik wel steeds een nieuw lepeltje voor elk preparaat.

*Bio.D Bekijk de zetmeelkorrels onder de microscoop en kijk met welke illustratie op je antwoordblad dat wat je ziet bij de verschillende zetmeelpreparaten overeenkomt; geef dat aan op je antwoordblad.*

*Bio.E Vergelijk het onbekende zetmeelmonster met de drie referentiemonsters en bepaal met welk type zetmeel monster X het beste overeenkomt. Schrijf je antwoord op het antwoordblad op.*

- 5) Maak nieuwe preparaten van alle vier zetmeelmonsters en kleur de zetmeelkorrels met Lugol-oplossing. Dit doe je zoals beschreven onder stap 1) tot en met 3) maar nu voeg je na het roeren een druppel Lugoloplossing toe. Gebruik steeds een nieuw lepeltje voor het maken van elk preparaat.

*Bio.F Bekijk onder de microscoop en let op de kleuren. Vergelijk de kleuren van de vier preparaten en schrijf je waarnemingen op het antwoordblad.*

- 6) Doe als laatste je vier microscooppreparaten in de kartonnen voorwerpghashouder.

## 1.2 Experiment om de synthese van zetmeel aan te tonen

### Inleiding

Dhr. Conrad heeft belangstelling voor de optimale zetmeelconcentratie in zijn aardappelen. Daarom zou hij graag weten of er een test bestaat, waarmee hij kan aantonen of aardappelen al dan niet in staat zijn om zetmeel te synthetiseren. (Aardappelen die vers geoogst zijn kunnen nog zetmeel produceren, terwijl aardappelen die al een geruime tijd opgeslagen zijn deze mogelijkheid verliezen). Hij vraagt je naar een eenvoudige test om te bepalen in welke toestand de aardappelen zich op een gegeven ogenblik bevinden.

### Beschrijving van de opdracht

Beantwoord eerst de inleidende vragen *Bio.G* tot *Bio.J* op je antwoordblad.

Volg de instructies en bereid perssap van drie aardappelen. Bepaal kwalitatief de enzymatische activiteit van het sap, zodanig dat je te weten komt of er enzymen aanwezig zijn die zetmeel synthetiseren, dan wel afbreken.

### Informatie voor de expert

Voor de synthese van zetmeel gebruiken aardappelen en andere planten "geactiveerde glucose" (glucose-1-fosfaat). Ontbinding van zetmeel levert glucose, de bouwsteen van zetmeel.

### Materiaal

- aardappelen
- mes
- rasp
- aluminium bakje
- theezeefje
- bekeerglas (250 mL)
- bekeerglas (50 mL)
- plastic theelepeltje
- kaoline in plastic flesje (labeled "*kaoline*")
- centrifuge (deel je met een ander team)
- 2 centrifugeerbuisjes
- 5 reageerbuisjes
- reageerbuisrek
- voorwerpglasjes microscopie
- 4 druppeltellers
- glucose-1-fosfaat met spatel
- oplosbaar zetmeel met spatel
- LUGOL oplossing in druppelflesje (labeled "*Lugol solution*")

*In een gezamenlijk bakje voor de experimenten van biologie, chemie en fysica:*

- wasfles met gedeïoniseerd water (labeled "*deionized water*")
- stopwatch
- tissue papier

### Richtlijnen

- 1) Schil de aardappelen en rasp ze met de rasp.
- 2) Zet het theezefje boven op een bekeerglas (250 mL) en vul het met de natte aardappelpulp. Pers nu met behulp van een lepeltje al het sap door de zeef in het bekeerglas.
- 3) Giet het perssap zorgvuldig over in een kleiner bekeerglas (50 mL), voeg een ½ theelepeltje kaoline toe en roer krachtig

Beantwoord de vragen *Bio.K* en *Bio.L* op het antwoordblad.

*Bio.M* Hoe vul je een centrifuge? Beantwoord deze vraag op het antwoordblad en laat de assistent je antwoordblad tekenen, **vooraleer te centrifugeren**.

- 4) Centrifugeer op een correcte manier een deel van het aardappelsap.
- 5) Na het centrifugeren giet je de bovendrijvende, heldere vloeistof uit het centrifugebuisje in een reageerbuisje.
- 6) Onderzoek de vloeistof in het reageerbuisje nu op de aanwezigheid van zetmeel. Dit doe je door twee druppels van de heldere bovendrijvende vloeistof op een voorwerpglaasje te doen, waarna je er één druppel Lugol-oplossing aan toevoegt. Noteer je resultaat op je antwoordblad bij *Bio.N*.
- 7) Verdeel 20 voorwerpglaasjes over 4 kolommen (I, II, III, IV) en 5 rijen (respectievelijk voor 0 min, 5 min, 10 min, 15 min en 20 min).

	I	II	III	IV
0 min	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5 min	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10 min	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
15 min	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
20 min	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- 8) Neem 4 reageerbuisjes (I, II, III, IV) en doe in
  - I 4 ml van de heldere bovendrijvende aardappelvloeistof
  - II 4 ml van de heldere bovendrijvende aardappelvloeistof + een spateltip glucose-1-fosfaat.
  - III 4 ml van de heldere aardappelvloeistof + een spateltip oplosbaar zetmeel.
  - IV 4 ml water + een spateltip glucose-1-fosfaat.

Daarna goed roeren!

9) Doe nu onmiddellijk, met behulp van een druppelteller, telkens één druppel van de oplossingen I, II, III and IV op de overeenstemmende voorwerpglasjes van de eerste rij (0 min). Telkens een andere druppelteller gebruiken voor een andere oplossing!!

10) Test nu ogenblikkelijk elk voorwerpglasje op de aanwezigheid van zetmeel.

*Bio.O* *Evalueer kwalitatief de intensiteit van de kleurreactie met behulp van de schaal die bij het antwoordblad geleverd wordt.*

11) Herhaal vervolgens om de 5 minuten deze werkwijze op de volgende rijen voorwerpglasjes (5, 10, 15, 20 min).

*Bio.P* *Wat kan je concluderen uit de resultaten in de kolommen I, II, III en IV ? Beantwoord deze vraag op het antwoordblad*

**Dit was deel 1 van het experiment !**

**Vat je resultaten dadelijk samen in de eindvragen  
(op het einde van je antwoordbundel).**



## 2. Chemie: Stabiliteit en duurzaamheid van zetmeel

### Inleiding

Mr. Conrad is gefascineerd door het idee om in de toekomst voor folies en tassen zetmeel in plaats van plastic als basis te gebruiken. Maar hij is er nog wel wat sceptisch over. Zijn op zetmeel gebaseerde folies daadwerkelijk geschikt voor huis-tuin-en-keuken-gebruik? Kan de folie na gebruik inderdaad omgezet worden in compost? Daarom heft hij meer informatie nodig over de stabiliteit van zetmeel.

### Definitie van de opdracht

Onderzoek de stabiliteit van zetmeel als ...

- i) een zure oplossing toegevoegd wordt,
- ii) blootgesteld wordt aan direct UV-licht,
- iii)  $\alpha$ -amylase eraan toegevoegd wordt.

Jullie krijgen een zetmeeloplossing (massaconcentratie  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ g L}^{-1}$ ).

Het basisprincipe voor verder onderzoek ligt in het gegeven dat met behulp van jood een zetmeeloplossing gekleurd wordt. Met deze gekleurde oplossing kunnen we een colorimetrische analyse uitvoeren. Na het maken van een ijklijn kunnen kwantitatieve gegevens worden verkregen met betrekking tot de zetmeelconcentratie.

### Informatie voor de expert

Veel kwantitatieve analyses die toegepast worden in chemische analyses zijn gebaseerd op optisch onderzoek.

Het basisprincipe van de optische methode ligt in de productie van een gekleurde oplossing waarbij het bovengenoemde materiaal wordt omgezet in een heldere gekleurde oplossing. Door de absorptie van monochromatische straling door de gekleurde oplossing kunnen wij het gehalte van de bovengenoemde stof bepalen (fotometrie of colorimetrie). Het verband tussen de extinctie (absorbance)  $E$ , de weglengte van het licht door de cuvet  $d$  en de concentratie van de oplossing  $c$  wordt weergegeven in de wet van Lambert-Beer:

$$E = \varepsilon \cdot c \cdot d$$

$\varepsilon$  stelt de molaire extinctiecoëfficiënt voor. Een ijklijn wordt gemaakt om daarmee onbekende concentraties te kunnen bepalen.

Het colorimetrisch onderzoek wordt uitgevoerd met de colorimeter XPLOERER GLX. Dit instrument kan colorimetrische analyses uitvoeren bij vier verschillende golflengten:

660 nm, 610 nm, 565 nm en 468 nm.

### Handleiding voor de colorimeter XPLOERER GLX:

Druk op de groene toets ( O ) rechtsonder. Druk op de ‘home-toets’ (  ).

Druk op de pijltje-rechts-toets ( > ) van het ‘direction menu’ in het midden om de setting “digits” op het display te krijgen en bevestig dan met ( ✓ ). Twee velden verschijnen op het display met de golflengtes “660 nm, 565 nm”. Om over te schakelen tussen de vier mogelijke golflengtes moet op de ovale F2-toets (F2) gedrukt worden. Alle vier de velden voor de golflengtes “660 nm, 610 nm, 565 nm, 468 nm” verschijnen op het display. Vul de cilindrische cuvet met gedeïoniseerd (gedemineraliseerd) water en sluit de cuvet af met de schroefdop. Open de deksel van de cuvethouder van de colorimeter. Maak de cuvet schoon met tissue en plaats deze in de cuvethouder. Sluit de deksel van de cuvethouder en druk op de groene ovale toets met de licht-diode ( o ) Wacht tot de diode uitdooft. Druk op de groene ‘Play’ toets ( ► ) van het instrument voor de nulpuntsinstelling. “0.000” zal oplichten op alle velden van het display. Neem de cuvet met het water uit de cuvethouder en sluit zolang de deksel van de cuvethouder. Vul de cuvet met de oplossing, veeg de cuvet schoon en droog en plaats hem weer in de cuvethouder. Lees de waarde op de colorimeter af bij de geschikte golflengte.

### **Benodigheden**

- 500 mL zetmeeloplossing (starch solution) met een concentratie van  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ g L}^{-1}$  (gelabeld *starch solution*)
- 150 mL joodoplossing (gelabeld *iodine solution*)
- 20 mL  $\alpha$ -amylase (0,5%) (gelabeld  *$\alpha$ -amylase*)
- 20 mL zoutzuur ( $c = 2 \text{ mol L}^{-1}$ ) (gelabeld *HCl solution*)
- 3 maatpipetten (5 mL)
- 5 maatpipetten (10 mL)
- maatcilinder (100 mL)
- 4 bekeerglazen (250 mL)
- 5 bekeerglazen (100 mL)
- colorimeter met 3 cilindrische cuvetten (XPLOERER GLX)
- magnetische roerder met roermagneet (vlo)
- UV-licht (op een centrale plaats voor 2 teams)
- 4 vellen grafiekpapier

*Een bak met hulpmiddelen voor het team te gebruiken voor zowel de biologie-, scheikunde- als natuurkunde-proef:*

- wasfles met gedemineraliseerd (gedeïoniseerd) water (gelabeld *deionized water*)
- pipetteerballon
- stopwatch

### **Richtlijnen**

*Che.A Geef met behulp van de tabel\ op het antwoordblad vier correcte redenen waarom we colorimetrische analyses kunnen toepassen op de gekleurde zetmeeloplossingen. Doe dit door in de hokjes de corresponderende cijfers en letters te vermelden.*

- 1) Plaats voor de nulpuntsinstelling van de colorimeter een cuvet gevuld met water in de cuvethouder en druk op de groene toets van de colorimeter. Wacht tot de lichtdiode uitdooft en druk dan op de groene “Play” toets ( ► ) op het apparaat.

- 2) Vind eerst uit wat de optimale golflengte van de colorimeter is voor alle verdere metingen. Doe dit door colorimetrisch de extinctie te meten van een willekeurig gekozen oplossing uit de oplossingen gemaakt volgens het voorschrift weergegeven in 3) en gemengd met joodoplossing uit stap 4) bij alle vier de golflengten. De optimale golflengte voor de uit te voeren metingen is die waarbij de hoogste extinctiewaarde wordt verkregen.

**Let op:**

**Alle metingen moeten gedaan en afgelezen worden onmiddellijk na het toevoegen van de joodoplossing!**

Beslis na de metingen met de vier golflengten bij welke golflengte je in het vervolg wilt meten en noteer dit op het antwoordblad bij *Che.B*.

- 3) Maak in de bekers van 100 mL oplossingen van verschillende zetmeelconcentraties door gebruik te maken van de verstrekte zetmeeloplossing en de verstrekte pipetten. Maak de verdunningreeks zoals hieronder staat aangegeven:
- I 10 mL zetmeeloplossing + 0 mL water
  - II 8 mL zetmeeloplossing + 2 mL water
  - III 6 mL zetmeeloplossing + 4 mL water
  - IV 4 mL zetmeeloplossing + 6 mL water
  - V 2 mL zetmeeloplossing + 8 mL water
- 4) Voeg 4 mL van de verstrekte joodoplossing toe aan oplossing I. Meng deze oplossing door 10 sec rustig rond te zwenken. Maak de cilindrische cuvet **aan de buitenkant** schoon en droog. Breng de gekleurde oplossing over in de cuvet en meet hierna **onmiddellijk** de extinctie.
- 5) Noteer de afgelezen waarde op het antwoordblad bij *Che.C*. Vul ook de berekende concentratie  $c$  in  $\text{g L}^{-1}$  in voor elke verdunning.
- 6) Maak de cuvet grondig schoon na ieder gebruik. Tik de cuvet voorzichtig (kans op breuk!) op tissuepapier om zoveel mogelijk water uit de cuvet te krijgen.
- 7) Onderzoek op dezelfde wijze de oplossingen II tot en met V die gemaakt heb bij onderdeel 3) colorimetrisch zoals beschreven staat in de stappen 4) tot en met 6).

*Che.D* Teken de ijklijn in een grafiek op grafiekpapier door gebruik te maken van de (meet)waarden (extinctie/concentratie). Label deze grafiek met Grafiek 1.

De verkregen zetmeeloplossing ( $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ g L}^{-1}$ ) wordt nu verder onderzocht op XXX stabiliteit in de stappen 8) t/m 10). Onderzocht wordt de invloed van i) zoutzuur, ii) UV-licht (254 nm) en iii)  $\alpha$ -amylase op de stabiliteit.

- 8) Neem een monster van 10 mL uit de verstrekte zetmeeloplossing en breng dit over in een 100 mL bekersglas. Voeg hieraan 4 mL van de joodoplossing toe en zwenk dit voorzichtig gedurende 10 sec om. Meet direct hierna de extinctie bij de golflengte die jullie vooraf zelf gekozen hebben. Gebruik de gemeten extinctie voor het tijdstip  $t = 0$  van de volgende meetseries.

## 9) i) Zoutzuur:

Voeg, in een 250 mL bekerglas, 5 mL van de zoutzuuroplossing toe aan 100 mL zetmeeloplossing. Roer het mengsel 30 sec m.b.v. de magneetroerder. Neem dan 10 mL uit deze oplossing en breng het over in een 100 mL bekerglas. Voeg hieraan 4 mL van de joodoplossing toe en zwenk het mengsel voorzichtig gedurende 10 sec om. Meet direct hierna de extinctie bij de golflengte die jullie vooraf zelf gekozen hebben. Noteer deze waarde op het antwoordblad bij het tijdstip 30 seconden. Neem vanaf het toevoegen van het zoutzuur na 5, 10 en 15 minuten een monster en voeg dezelfde hoeveelheid joodoplossing toe en meet de extinctie.

Noteer alle meetgegevens op het antwoordblad bij *Che.E*.

## 10) ii) UV-licht:

Doe in een 250 mL bekerglas 5 mL water en 100 mL zetmeeloplossing. Zwenk het mengsel gedurende 30 sec voorzichtig om. Plaats dit mengsel onder de UV-lamp. **[Kijk nooit in UV-lamp!]** Neem na nog eens 30 sec uit dit mengsel een monster van 10 mL en breng dit over in een 100 mL bekerglas. Voeg hieraan 4 mL van de joodoplossing toe en zwenk dit mengsel gedurende 10 sec om. Meet direct hierna de extinctie van dit mengsel bij de golflengte die je zelf bepaald hebt. Noteer deze waarde op het antwoordblad bij het tijdstip 30 seconden. Neem vanaf het plaatsen van het mengsel onder de UV-lamp na 5, 10 en 15 minuten een monster en voeg dezelfde hoeveelheid joodoplossing toe en meet de extinctie.

Noteer alle meetgegevens op het antwoordblad bij *Che.F*.

11) iii)  $\alpha$ -amylase:

Voeg, in een 250 mL bekerglas, 5 mL van de zoutzuuroplossing toe aan 100 mL zetmeeloplossing. Roer het mengsel 30 sec m.b.v. de magneetroerder. Neem dan 10 mL uit deze oplossing en breng het over in een 100 mL bekerglas. Voeg hieraan 4 mL van de joodoplossing toe en zwenk het mengsel voorzichtig gedurende 10 sec om. Meet direct hierna de extinctie bij de golflengte die jullie vooraf zelf gekozen hebben. Noteer deze waarde op het antwoordblad bij het tijdstip 30 seconden. Neem vanaf het toevoegen van het  $\alpha$ -amylase na 5, 10 en 15 minuten een monster en voeg dezelfde hoeveelheid joodoplossing toe en meet de extinctie.

Noteer alle meetgegevens op het antwoordblad bij *Che.G*.

12) Bepaal nu met behulp van de ijklijn (Grafiek 1) de concentratie van de zetmeeloplossingen ( $\text{g L}^{-1}$ ) uit de extincties. Noteer deze waarden op het antwoordblad bij respectievelijk *Che.E* t/m *Che.G*.

*Che.H* Teken over een tijdsinterval van 0 – 15 minuten op één vel grafiekpapier de grafieken waarin de zetmeelconcentraties tegen de tijd zijn uitgezet, betrekking hebbend op de reacties van de zetmeeloplossingen waar gebruik gemaakt is van respectievelijk zoutzuur (rood), UV-licht (blauw) en  $\alpha$ -amylase (groen). Label de grafiek met Grafiek 2.

Beantwoord met behulp van deze grafiek op het antwoordblad vraag *Che.I* over de stabiliteit van het zetmeel.

**Je bent nu klaar met deel 2 van de experimenten.**

**Vat je resultaten samen in de 'concluding questions' op het antwoordblad.**

## 3 Natuurkunde: Uitrekking van tape gemaakt van zetmeel

### Introductie

Dhr. Conrad vraagt zich het volgende af: is zetmeelfolie sterk genoeg om er zakken van te maken? Aan jullie de opdracht om een vergelijking te maken in de rek van zetmeelfolie en folie dat gemaakt is van polyethyleen.

### Opdrachten

Voer de volgende drie opdrachten uit om de uitrekking van zetmeelfolie te bepalen.

- 3.1 Onderzoek van de uitrekking van de folie
- 3.2 Bepalen van de dikte van de folie
- 3.3 Grafische voorstelling van de relatie tussen kracht en uitrekking en de bepaling van de elasticiteitsmodulus van de folie.

### Theoretische achtergrond

Als je een voorwerp uitrekt doorloopt dit proces normaal een aantal verschillende fasen. In de loop daarvan gedragen veel materialen zich binnen een bepaald gebied als een ideale veer en volgen ze de wet van Hooke. Deze wet zegt dat de uitrekking evenredig is met de grootte van de uitgeoefende kracht. Wordt er een constante kracht  $F$  uitgeoefend op een rechthoekig stuk materiaal met beginlengte  $l_0$  loodrecht op de doorsnede  $A$ , dan geldt de volgende relatie:

$$F = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot E \cdot A,$$

daarbij is  $l$  de lengte van het uitgerekte materiaal en is  $E$  de elasticiteitsmodulus van dat materiaal.

Om de uitrekking van een zetmeelfolie te kunnen meten voeren we een slingerexperiment uit. Daarvoor wordt een massa opgehangen aan een tape gemaakt van zetmeel. De slinger wordt een klein beetje uit het evenwicht gebracht en daarna losgelaten. De periode  $T$  van de slingering wordt gegeven door:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}},$$

waarbij  $L$  de afstand is van het ophangpunt tot aan het zwaartepunt van de slingerende massa,  $T$  de tijd van een volledige heen en weer gaande beweging en  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  de versnelling van de zwaartekracht.

Uit de gemeten periode kan nu de uitrekking als functie van de uitgeoefende kracht worden bepaald. Hieruit kan de elasticiteitsmodulus worden bepaald.

## Materiaal

- 2 tapes gemaakt van zetmeel
- Gewichtenhouders (vastgehecht aan de zetmeeltape)
- Een set cilindervormige massa's variërend van 50 g tot 700 g in stappen van 50 g.
- Statief
- 2 zakspiegeltjes
- Laserpointer
- Een blad wit papier dat als scherm gebruikt kan worden
- Plasticine (BluTak®)
- 2 bladen grafiekpapier

In de gemeenschappelijke doos voor biologie, chemie en natuurkunde:

- Plakband
- Meetlat
- Meetlint
- Chronometer
- Schaar

## 3.1 Onderzoek aan de uitrekking

### Opdrachten

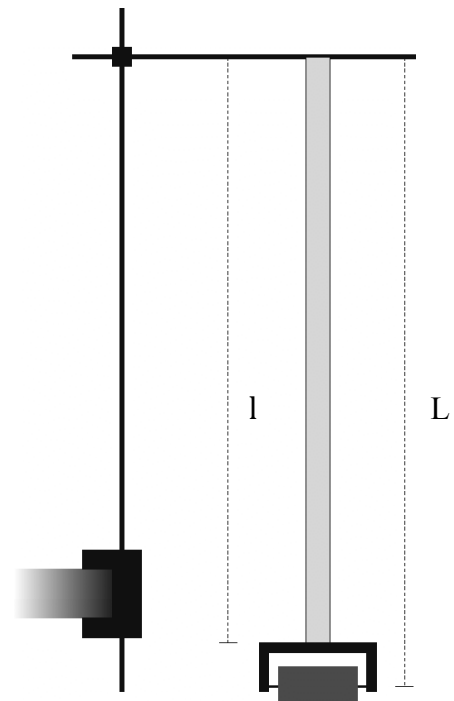
Voer het volgende uit om de uitrekking van een zetmeeltape te bepalen.

1. Meet zo nauwkeurig mogelijk de breedte van de tape met een meetlat. Noteer je resultaat op het antwoordblad onder *Phy.A*.
2. Bevestig de tape met de lege gewichtenhouders aan de horizontale staaf van het statief zoals in de figuur is aangegeven. Verzekert je ervan dat de tape niet losschiet zelfs als je er enige kracht op uitoefent.
3. Meet de lengte van de tape vanaf het ophangpunt tot aan de bovenkant van de gewichtenhouders en noteer deze waarde als de beginlengte  $l_0$  op het antwoordblad onder *Phy.B*. Het gewicht van houder zelf is verwaarloosbaar.

Bepaal eveneens de beginlengte  $L_0$  van de slinger door de afstand tussen de bovenkant van de gewichtenhouders tot de schroeven op te tellen bij  $l_0$ .

Noteer deze waarde op je antwoordblad onder *Phy.B*.

*Phy.C* De periode moet gemeten worden voor verschillende massa's. Geef op je antwoordblad aan in welke volgorde je de gewichten aan de slinger gaat hangen. Beargumenteer dit door een of meerdere van de aangegeven redenen te kiezen.



Voer de volgende stappen uit met gebruikmaking van alle massa's:

4. Bevestig de massa in de gewichtenhouder.
5. Meet zo nauwkeurig mogelijk de periode  $T$ .
6. Voer voor elke massa de meting minstens 2 maal uit en bereken het gemiddelde  $T_{gen}$  van de meetwaarden van de periode  $T$ .

Noteer alle metingen in de tabel op het antwoordblad onder *Phy.D*. Zet in de kolommen de juiste grootheden en eenheden.

*Phy.E* Leidt op je antwoordblad een formule af waarmee uit de gemeten periode de uitrekking  $\Delta L$  van de slinger berekend kan worden. De uitrekking van de tape is gelijk aan de uitrekking van de slinger  $\Delta L = l - l_0$ .

7. Noteer in de kolom van de tabel onder *Phy.D* de relatieve uitrekking  $\frac{l - l_0}{l_0}$  van de tape.

**Mocht de tape tijdens het experiment beschadigd worden kun je een nieuw exemplaar aan de assistent vragen.**

## 3.2 Bepaling van de dikte van de tape

### Theoretische achtergrond

Om de elasticiteitsmodulus te bepalen moet de dikte van de tape gemeten worden. Een rechtstreekse meting van de dikte met een meetlat is niet mogelijk. Je kunt de dikte echter wel meten met behulp van een laserpointer, 2 spiegelstukjes en een wit blad papier als scherm.

Leg hiervoor beide spiegelstukjes op elkaar met de spiegelende kant naar boven. Zet zowel de laser als het scherm vast met plasticine. Schijn nu met de laser op de bovenste spiegel zodat er een lichtvlek op het scherm verschijnt. Doe daarna één of meerdere stukjes tape in laagjes aan één kant tussen beide spiegels zoals aangegeven in de figuur van het antwoordblad, druk de stukjes tape vervolgens zachtjes samen en meet de verplaatsing van de lichtvlek op het scherm ten opzichte de situatie zonder tape. De dikte  $d$  kan nu berekend worden uit de verplaatsing van de lichtvlek.

### Opdrachten

*Phy.F* Gebruik de tekeningen van het antwoordblad en geef daarin duidelijk de grootheden aan die je nodig hebt om een formule af te leiden waaruit de dikte van de tape berekend kan worden. Geef in het eerste kader de afleiding en geef in het tweede kader de formule voor de dikte  $d$  als functie van de gemeten grootheden.

*Phy.G* Bepaal de dikte van de tape door een stuk tape te nemen dat je nog niet gebruikt hebt in het slingerexperiment. Vul de tabel op het antwoordblad in met je metingen en noteer het eindresultaat voor de dikte in het daarvoor bestemde kader.

De dikte van de tape heb je nodig voor het volgende deel van het experiment. Mocht je deze dikte  $d$  niet gevonden hebben dan kun je ten koste van 3 punten aftrek de waarde vragen aan de lab.assistent.

### 3.3 De grafiek van de spanning als functie van de relatieve uitrekking en de bepaling van de elasticiteitsmodulus.

#### Theoretische achtergrond

De spanning  $S$  in de tape wordt als volgt gedefinieerd. De spanning is de verhouding tussen de kracht  $F$  uitgeoefend door de massa en de doorsnede  $A$  van de tape;  $A = \text{dikte} \cdot \text{breedte}$ .

$$S = \frac{F}{A}$$

#### Opdrachten

*Phy.H Voeg een extra kolom toe aan de tabel onder Phy.D. Noteer hierin de waarden van de spanning  $S$ .*

*Phy.I Maak een grafiek van de spanning als functie van de relatieve uitrekking.*

*Phy.J Geef in de grafiek aan in welk deel de uitrekking de wet van Hooke volgt.*

*Phy.K Bepaal met behulp van de grafiek de elasticiteitsmodulus  $E$ . Noteer je berekeningen en het resultaat met de nauwkeurigheid op het antwoordblad.*

*Phy.L De grafiek van de spanning als functie van de relatieve uitrekking voor polyethyleen tape (PET) is gegeven op het antwoordblad. Beantwoord de vragen op het antwoordblad door deze grafiek te vergelijken met die van zetmeel (ST).*

**Je hebt nu deel 3 van de experimenten afgerond!**

**Vat je resultaten samen in de eindvragen (final conclusions) van het antwoordblad.**