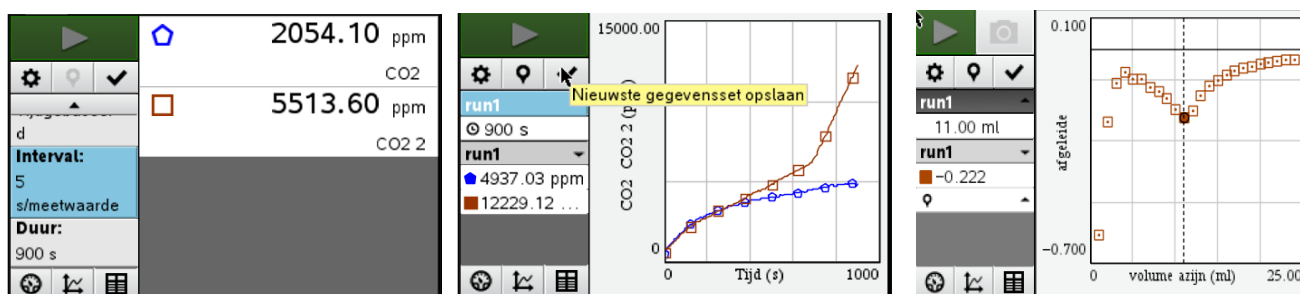




Onderzoekscompetenties in de lessen biologie en chemie

Verzamelen van gegevens met sensoren en TI-Nspire CX of TI-84 Plus

Natalie Dirckx
Olivier Douvere



Inleiding

In de nieuwe leerplannen wetenschappen van de derde graad wordt een onderscheid gemaakt tussen leerlingenpractica en een mini-onderzoek. Tijdens leerlingenpractica zullen deelaspecten van de onderzoekscompetenties aan bod komen. Het is niet nodig om de leerlingen elk deelaspect tijdens elk practicum te laten uitvoeren. De wetenschappelijke richtingen moeten wel alle deelaspecten beheersen. Rapporteren wordt wel verlangd van elk practicum. Bij een mini-onderzoek dienen de leerlingen wel elk deelaspect te behandelen. Ze krijgen de kans om zo'n onderzoek zelfstandig of onder begeleiding uit te voeren. Voor de wetenschappelijke richtingen moet het zelfstandig integraal onderzoek kaderen binnen de wetenschapsvakken (chemie, biologie en fysica) en mag maar moet niet vakoverschrijdend zijn. Een klein aantal lessen wordt aan het onderzoek besteed. De onderzoeksprojecten uit dit cahier kunnen worden gebruikt om te werken aan onderzoekscompetenties en de leerlingen zelf een mini-onderzoek te laten uitvoeren in de lessen biologie en chemie van de derde graad. Sommige voorbeelden kunnen ook gebruikt worden in de tweede graad mits een grotere ondersteuning door de leerkracht.

In het onderzoeksproject biologie zullen de leerlingen zelf een onderzoek opzetten om de groeiomstandigheden bij gist te onderzoeken. De leerlingen weten dat *Saccharomyces cerevisiae* groeit door suiker te ontleden met de vorming van energie. Daarna kunnen de leerlingen onderzoeksvragen opstellen om de groeiomstandigheden van bakkersgist te bestuderen. De leerlingen zullen gegevens verzamelen en verwerken met sensoren en de TI-Nspire.

Het onderzoeksproject chemie bestaat uit een voorbereidende activiteit waarin de leerlingen vertrouwd raken met het meten met sensoren en het verwerken van de verzamelde data. Daarna stellen de leerlingen (onder begeleiding) onderzoeksvragen op in verband met bakpoeder en/of azijn. Met behulp van sensoren voeren ze vervolgens het onderzoek uit.

Inhoudstafel

ONDERZOEKSPROJECT BIOLOGIE	3
ONDERZOEKSPROJECT CHEMIE	34

ONDERZOEKSPROJECT BIOLOGIE

Het **onderzoeksproject ‘groeiomstandigheden bij gist’** is opgevat als een zelfstandig integraal onderzoek waarbij de leerlingen alle deelaspecten van de wetenschappelijke onderzoeksmethode zullen doorlopen. Dit onderzoek is uiteraard geschikt voor de derde graad, maar kan ook in de tweede graad (vierde jaar) uitgevoerd worden mits meer begeleiding en er een aantal deelaspecten worden uitgelicht.

1 Voorbereidende activiteit

1.1 Voorkennis

1.1.1 Theorie en vaardigheden

Afhankelijk van de graad waarin dit onderzoek wordt uitgevoerd, zal de voorkennis van de leerlingen verschillen.

Tweede graad

Tijdens de lessen biologie wordt de invloed van micro-organismen op de menselijke gezondheid besproken. De micro-organismen worden vooral in verband gebracht met het ontstaan van ziekten. Micro-organismen worden door de mens ook ingeschakeld in de voedselproductie, zoals voor de bereiding van yoghurt, bier en brood. De leerlingen kunnen bijlage 3 lezen als voorbereidende opdracht.

Als de leerlingen tijdens chemie nog geen oplossingen hebben leren maken, kunnen de suikeroplossingen ook gemaakt worden op basis van percentages i.p.v. concentraties. Of de leerkracht voorziet de oplossingen op voorhand.

Derde graad

Van derdegraads leerlingen wordt verwacht dat ze weten wat mono- en disachariden zijn en dat ze bekend zijn met de structuur van glucose, fructose, sacharose en lactose. De respiratie van gist wordt in dit onderzoeksproject aangetoond. De leerlingen zijn vertrouwd met het maken van oplossingen zodat ze zelf hun suikeroplossingen kunnen maken met de juiste concentratie.

1.1.2 Vaardigheden met TI-Nspire en sensoren

Er wordt van de leerlingen verwacht dat ze met de Vernier *DaraQuest* applicatie op de TI-Nspire een experiment kunnen uitvoeren met sensoren. De basishandelingen worden nog eventjes herhaald.

Vernier DataQuest opstarten

Wanneer een sensor op de TI-Nspire wordt aangekoppeld, zal de applicatie Vernier *DataQuest* automatisch openen op de handheld. Indien dit niet gebeurt, ga je naar het *homescherm* en open je de *DataQuest* applicatie.

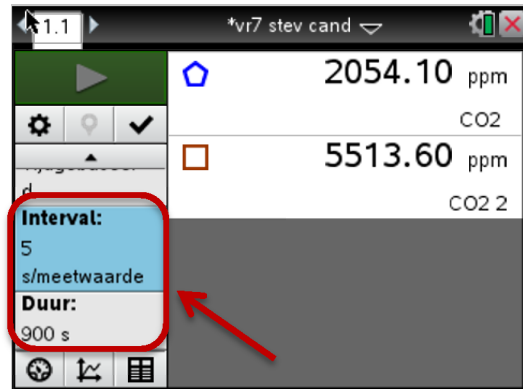
Verzamelmodus instellen

Koppel de sensor aan de Lab Cradle. De verzamelmodus kan ingesteld worden via het menu: 1: experiment, 7: verzamelmodus en vervolgens 1: op tijd gebaseerd.

De verzamelmodus kan ook rechtstreeks worden aangepast aan de linkerkant van het scherm.

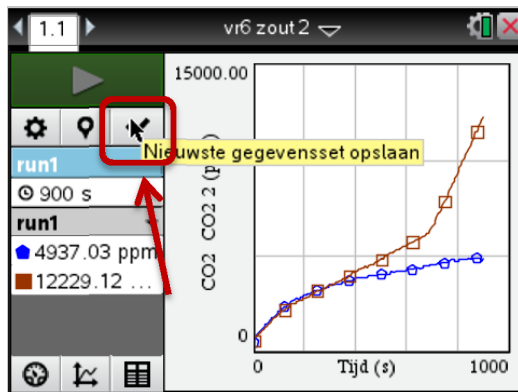
De meeste experimenten zullen verlopen volgens deze verzamelmodus:

Verzamelmodu	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden



Figuur 1: de verzamelmodus kan rechtstreeks worden ingesteld aan de linkerkant van het scherm

Starten van een nieuwe run



Als je van verschillende na elkaar uitgevoerde experimenten één grafische voorstelling wilt hebben, zal je na elk experiment een nieuwe run (gegevensset) moeten starten. Dit doe je door te klikken op 'V'. Je kan achteraf kiezen welke run(s) je in de grafische voorstelling zichtbaar maakt.

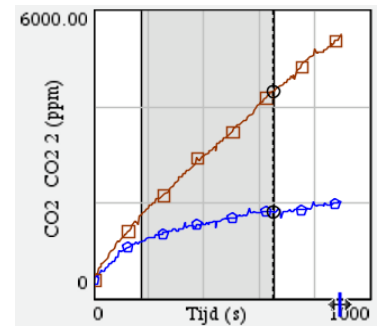
Figuur 2: nieuwe run (gegevensset) aanmaken

Data selecteren en analyseren

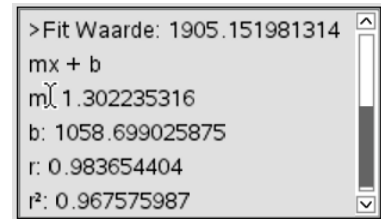
Op de grafiek kan een deel van de meetgegevens geselecteerd worden door in het grafiekveld te klikken waar de selectie moet beginnen en te slepen tot het einde van de selectie. De selectie kleurt grijs. De geselecteerde meetgegevens kan je analyseren via *menu, 4: analyseren*. Als we de richtingscoëfficiënt willen bepalen dan kiezen we *6: passen van een kromme, 1: Lineair* en dan verkrijgt je de vergelijking van de rechte.

Data overbrengen naar Excel

Als de handheld aan de computer gekoppeld wordt, kunnen de meetgegevens gekopieerd worden naar een Excel werkblad.



Figuur 3: de selectie van een deel meetgegevens kleurt grijs



Figuur 4: vergelijking van de rechte

1.2 Werkplan opstellen

Volgende stappen houden de leerlingen in hun achterhoofd wanneer ze een werkplan opstellen:

- 1) Wat is je onderzoeksvraag en mogelijke hypothese?
- 2) Hoe ga je het onderzoek uitvoeren?
- 3) Welke materialen en stoffen heb je nodig?
- 4) Hoeveel tijd neemt het onderzoek in beslag?

1.3 Gistoplossing maken

De gistoplossing kan best ongeveer vijf uur op voorhand gemaakt worden. Los in 200 ml gedestilleerd water één pakje (11 g) droge gist op. Voor deze experimenten is de droge gist van Bruggeman gebruikt. Activeer de gistoplossing gedurende 10 minuten bij een temperatuur van 35-40 °C. Hierna kan de oplossing op kamertemperatuur bewaard worden. Voeg 8 g glucose toe indien de gistoplossing een dag op voorhand wordt gemaakt. De gistoplossing kan best op een magnetische roerder geplaatst worden indien beschikbaar.



Figuur 5: droge gist (www.algistbruggeman.be)

1.4 Suikers


In dit mini-onderzoek zijn volgende suikers gebruikt:

- Glucose
- Fructose
- Sucrose
- Lactose
- Dextro Energy (druivensuiker supermarkt)
- Stepa (Stevia)
- Canderel (Sucralose)

Galactose en maltose zijn bewust niet toegevoegd aan dit experiment omwille van de hoge kostprijs. Galactose zal in tegenstelling tot glucose en fructose zeer slecht fermenteren. De leerlingen kunnen dit zelf afleiden door de fermentatie van sucrose en lactose te bestuderen.

1.5 Benodigheden

Het materiaal dat nodig is om de gist- en de suikeroplossingen te maken is niet in deze lijst opgenomen.

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- warmwaterbad- magneetroerder- 2x maatbekertjes- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI Nspire/LabCradle of easylink 	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- glucose 0,6 M, 0,3 M, 0,15 M- fructose 0,3 M- lactose 0,15 M- sucrose 0,15 M- sucrose-oplossing 5%, 10% en 20%- gistoplossing- Stevia- sucralose- Dextro Energy (druivensuiker supermarkt)- cola, cola light en cola zero- citroenzuur

Figuur 6: CO₂ sensor met plastic meetkamer (www.vernier.com/)

2 Onderzoeksvragen opstellen

Volgende onderzoeksvragen zijn volledig uitgewerkt:

- 1) Hoe zal de koolzuurgasproductie verlopen wanneer een gistoplossing wordt toegevoegd aan een suikeroplossing?
- 2) Bij welke temperatuur verloopt de vergisting van een suikeroplossing optimaal?
- 3) Bij welke glucoseconcentratie verloopt de vergisting optimaal?

- 4) Welk verschil treedt op tussen de vergisting van mono- en disachariden?
- 5) Kan vergisting optreden in de suikers van cola, cola light en cola zero?
- 6) Remt zout de werking van gist?
- 7) Kan er vergisting optreden in zoetstoffen, zoals Stevia en Canderel?
- 8) Is er een verschil in vergisting tussen analytische glucose en glucose in Dextro Energy?
- 9) Hoe zal het chloreren van sucrose (sucralose) de vergisting beïnvloeden?
- 10) Kan citroenzuur de vergisting van glucose versnellen?

Alle experimenten, behalve onderzoeksvraag 2, worden uitgevoerd bij kamertemperatuur.

Tweede graad







Nadat de leerlingen bijlage 3 gelezen hebben, kunnen ze gaan onderzoeken wat gist met brooddeeg doet en wat gist nodig heeft om optimaal te werken. Uit bijlage 3 kan onderzoeksvraag 1, 2, 3 en 6 worden opgesteld.

Derde graad

Om de leerlingen zelf aan te moedigen enkele onderzoeksvragen op te stellen, zijn er enkele teksten in de bijlage toegevoegd die de leerlingen extra informatie verschaffen. Het is de bedoeling dat de leerlingen voor sommige onderzoeksvragen grotendeels zelf het heft in eigen handen nemen. Uiteraard zal de leerkracht moeten bijsturen zodat de opdracht haalbaar blijft.

3 Uitvoeren van het onderzoek

Na controle van het werkplan kunnen de leerlingen starten met de experimenten. Wanneer de leerlingen de experimenten aan het uitvoeren zijn, kan de leerkracht hun vaardigheden of de voortgang van het onderzoek beoordelen. Enkele voorbeelden:

Er is een hypothese opgesteld.	
Het werkplan is voldoende uitgewerkt om de onderzoeksvraag te onderzoeken.	
De juiste benodigdheden werden gekozen.	
Het materiaal wordt correct gehanteerd.	
Er is een vlotte samenwerking tussen de labopartners.	
Het experiment wordt zelfstandig uitgevoerd.	

4 Weergeven van de gegevens

Na het experiment kunnen de leerlingen direct de grafische voorstelling van de meetresultaten bekijken op de TI-Nspire handheld.

5 Reflecteren

De leerlingen kunnen reflecteren over het resultaat en over de onderzoeksmethode. De leerlingen wegen hun waarnemingen af tegenover hun gestelde hypothese. Als hun verwachting niet overeenkomt met de resultaten dan kunnen ze o.a. hun onderzoeksmethode in vraag stellen of de literatuur raadplegen.

6 Rapporteren

De leerlingen kunnen rapporteren in een open verslag, een presentatie of een poster. De meetgegevens en grafieken moeten zeker worden weergegeven. Via de software is het heel gemakkelijk om screenshots te maken van de grafieken of de meetgegevens over te brengen naar een Excel werkblad.

Onderzoeksvraag 1: hoe zal de koolzuurgasproductie verlopen wanneer een gistoplossing wordt toegevoegd aan een suikeroplossing?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- pipet 25 ml en pipetpeer- maatbekertje- CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- glucose 0,3 M OF sucrose-oplossing 20%- gistoplossing

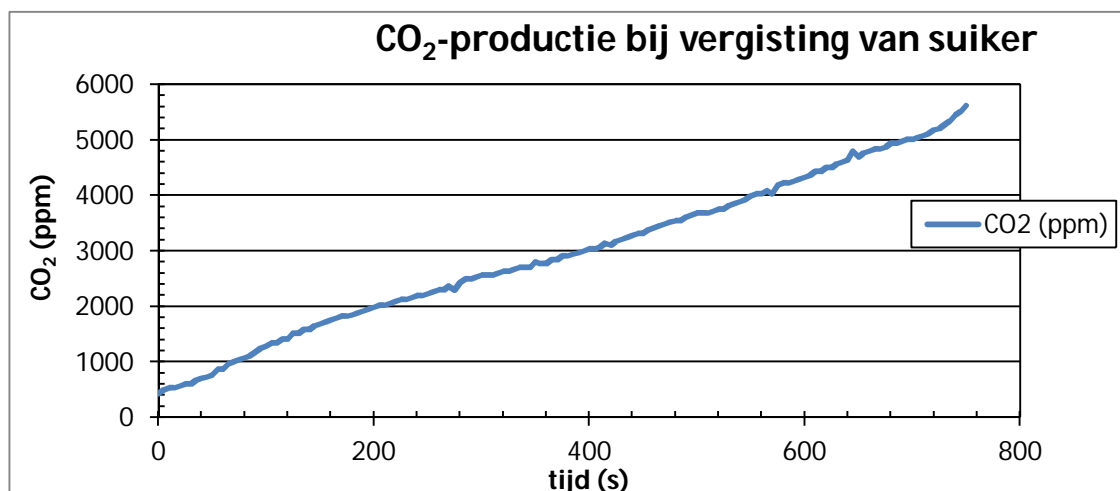
Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	750 seconden

Uitvoeren en waarnemen

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing in de meetkamer en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 7: grafiek in Excel met data van TI-Nspire (glucose 0,3 M)

Reflecteren

Het CO₂-gehalte in de meetkamer neemt toe omdat gist de suiker zal omzetten in CO₂. Bij de aerobe vergisting zal er meer CO₂ gevormd worden en bij de anaerobe vergisting wordt er ook ethanol gevormd.



Onderzoeksvraag 2: bij welke temperatuur verloopt de vergisting van een suikeroplossing optimaal?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- pipet 25 ml en pipetpeer- maatbekertje- CO₂-sensor met meetkamer- warmwaterbad- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- glucose 0,3 M OF sucrose-oplossing 20%- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

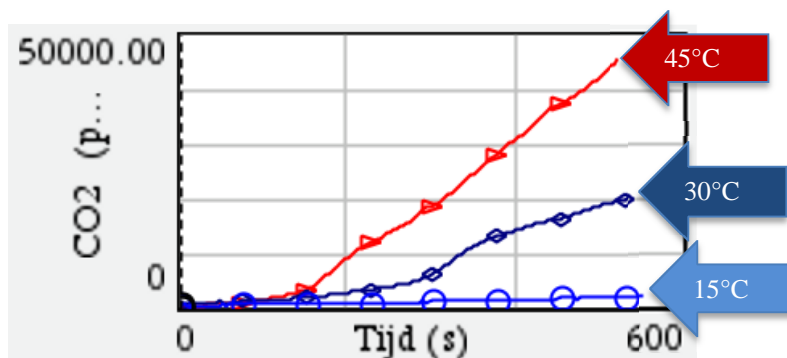
Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	550 seconden

Uitvoeren en waarnemen

Voer deze methode uit bij 15 °C, 30 °C en 45 °C en breng de oplossingen alvorens de experimenten te starten op deze temperaturen.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 8: screenshot TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van een suikeroplossing bij verschillende temperaturen

Reflecteren

De vergisting verloopt vlotter bij een hogere temperatuur. De meeste gisten hebben een temperatuuroptimum bij 25-30°C. Boven de 50°C gaan de gistcellen stuk en stopt de vergisting.

Deze resultaten zijn verkregen zonder warmwaterbad. Dit wil zeggen dat de experimenten gestart zijn bij deze temperaturen. Uiteraard zakt de temperatuur snel. Deze proef toont dus wel een verschil aan in de werking van gist bij verschillende temperaturen, maar echt nauwkeurig zijn deze meetgegevens niet. Volgens dit experiment zou het optimum hoger liggen dan 30 °C.

Onderzoeksvraag 3: bij welke glucoseconcentratie verloopt de vergisting optimaal?

Vorbereiden

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- glucose 0,6 M, 0,3 M, 0,15 M OF sucrose 5%, 10%, 20%- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	750 seconden

Uitvoeren en waarnemen

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

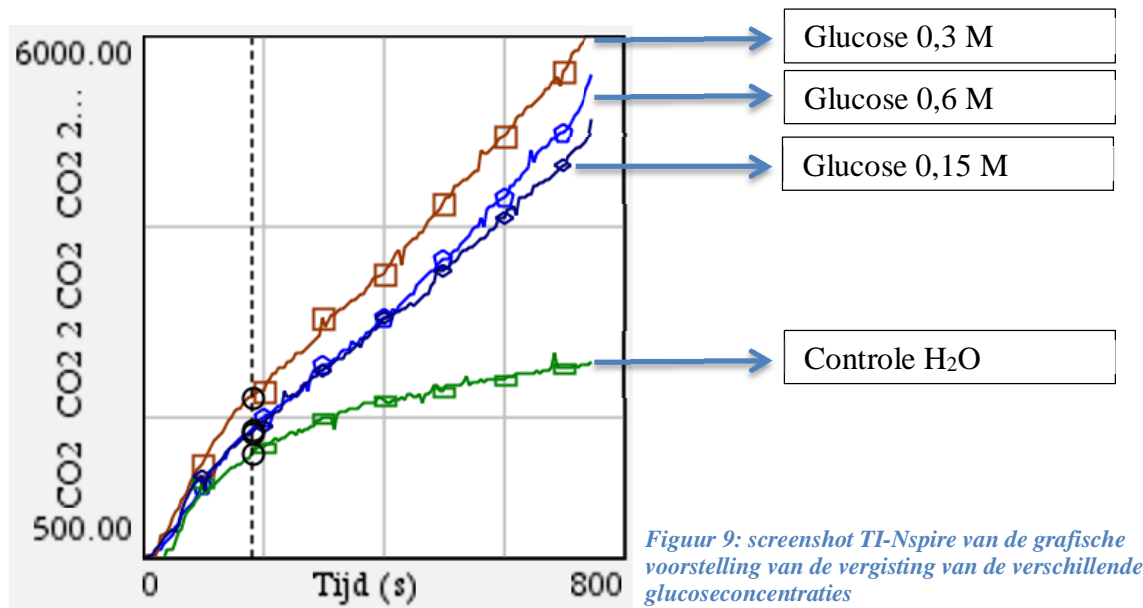
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen per glucoseconcentratie.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

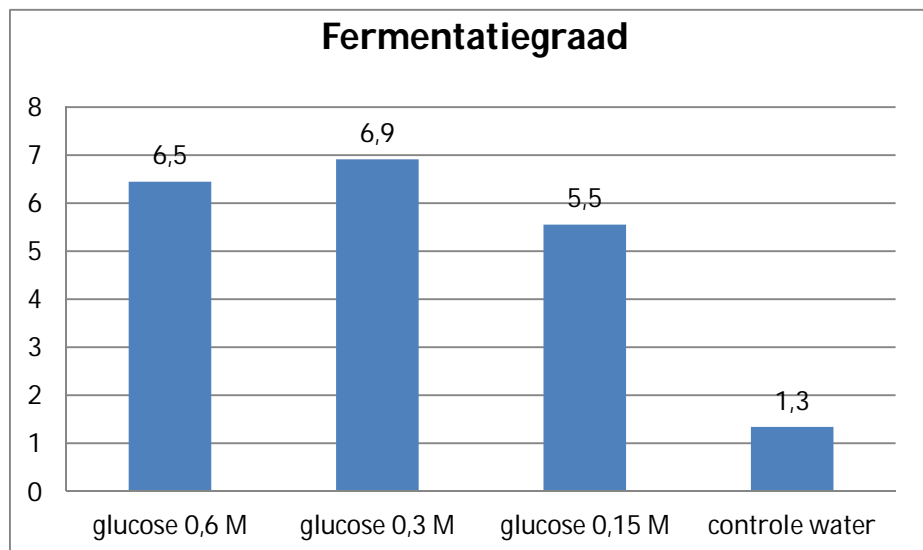
Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml gedestilleerd water in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij het water en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Als we de richtingscoëfficiënt van deze rechten gaan vergelijken, dan bekijken we de fermentatiegraad.



Figuur 10: richtingscoëfficiënt van de rechten uit figuur 9 (fermentatiegraad)

Reflecteren

Uit de fermentatiegraad kunnen we afleiden dat het optimum voor de fermentatie bij een glucoseconcentratie van 0,3 M ligt. Bij 0,6 M is het mogelijk dat al een beetje osmotische stress optreedt in de gistcellen waardoor de fermentatiegraad een beetje terugvalt. Door de hogere suikerconcentratie zal er water uit de gistcellen onttrokken worden en vermindert de fermentatie. Bij herhaling van dit experiment zal de fermentatiegraad van glucose 0,6 M niet altijd onder deze van glucose 0,3 M liggen. Misschien dat bij een oplossing van 1,2 M het optreden van de osmotische stress duidelijker zichtbaar wordt. Uiteraard treedt in zuiver water weinig fermentatie op.

Onderzoeksvraag 4: welk verschil treedt op tussen de vergisting van mono- en disachariden?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- glucose 0,3 M- fructose 0,3 M- sucrose 0,15 M- lactose 0,15 M- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

Uitvoeren en waarnemen

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

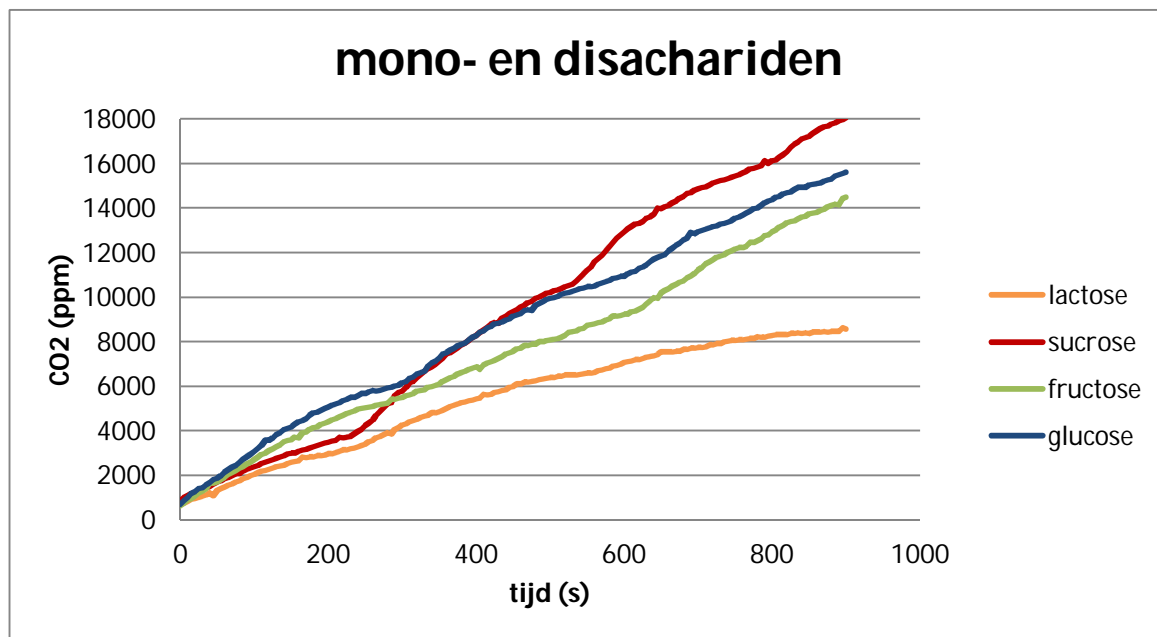
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen voor de verschillende suikers.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

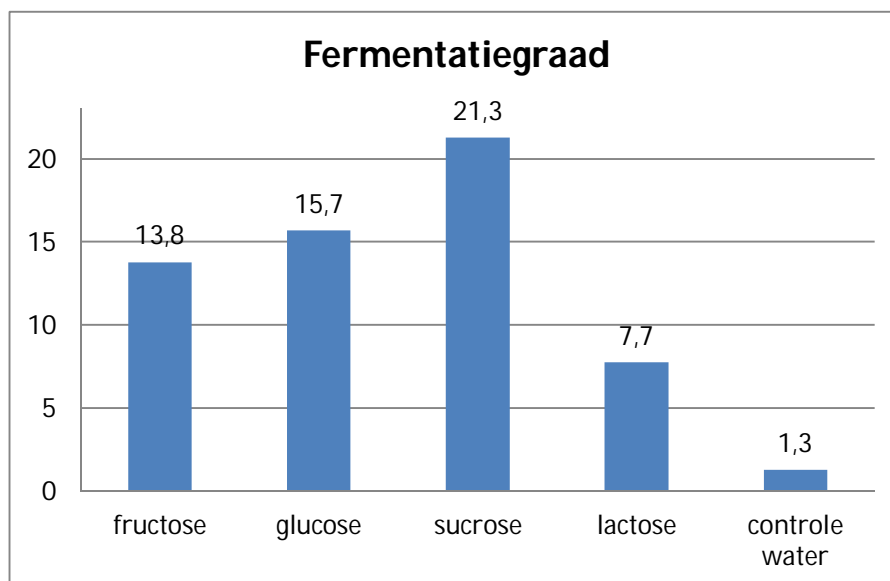
Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml gedestilleerd water in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij het water en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 11: grafische voorstelling van de meetgegevens, die via de TI-Nspire software overgebracht zijn naar Excel



Figuur 12: richtingscoëfficiënt van de rechten uit figuur 11 (fermentatiegraad)

Reflecteren

De fermentatiegraad van glucose (15,7) is iets groter dan die van fructose (13,8). Glucose vergist dus iets beter, maar beide monosachariden hebben een hoge fermentatiegraad. Bij de disachariden is de vergisting van sucrose veel groter dan die van lactose. Sucrose bestaat uit glucose en fructose, die beiden goed fermenteren. Lactose bestaat uit glucose en galactose. Doordat de fermentatiegraad van lactose (7,7) veel lager is dan die van sucrose (21,3), kunnen we door de fermentatie van lactose besluiten dat galactose zeer slecht fermenteert en dat de behaalde fermentatie van lactose in deze proef dus afkomstig is van glucose.

Onderzoeksvraag 5: kan vergisting optreden in de suikers van cola, cola light en cola zero?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- cola, cola light, cola zero- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	4 seconden/meetwaarde
Duur	600 seconden

Uitvoeren en waarnemen

Roer de cola zodanig dat er geen gas meer waarneembaar is.

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

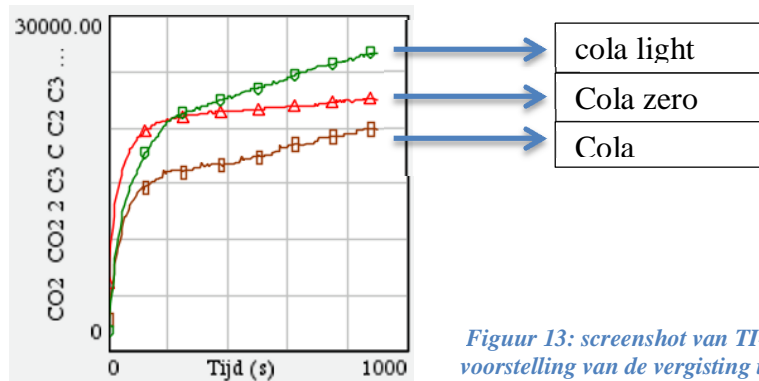
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen voor de verschillende cola's.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml cola in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de cola en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

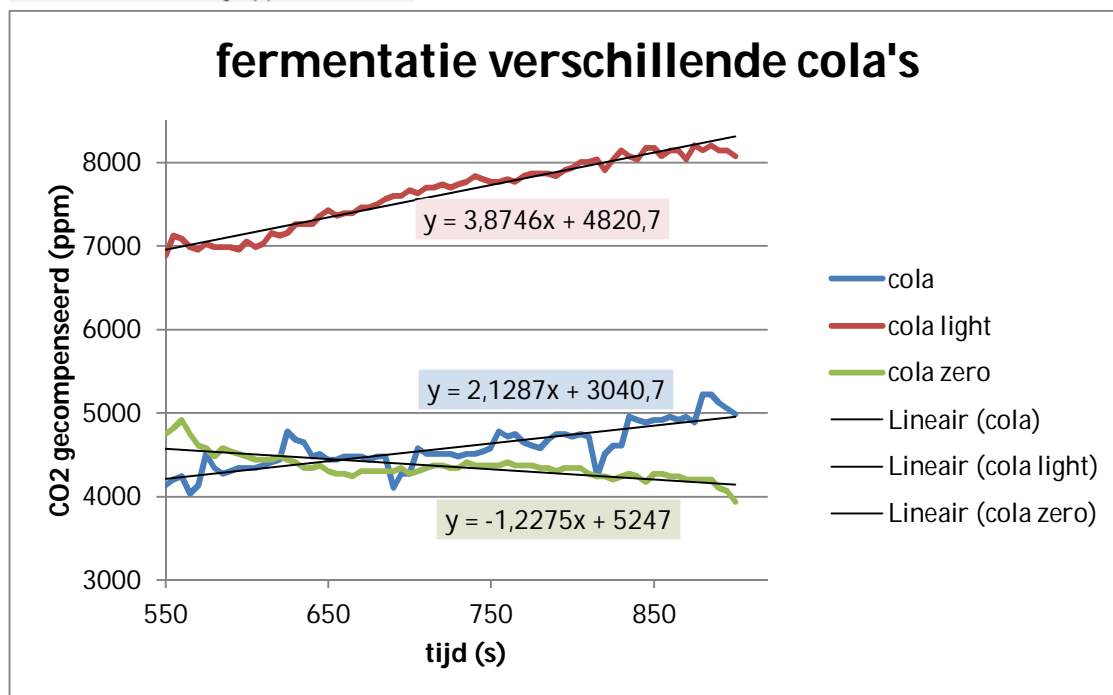
Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml cola in de meetkamer.
- 2) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 13: screenshot van TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting in cola, cola light en cola



Figuur 14: CO₂-waarden van cola en cola light uitgezet en gecompenseerd met de controlewaarden

Reflecteren

Zonder controle zou je na het bestuderen van de grafiek in figuur 13 kunnen besluiten dat de suikers in cola light en cola zero beter fermenteren dan in cola. De gegevens werden naar Excel overgebracht en gecompenseerd met de controlegegevens. De eerste 500 seconden werden uitgesloten in de grafiek. We krijgen nu een grafiek met de CO₂-productie door de fermentatie van de suikers in de frisdrank. Als we de richtingscoëfficiënten van deze rechten vergelijken, zien we dat de fermentatiegraad in cola light groter is dan in cola. Bij cola zero is de fermentatiegraad negatief. Wellicht te wijten aan een hoger CO₂-gehalte in de controle dan tijdens de fermentatie. De verschillende colasoorten zijn opgeroerd en hebben een uur gestaan. Bij eerdere uitvoering van dit experiment met enkel cola en cola light lag de fermentatiegraad veel dichterbij elkaar. Toen waren de dranken opgeroerd en een paar uren geopend blijven staan. Het is dus aan te raden om de koolzuurhoudende dranken langere tijd geopend te laten staan of lichtjes op te warmen, zodat zoveel mogelijk CO₂ uit de oplossing verdwenen is om een negatieve fermentatiegraad zoals in dit experiment te vermijden.

Onderzoeksvraag 6: remt zout de werking van gist?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- sucrose 0,15 M- gistoplossing- keukenzout

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	4 seconden/meetwaarde
Duur	600 seconden

Uitvoeren en waarnemen

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

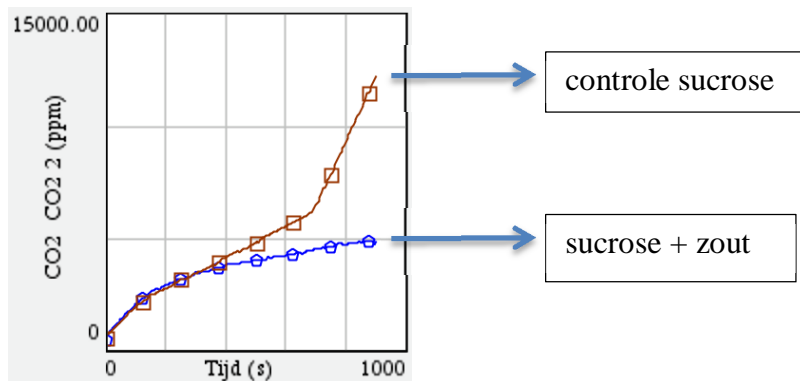
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur .

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de sucrose-oplossing in de meetkamer en voeg 5,50 g zout toe.
- 3) Voeg de gist aan de meetkamer toe en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje
- 2) Pipetteer 25 ml van de sucrose-oplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing in de meetkamer en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 15: screenshot van TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van sucrose en sucrose met zout

Reflecteren

Volgens de literatuur zal zout de werking van gist vertragen. In de resultaten zien we dat er nog steeds fermentatie is maar in veel mindere mate dan bij de vergisting van sucrose zonder zout. Zout verhoogt de osmotische stress waardoor er water uit de gistcellen wordt onttrokken. Hierdoor zal de gist zich moeilijker kunnen voortplanten. Uit de resultaten van dit experiment kan besloten worden dat zout inderdaad een vertragende werking heeft op de fermentatie.

Als bij het broodbakken te weinig zout wordt toegevoegd, dan zal er te veel koolzuurgas geproduceerd worden, zodat je deeg kapot rijst. Wordt er te veel zout toegevoegd, dan zal het brood slecht rijzen door gebrek aan CO₂-belletjes in het deeg.

Onderzoeksvraag 7: kan er vergisting optreden in zoetstoffen, zoals Stevia en Canderel?

Vorbereiden

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- Stevia- Canderel- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

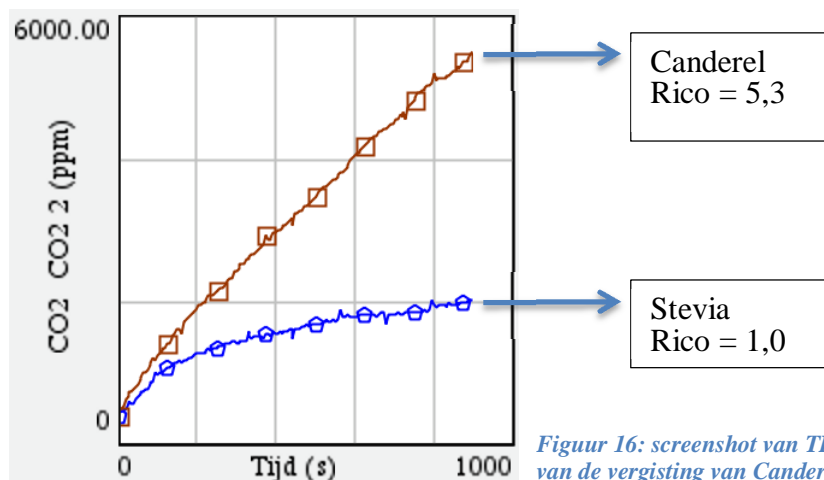
Uitvoeren en waarnemen

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen voor Canderel.

- 1) Los 2 g Stevia op in 25 ml water en doe dit in de meetkamer.
- 2) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 3) Voeg de gist bij de Stevia in de meetkamer en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 16: screenshot van TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van Canderel en Stevia

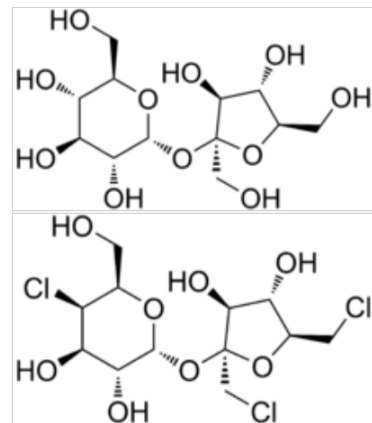
Reflecteren

In Canderel zit de zoetstof sucralose. De chemische structuur is bijna identiek aan sucrose. Sucralose ontstaat uit sucrose door kunstmatig drie hydroxylgroepen te vervangen door chlooratomen, waardoor deze zoetstof niet door onze darm opgenomen kan worden. Gist kan deze zoetstof wel fermenteren, maar niet zo goed als sucrose.

In Stevia zit steviolglycoside, wat een mengsel van verschillende zoetstoffen is. Stevia vergist amper want de fermentatiegraad komt overeen met zuiver water.

Aangezien Canderel uit 100% sucralose bestaat kan je ook een 0,15 M oplossing maken en deze zoetstof vergelijken met de andere disachariden. De molaire massa van sucralose bedraagt 397 g/mol. Zodoende hebben we 5,96 g nodig om een oplossing van 100 ml te maken.

Na het uitvoeren van dit experiment rees de vraag of de drie extra chlooratomen de vergisting zullen beïnvloeden? Dit wordt onderzocht in onderzoeksvraag 9.



Figuur 17: de chemische structuur van sucrose (boven) en van sucralose (onder)

Onderzoeksvraag 8: is er een verschil in vergisting tussen analytische glucose en glucose in Dextro Energy?

Vorbereiden

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- glucose- Dextro Energy (druivensuiker supermarkt)- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

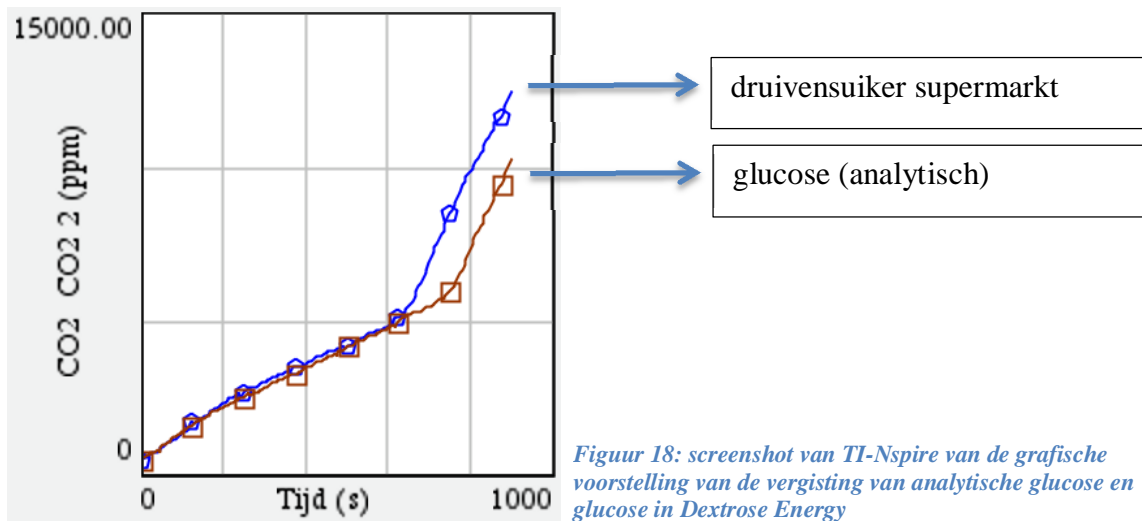
Uitvoeren en waarnemen

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

Voer deze methode uit bij kamertemperatuur.

- 1) Weeg één tablet druivensuiker af (ongeveer 3,30 g) en los dit op in 100 ml water. Pipetteer 25 ml van deze oplossing in meetkamer 1.
- 2) Weeg evenveel glucose af en los dit op in 100 ml water. Pipetteer 25 ml van deze oplossing in meetkamer 2.
- 3) Pipetteer twee maal 25 ml van de gistoplossing in maatbekertjes.
- 4) Voeg de gist bij meetkamer 1 en ook bij meetkamer 2.
- 5) Plaats in beide meetkamers de sonde van de CO₂-sensor en start de meting.

Resultaat weergeven



Reflecteren

Doordat de analytische glucose zuiverder is dan de Dextro Energy, was het verwachte resultaat dat de analytische glucose beter zou vergisten. Uit de resultaten valt af te leiden dat de vergisting in Dextro Energy en analytische glucose gelijkaardig verloopt. Toch zal de gist in de Dextro Energy sneller meer CO₂ beginnen vormen. Geheel tegen de verwachtingen in.

In Dextro Energy zit 89% dextrose (glucose), maltodextrine, citroenzuur en antiklonteringsmiddel. Maltodextrine bestaat uit glucose-polymeren en lost makkelijk op in water. Citroenzuur zal ervoor zorgen dat maltodextrine makkelijker gesplitst wordt in glucose. Wellicht zorgt citroenzuur ervoor dat de pH een heel klein beetje verlaagt, waardoor de vergisting iets vlotter verloopt in de Dextro Energy oplossing dan in de oplossing van de analytische glucose.

Om te achterhalen of citroenzuur de bepalende factor is voor het versnellen van de vergisting, kan er een proef worden opgezet waarbij twee glucose-oplossingen gefermenteerd worden waarvan één oplossing is verrijkt met citroenzuur.

Onderzoeksvraag 9: hoe zal het chloreren van sucrose tot sucralose de vergisting beïnvloeden?

Voorbereiden

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- sucrose 0,15 M (5,14 g/100 ml)- sucralose 0,15 M (Canderel) (5,96 g/100 ml)- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

Uitvoeren en waarnemen

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

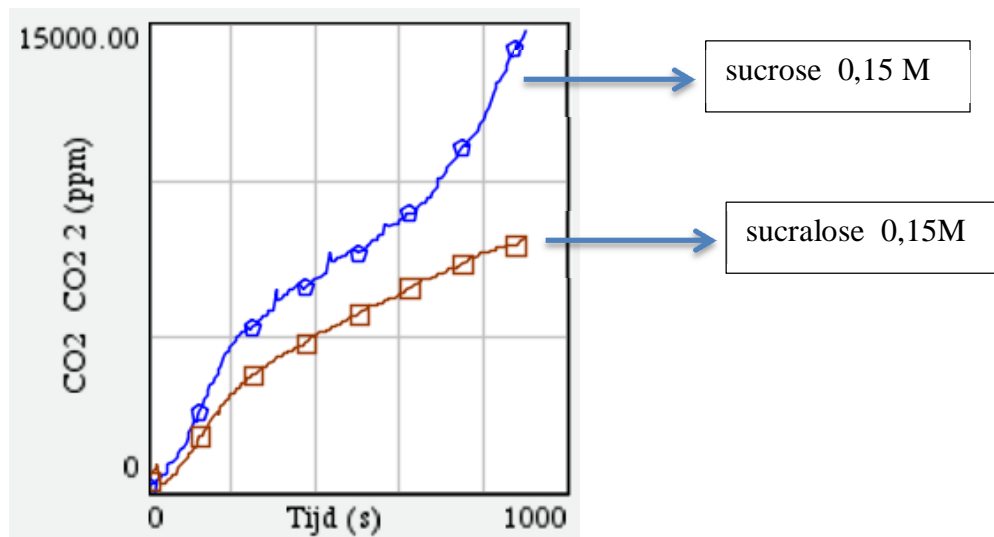
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de 0,15 M sucralose-oplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

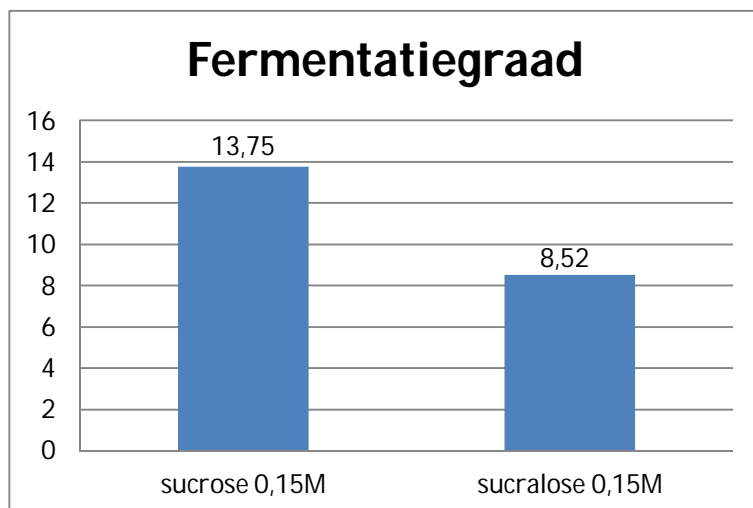
Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de 0,15 M sucrose-oplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij het water en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 19: screenshot van TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van sucrose en sucralose (Canderel)



Figuur 20: richtingscoëfficiënt van de rechten uit figuur 19 (fermentatiegraad)

Reflecteren

Enkel de grote potten Canderel bevatten 100% sucralose. In de kleinere verpakkingen is nog maltodextrine toegevoegd wat tot een betere fermentatie zal leiden.

De fermentatiegraad van suiker (13,8) is beduidend groter dan deze van sucralose (8,52). Sucralose ontstaat uit sucrose door kunstmatig drie hydroxyl-groepen te vervangen door chlooratomen. Het chloreren zorgt ervoor dat gist sucralose minder goed kan fermenteren.



Figuur 21: 100% sucralose

Onderzoeksvraag 10: kan citroenzuur de vergisting van glucose versnellen?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">- 2x pipet 25 ml en pipetpeer- 2x maatbekertje- 2x CO₂-sensor met meetkamer- TI-Nspire/LabCradle of easylink	<ul style="list-style-type: none">- gedestilleerd water- glucose 0,3 M- citroenzuur- gistoplossing

Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

Uitvoeren en waarnemen

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

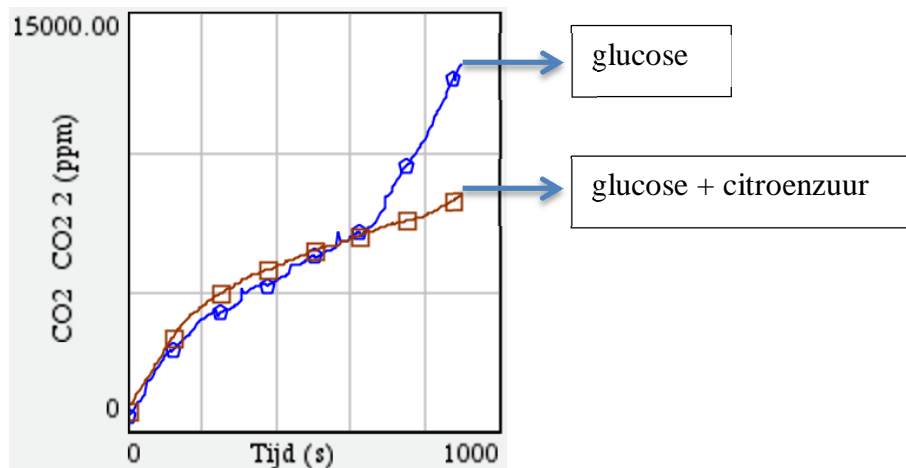
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de 0,3 M glucose-oplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg 3 g citroenzuur toe aan de oplossing in de meetkamer.
- 4) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 5) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de 0,3 M glucose-oplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij het water en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO₂-sensor in de meetkamer en start de meting.

Resultaat weergeven



Figuur 22: screenshot van TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van glucose en glucose met citroenzuur

Reflecteren

De verwachting dat het toevoegen van citroenzuur de vergisting zal versnellen gaat niet op. De vergisting wordt zelfs afgeremd. Uiteraard is de hoeveelheid citroenzuur die is toegevoegd te groot zodat de pH te laag zal zijn om de vergisting even vlot te laten verlopen als bij de controle. De leerlingen kunnen variëren met de hoeveelheid citroenzuur om te ontdekken of citroenzuur toch een positief effect kan hebben op de vergisting van glucose.

Bronnenlijst

Van den Berghe, M. (2014). *O ZO!: Onderzoeken doe je zo*. Mechelen: Plantyn.

Het gistproces. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via http://home.scarlet.be/pedroalco/Grondbeginselen/Het_gistproces/het_gistproces.htm

Leerplan: VVKSO – BRUSSEL D/2014/7841/011

Maltodextrine. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Maltodextrine>

Maltose. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Maltose>

Nederlands Instituut voor Biologie en Texas Instruments (2005). *Docentenhandleiding biologisch project: meten aan biologische systemen* p.5-8

Sucralose. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Sucralos>

Sucrose. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Sacharose>

SuikerWijzer. (2010). *Zoetstoffen van de natuurvoedingswinkel*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://suikerwijzer.nl/zoetstoffen-natuurvoedingswinkel/>

Vernier Software & Technology. *Sugar Metabolism with Yeast: Ethanol sensor*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.vernier.com/products/sensors/eth-bta/>

Bijlage 1: candidiasis

Bron: *Candidiasis*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/candidiasis.aspx>

Candidiasis is een infectie met de gist *Candida albicans*. Een infectie kan op verschillende plaatsen van het lichaam voorkomen: op het mondslijmvlies, in de vagina, op de huid en in het bloed. *Candida albicans* komt van nature voor op het lichaam, vooral op de huid en de slijmvliezen en bijvoorbeeld in de mond en de darmen. Candidiasis kan ontstaan als de gist de gelegenheid krijgt zich in korte tijd sterk te vermenigvuldigen en doordringt in bijvoorbeeld een huidplooi of de slijmvliezen. *Candida albicans* voelt zich het prettigst in een warme, vochtige omgeving, bijvoorbeeld op warme plekjes op het lichaam, maar ook in aarde en afval.

Volgens de wetenschappelijke literatuur hebben diëten geen invloed op een infectie met *Candida albicans*. Zogenaamde anti-candida diëten hebben vaak een onevenwichtige en onvolwaardige voeding tot gevolg. Sommige diëten bevatten bijvoorbeeld geen fruit en melkproducten. Hierdoor kan op termijn een gebrek aan vezels, vitamines en mineralen ontstaan. Vaak worden bepaalde suikers verboden omdat deze onder meer de groei van *Candida albicans* zouden bevorderen. Het gaat hierbij meestal om geraffineerde suikers waartoe glucose, maltose en saccharose behoren. Ook wordt meestal het advies gegeven om geen producten te gebruiken waarin de geraffineerde suikers voorkomen en om suikers te vermijden die in fruit (fructose) en melk (lactose) zitten.

Er is geen enkel bewijs dat anti-Candida-diëten helpen. Geraffineerde suikers zijn wel belangrijke voedingsstoffen voor *Candida albicans*. Toch kan door het vermijden van deze suikers de gist niet worden uitgeschakeld. Het vermijden van geraffineerde suikers heeft daarom geen effect op de groei van *Candida albicans*. Verder is *Candida albicans* niet in staat om lactose (melksuiker) te gebruiken om te groeien. Het is daarom ook niet zinvol om melkproducten te vermijden. Over de vraag of fructose (vruchtensuiker) de groei van *Candida albicans* kan bevorderen biedt de wetenschappelijke literatuur geen duidelijkheid.

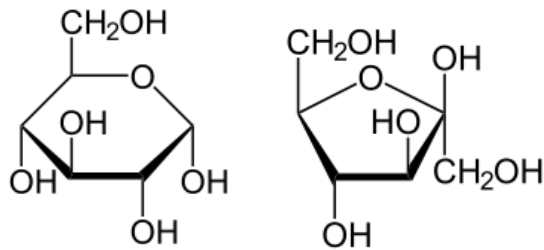


Candida albicans op een voedingsagar (Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library)

Bijlage 2: omzetting van suiker in alcohol

Bron: Werkgroep vinificatie. (2012). *Alcoholische gisting: omzetting van suiker in alcohol*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.brabantsewijnbouwers.nl/index.php?section=14&page=219&student=1106>

In druiven bevinden zich verschillende soorten suikers, waarvan glucose en fructose de belangrijkste zijn.



Glucose (links) bestaat uit een ring van 5 koolstofatomen en 1 zuurstofatoom. Aan één van de koolstofatomen zit het zesde koolstofatoom vast. Fructose (rechts) bestaat uit een ring van 4 koolstofatomen en 1 zuurstofatoom. Aan twee van de koolstofatomen zitten het vijfde en zesde koolstofatoom vast.

Gist bestaat uit eencellige schimmels, die in staat zijn om glucose en fructose te gebruiken voor hun voortplanting en hun stofwisseling. Tijdens dit proces is zuurstof vereist. In gistende wijn is al snel bijna geen zuurstof meer aanwezig, en de omstandigheden worden dan anaeroob. Onder anaerobe omstandigheden vindt in de gistcel de volgende omzetting plaats:



Dit wil zeggen dat bij de fermentatie 1 molecuul glucose of fructose (bevat 6 C-atomen) 2 moleculen en 2 moleculen koolzuurgas (CO_2) en een aantal moleculen ATP ontstaan. Tijdens dit proces komt er een beetje warmte vrij.

Diverse omstandigheden beïnvloeden de alcoholische gisting. We bespreken hier in het kort de belangrijkste. Behalve de hoeveelheid beschikbare vergistbare suikers zijn nog de volgende omstandigheden van belang.

Temperatuur

Omdat voor de omzetting van suikers in de gistcel enzymen nodig zijn, is er voor de alcoholische gisting een optimale temperatuur. Daaronder en daarboven werkt het enzym (veel) minder goed. Enzymen zijn eiwitten, die boven 50°C uiteenvallen (denaturatie). Voor de werking van gistcellen, en dus voor de alcoholische gisting, betekent dit dat de gisting binnen bepaalde temperatuurgrenzen moet verlopen. De meeste fermentaties gebeuren bij een temperatuur tussen $25\text{-}30^\circ \text{C}$. Grote fermentatietanks bevatten daarom altijd een systeem om te koelen of (eventueel tijdelijk) op te warmen.

Zuurgraad

Evenals voor de temperatuur, heeft elk enzym ook een optimum voor de pH. Enzymen in de maag kunnen een pH aan van slechts 2, sommige darmenzymen kunnen tegen een pH hoger dan 7. Voor de meeste wijngisten geldt een optimum tussen $\text{pH} = 3,5$ en $\text{pH} = 5,5$. De marges voor deze enzymen zijn dus nogal ruim.

Alcoholgehalte

Gistcellen maken alcohol en vergiftigen daarmee zichzelf. De alcoholtolerantie verschilt per gistvariant. Gisten die boven de 16% kunnen overleven zijn zeldzaam.

Koolzuurgas en suiker

Gistcellen maken naast ethanol ook koolzuurgas aan en kunnen daar slecht tegen. Anders dan alcohol, heeft CO₂ een veel grotere neiging om te ontsnappen aan de gistende massa.

Suiker wordt gebruikt als grondstof (substraat), maar meer is niet altijd beter. Als de gistcellen omringd worden door vloeistof met een zeer hoog suikergehalte, heeft water in de gistcellen de neiging om door de celwand heen naar buiten te gaan (osmotische werking). Gistcellen kunnen zo zelfs afsterven. Per gistsoort verschilt de gevoeligheid voor hoge suikerwaarden en de meeste wijnmakers zullen van dit verschijnsel geen last hebben bij het maken van gewone wijn.

Bijlage 3: brood bakken

Bron: *Broodbaktips: ingrediënten*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.domo-elektro.be/nl-be/broodbaktips.aspx>

De belangrijkste factoren voor het bakken van een geslaagd brood zijn de kwaliteit, de versheid en het correct afwegen van uw ingrediënten.

Bloem is het basisbestanddeel van brood. Het gewicht van de bloem verschilt van soort tot soort. Daarom is het absoluut noodzakelijk de juiste hoeveelheid af te meten met een weegschaal.

Advies : let met het kopen van bloem op de tekst van de verpakking. Er moet op staan dat de bloem geschikt is voor het maken van onder andere brood.

Gluten zitten van nature in bloem en bevorderen de rijzing van het brood.

Gist is een micro-organisme dat groeit op diverse plantaardige voedingsmiddelen. Gist heeft het vermogen om suiker om te zetten in alcohol en koolzuurgas, waardoor het zich bijzonder snel vermeerdert. Ideaal dus om het deeg te laten rijzen en het lichter en beter verteerbaar te maken. Wij adviseren in de broodbakmachine droge gist te gebruiken. Deze (korrel)gist is gemakkelijker te verwerken, langer houdbaar dan verse gist en het geeft een constanter bakresultaat dan verse gist.

Zout zorgt niet alleen voor een bepaalde smaak aan het brood, maar regelt ook de activiteit van gist, maakt het deeg stevig en vast en voorkomt dat het brood te hard rijst.

Boter en olie geven een betere smaak aan het brood en maken het brood zachter. De boter of olie moet op kamertemperatuur zijn voor u deze bij de andere ingrediënten voegt.

Suiker is de voedingsbron voor de gist en een belangrijk bestanddeel van het rijzingsproces. U kunt gewone witte suiker, bruine suiker, stroop of honing gebruiken. Het geeft een zekere zachtheid aan de smaak van het brood, verhoogt de voedingswaarde en helpt het brood langer te bewaren.

Wanneer de bloem vermengd wordt met het **water**, vormen de gluten zich en wordt de lucht afgesloten, zodat het brood kan rijzen. Bij normale omgevingstemperatuur gebruikt u lauw water om het brood te maken: koud water activeert de gist niet en warm water activeert de gist te sterk.

Melk doet de broodkorst bruinen, verbetert de smaak van het brood, verhoogt de voedingswaarde en geeft een mooie romige kleur binnenin. Indien u verse melk gebruikt, dan dient u de hoeveelheid water uiteraard te verminderen om het vochtigheidspeil in evenwicht te houden.

ONDERZOEKSPROJECT CHEMIE

Deze onderzoeksopdracht kan gebruikt worden om leerlingen **begeleid onderzoek** (tweede graad) of **zelfstandig onderzoek** (derde graad) te laten uitvoeren.

De opdracht bestaat uit verschillende fasen:

1 Uitvoeren van de voorbereidende activiteit

De doelstellingen van de voorbereidende activiteit zijn:

- Leerlingen vertrouwd laten raken met bepaalde technieken en meten met sensoren.
- Leerlingen hulp bieden bij het begeleid of zelfstandig opstellen van onderzoeksvragen.

Tijdens de voorbereidende activiteiten noteren de leerlingen hun waarnemingen en beantwoorden ze de vragen. Daarna verdiepen de leerlingen zich in het onderwerp door meer informatie op te zoeken in hun cursus, boeken of internet. Ze baseren zich hierbij op de lijst met mogelijke onderwerpen.

2 Opstellen van onderzoeksvragen

De leerlingen stellen vervolgens (in groep) onderzoeksvragen op. Ze baseren zich hiervoor op de voorbereidende activiteit en de opgezocht achtergrondinformatie.

In de tweede graad is het aan te raden deze fase voldoende te begeleiden. Verzamel bijvoorbeeld de onderzoeksvragen van iedere leerling (of groep). Maak een vervolgens (klassikale) oplijsting van de voorgestelde onderzoeksvragen. Voeg indien nodig zelf nog een aantal onderzoeksvragen toe. Stuur de onderzoeksvragen bij indien ze niet relevant, niet haalbaar of niet onderzoekbaar zijn. Iedere leerling (of groep) kiest dan vervolgens een andere onderzoeksvraag uit de lijst om aan de slag mee te gaan.

3 Opstellen van een werkplan

Iedere leerling (of groep) moet een werkplan opstellen die volgende onderdelen bevat:

- de onderzoeksvraag;
- de hypothese;
- de te meten en berekenen grootheden;
- een lijst van het benodigd materiaal en stoffen;
- gedetailleerde veiligheidsinformatie;
- schematisch overzicht van de uitvoering;
- ...

4 Uitvoeren van het onderzoek

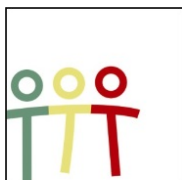
Tijdens deze fase voeren leerlingen een experiment uit en verzamelen ze de data. Loop rond in het lokaal en stel gerichte vragen aan de leerlingen. De resultaten van het onderzoek van de leerlingen zullen niet altijd overeenstemmen met hun hypothese. Onverwachte resultaten creëren nieuwe leermogelijkheden en leiden vaak tot nieuwe onderzoeksvragen.

5 Verwerken van de gegevens

Tijdens deze fase interpreteren de leerlingen de verzamelde data. Ze trekken besluiten en beantwoorden de onderzoeksvraag. De leerlingen moeten ook de uitvoering evalueren en suggesties bedenken voor een betere werkwijze. In deze fase kan het onderzoek bijgestuurd worden. Eventueel formuleren de leerlingen ook aanvullende onderzoeksvragen. Evalueer je uitvoering. Bedenk suggesties voor een betere werkwijze. Stuur het onderzoek waar nodig bij en formuleer aanvullende onderzoeksvragen.

6 Rapporteren

De leerlingen kunnen de resultaten van hun onderzoek rapporten door een verslag te typen, een presentatie te maken, een poster samen te stellen,... Laat de leerlingen bij het rapport een bibliografie toe van de geraadpleegde bronnen toevoegen.



T³ VLAANDEREN

Leerkracht:

Vorbereidende activiteit bakpoeder en azijn (leerlingenversie)

Datum:.....

Klas:

Naam:

Oriënteren



Bakpoeder of NaHCO_3 is gekend onder de naam natriumwaterstofcarbonaat, bakpoeder, bicarbonaat of soda.

Azijn is een verdunde oplossing van azijnzuur of CH_3COOH .

Bakpoeder reageert met azijnzuur met vorming van koolstofdioxide-gas, water en natriumacetaat:



In deze voorbereidende activiteit ga je de temperatuursverandering opmeten die gepaard gaat bij reactie van 1,00 g bakpoeder met 25,0 ml azijn.

Met behulp van deze voorbereidende activiteit en de informatie die je opzoekt in verband met bakpoeder en azijn, stel je een aantal onderzoeksvragen op in verband met deze stoffen. Daarna stel je zelf een onderzoek op over één van de zelf geformuleerde onderzoeksvragen. Je voert vervolgens na goedkeuring van de leerkracht zelf je onderzoek uit en rapporteert je bevindingen onder de vorm van een verslag uitgeschreven of uitgetypt volgens de OVUR methode.

Mogelijke onderwerpen die je kunnen helpen met het opstellen van onderzoeksvragen zijn:

tweede graad	derde graad
<ul style="list-style-type: none"> • bakpoeder • azijn • chemische eigenschappen • fysische eigenschappen • chemische en fysische processen • pH 	<ul style="list-style-type: none"> • enthalpie • wet van Hess • zuur-basetitratie • pH • geleidbaarheid

Vorbereiden

Benodigheden

Lees de activiteit door en noteer hieronder het benodigde materiaal en stoffen:

Materiaal	Stoffen

Instellen van de verzamelmodus

In dit experiment meet je de temperatuur gedurende 180 seconden met een snelheid van 2 meetwaarden/seconde. Welke verzamelingsmodus gebruik je? Je gebruikt de standaardinstellingen van de software.

Uitvoeren en waarnemen

1. Plaats een piepschuimen beker in een maatbeker van 400 ml.
2. Doe met behulp van een maatcilinder 25 ml azijn in de piepschuimen beker.
3. Plaats de temperatuursensor in de oplossing.
4. Weeg 1,00 g bakpoeder af.
5. Start de meting. Wacht 4 seconden.
6. Voeg voorzichtig het bakpoeder aan het azijn toe en roer voortdurend zachtjes met de temperatuursensor.
7. Stop de meting als de temperatuur niet meer verandert. Na 180 seconden zal de meting automatisch stoppen.
8. Bepaal met behulp van statistische analyse de begin- en eindtemperatuur gedurende de reactie. (Afronden op 0,1 °C)

Reflecteren

TWEEDE GRAAD

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.
2. Bepaal of de reactie tussen azijn en bakpoeder een endo- of exo-energetisch proces is.
3. Geef de formule en de naam van het bestanddeel dat de gasbellen veroorzaakt tijdens de reactie?
4. Som twee fysische eigenschappen van bakpoeder op.
5. Som twee fysische eigenschappen van azijn op.
6. Som twee waarnemingen op die het bewijs leveren voor het doorgaan van een chemisch proces wanneer je bakpoeder aan azijn toevoegt.
7. Formuleer onder begeleiding van je leerkracht minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

Reflecteren

DERDE GRAAD

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.
2. Bepaal de totale massa van de oplossing. (Neem aan dat de dichtheid van azijn = dichtheid van water = $1,00 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$)
3. De soortelijke warmte-energie van het mengsel kun je gelijk stellen aan die van water.
 $c(\text{water}) = 4189 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$
Bereken de vrijgezette warmte-energie $Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta$
4. Hoeveel bedraagt de enthalpieverandering?
5. Bereken het aantal mol bakpoeder waarmee je de reactie hebt uitgevoerd.
6. Bereken de enthalpieverandering per mol NaHCO_3 .
7. Formuleer zelfstandig minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

Onderzoeksofdracht bakpoeder en azijn (leerkrachtenversie)

Situering in leerstof

Tweede graad

- algemene doelstellingen voor het realiseren van onderzoekscompetenties
- chemische en fysische eigenschappen
- verschil tussen chemisch en fysisch verschijnsel
- waarnemen van chemische reacties
- exo- en endo-energetische reacties
- zuurgraad van een oplossing
- neutralisatiereacties en gasontwikkelingsreacties

Derde graad

- algemene doelstellingen voor het realiseren van onderzoekscompetenties
- energiebeschouwingen bij een chemische reacties
- berekenen van enthalpieveranderingen
- wet van Hess
- pH
- geleidbaarheid
- zuur-base reacties
- zuur-base titraties

Planning

	<i>fase onderzoeksofdracht</i>	<i>duur</i>
1	Vorbereidende activiteit	35 minuten
2	Opstellen van onderzoeksvragen	10 minuten
3	Opstellen werkplan	15 minuten (thuis)
4	Uitvoeren onderzoek	50 minuten
5	Verwerken van gegevens	15 minuten
6	Rapporteren	35 minuten (thuis)

Vorbereidende activiteit

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• balans• maatbeker 400 ml• maatcilinder 100 ml• piepschuimen beker• spatel met lepel• temperatuursensor• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink	<ul style="list-style-type: none">• bakpoeder• azijn

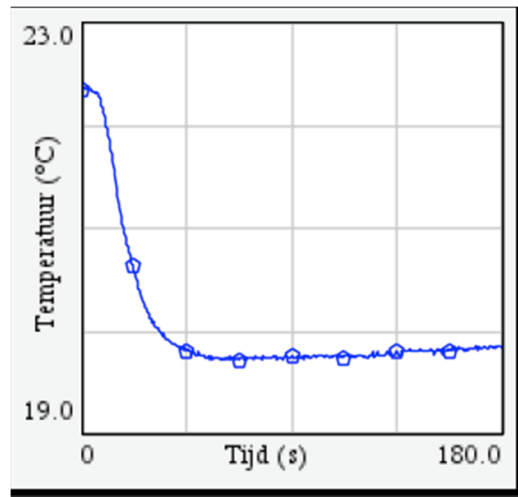
Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	2 meetwaarde/s
Duur	180 s

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	0,5
Number of samples	360

Voorbeeld resultaat



Antwoorden op de vragen tweede graad

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.

$$\theta_{max} = \theta_{begin} = 22,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{min} = \theta_{einde} = 19,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_{einde} - \theta_{begin} = -2,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Bepaal of de reactie tussen azijn en bakpoeder een endo- of exo-energetisch proces is.

Het is een endo-energetisch proces.

3. Geef de formule en de naam van het bestanddeel dat de gasbellen veroorzaakt tijdens de reactie?

CO₂ of koolstofdioxide

4. Som twee fysische eigenschappen van bakpoeder op.

Witte vaste stof bij kamertemperatuur.

5. Som twee fysische eigenschappen van azijn op.

Kleulose vloeistof bij kamertemperatuur.

6. Som twee waarnemingen op die het bewijs leveren voor het doorgaan van een chemisch proces wanneer je bakpoeder aan azijn toevoegt.

Er ontstaat een gas.

De temperatuur daalt tijdens het proces. Er is dus een energie-uitwisseling.

7. Formuleer onder begeleiding van je leerkracht minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

Hoe kan je de grootste temperatuurverandering veroorzaken bij de reactie tussen bakpoeder en azijn?

(= voorbeeld 1)

Wat is het kooktraject van azijn?

(= voorbeeld 2)

Wat gebeurt er met de pH-waarde van de oplossing als azijn met bakpoeder reageert?

(= voorbeeld 3)

Wat gebeurt er met de druk als azijn met bakpoeder reageert in een gesloten systeem?

(= voorbeeld 4)

Antwoorden op de vragen derde graad

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.

$$\theta_{max} = \theta_{begin} = 22,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{min} = \theta_{einde} = 19,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_{einde} - \theta_{begin} = -2,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Bepaal de totale massa van de oplossing. (Neem aan dat de dichtheid van azijn = dichtheid van water = $1,00 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$)

$$1,00 \text{ g} + 25,0 \text{ g} = 26,0 \text{ g}$$

3. De soortelijke warmte-energie van het mengsel kun je gelijk stellen aan die van water.

$$c(\text{water}) = 4189 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$$

Bereken de vrijgezette warmte-energie $Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta$

$$Q = 4189 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 26,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot -2,7 \text{ } ^\circ\text{C} = -294 \text{ J} = -0,294 \text{ kJ}$$

4. Hoeveel bedraagt de enthalpieverandering?

$$\Delta H = -Q = 0,294 \text{ kJ}$$

5. Bereken het aantal mol bakpoeder waarmee je de reactie hebt uitgevoerd.

$$n = \frac{1,00 \text{ g}}{84,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0119 \text{ mol}$$

6. Bereken de enthalpieverandering per mol NaHCO_3 .

$$\Delta H = \frac{0,294 \text{ kJ}}{0,0119 \text{ mol}} = 24,7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

7. Formuleer zelfstandig minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

*Hoeveel milliliter azijn kan geneutraliseerd worden door 1,00 g bakpoeder?
(= voorbeeld 5)*

*Voldoet de reactie van bakpoeder en azijn aan de wet van Hess?
(= voorbeeld 6)*

*Hoe beïnvloedt de temperatuur en concentratie azijnzuur de reactiesnelheid van de reactie tussen bakpoeder en azijn?
(= voorbeeld 7)*

Voorbeeld 1: temperatuurverandering bij reactie tussen bakpoeder en azijn.

Oriënteren

Hoe kan je de grootste temperatuurverandering veroorzaken bij de reactie tussen bakpoeder en azijn?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• balans• maatbeker 400 ml• maatcilinder 100 ml• piepschuimen beker• roerstaaf• spatel met lepel• temperatuursensor• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink	<ul style="list-style-type: none">• azijn• bakpoeder

Instellen van de verzamelmodus

Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	2 meetwaarde/s
Duur	180 s

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

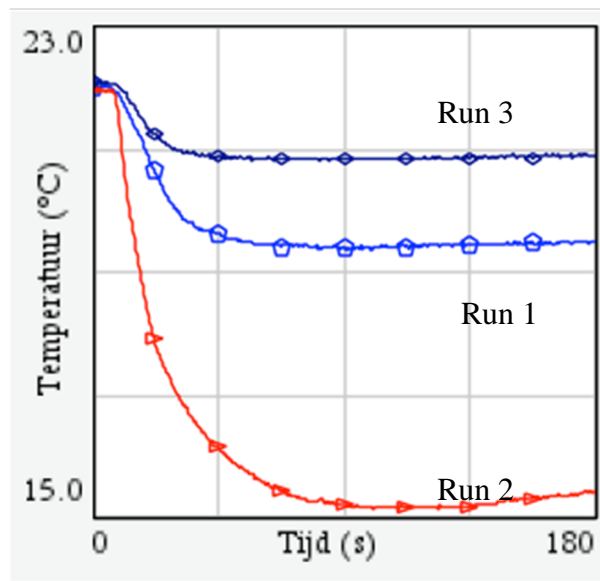
Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	0,5
Number of samples	360

Uitvoeren en waarnemen

We onderzoeken drie verschillende werkwijzen en nemen het temperatuurverschil waar.

Werkwijze 1	Werkwijze 2	Werkwijze 3
1,00 g bakpoeder	2,00 g bakpoeder	1,00 g bakpoeder
25 ml azijn	25 ml azijn	50 ml azijn
NIET roeren	WEL roeren	WEL roeren
$\Delta\theta = -2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta\theta = -6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta\theta = -1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
Run 1	Run 2	Run 3

We vergelijken met de waarde uit de voorbereidende activiteit (= 1,00g bakpoeder+ 25 ml azijn + WEL roeren. $\Delta\theta = -2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$



Reflecteren

Uit het onderzoek blijkt dat het bekomen temperatuursverschil groter is bij voortdurend roeren en grotere hoeveelheid bakpoeder. Er is verder onderzoek nodig om na te gaan wat het effect zou zijn van een kleinere hoeveelheid azijn. Een grotere hoeveelheid azijn veroorzaakt niet een groter temperatuursverschil.

Voorbeeld 2: azijnzuur is een mengsel

Oriënteren

Wat is het kooktraject van azijn?

Vorbereiden

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• proefbuis• maatbeker 600 ml• maatcilinder 10 ml• temperatuursensor• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink• Bunsenbrander• Statief met klem• Driepikkel met draadnet	<ul style="list-style-type: none">• azijn• leidingswater• keukenzout

Instellen van de verzamelmodus

Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	1 meetwaarde/s
Duur	900 s

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

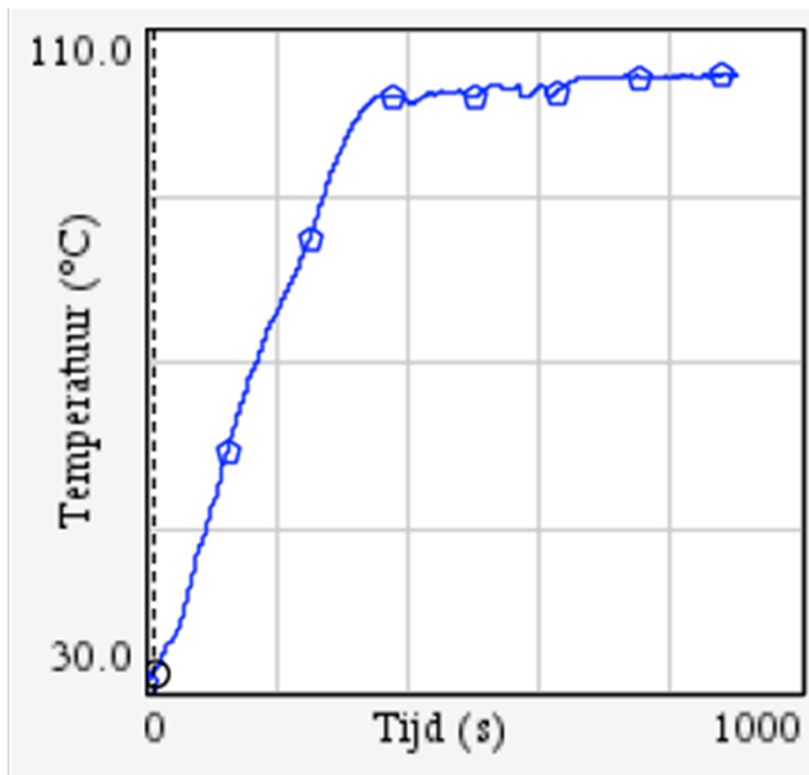
Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	1
Number of samples	900

Uitvoeren en waarnemen

1. Bereid een zoutwater warmbad door 400 ml leidingswater in een maatbeker van 600 ml te brengen. Voeg 80 g keukenzout aan het water toe om de kooktemperatuur van het warmwaterbad te verhogen.
2. Verwarm het zoutwater met de bunsenbrander.
3. Breng 10 ml azijn in een proefbuis.
4. Breng de proefbuis met de azijn in het warmwaterbad. Bevestig de proefbuis aan een statief met een klem.
5. Meet de temperatuur gedurende 900 s. Blijf bij de opstelling. Verwarm niet te hevig en regel de gastoevoer eventueel bij.

Reflecteren

Het mengsel azijn begint te koken bij ongeveer 101,7 °C. Tijdens het koken blijft de temperatuur toenemen tot 104,6 °C. We spreken van een kooktraject omdat azijn een mengsel is en geen zuivere stof.



Voorbeeld 3: pH-verandering bij de reactie van bakpoeder en azijn.

Oriënteren

Wat gebeurt er met de pH-waarde van de oplossing als azijn met bakpoeder reageert?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• maatbeker 100 ml• maatcilinder 100 ml• pH sensor• Statief met klem• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink	<ul style="list-style-type: none">• azijn• bakpoeder

Instellen van de verzamelmodus

Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	0,5 meetwaarde/s
Duur	120 s

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

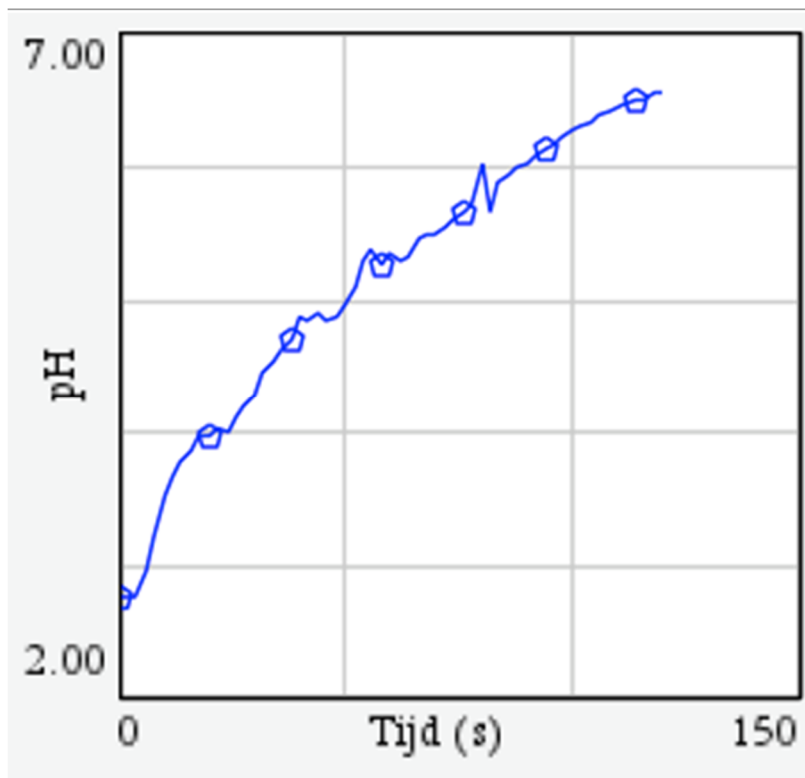
Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	2
Number of samples	60

Uitvoeren en waarnemen

1. Weeg ongeveer 4 g bakpoeder af.
2. Doe 25 ml azijn in een maatbeker van 100 ml.
3. Breng de pH sensor in de maatbeker met azijn. Bevestig de pH sensor aan een statief met een klem.
4. Start de meting.
5. Voeg onder voortdurend schudden de 4 g bakpoeder geleidelijk aan de azijn.

Besluiten en reflecteren

De pH van de azijn oplossing neemt toe wanneer er bakpoeder aan wordt toegevoegd. In onderstaand voorbeeld is de reactie niet volledig doorgegaan. Bij een volgend onderzoek moet dus de tijdsduur van de meting aangepast worden.



Voorbeeld 4: drukverandering bij de reactie van bakpoeder en azijn.

Oriënteren

Wat gebeurt er met de druk als azijn met bakpoeder reageert in een gesloten systeem?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• balans• druksensor• erlenmeyer 250 ml en bijhorende doorboorde stop• maatcilinder 100 ml• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink	<ul style="list-style-type: none">• azijn• bakpoeder

Instellen van de verzamelmodus

Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	1 meetwaarde/s
Duur	360 s

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

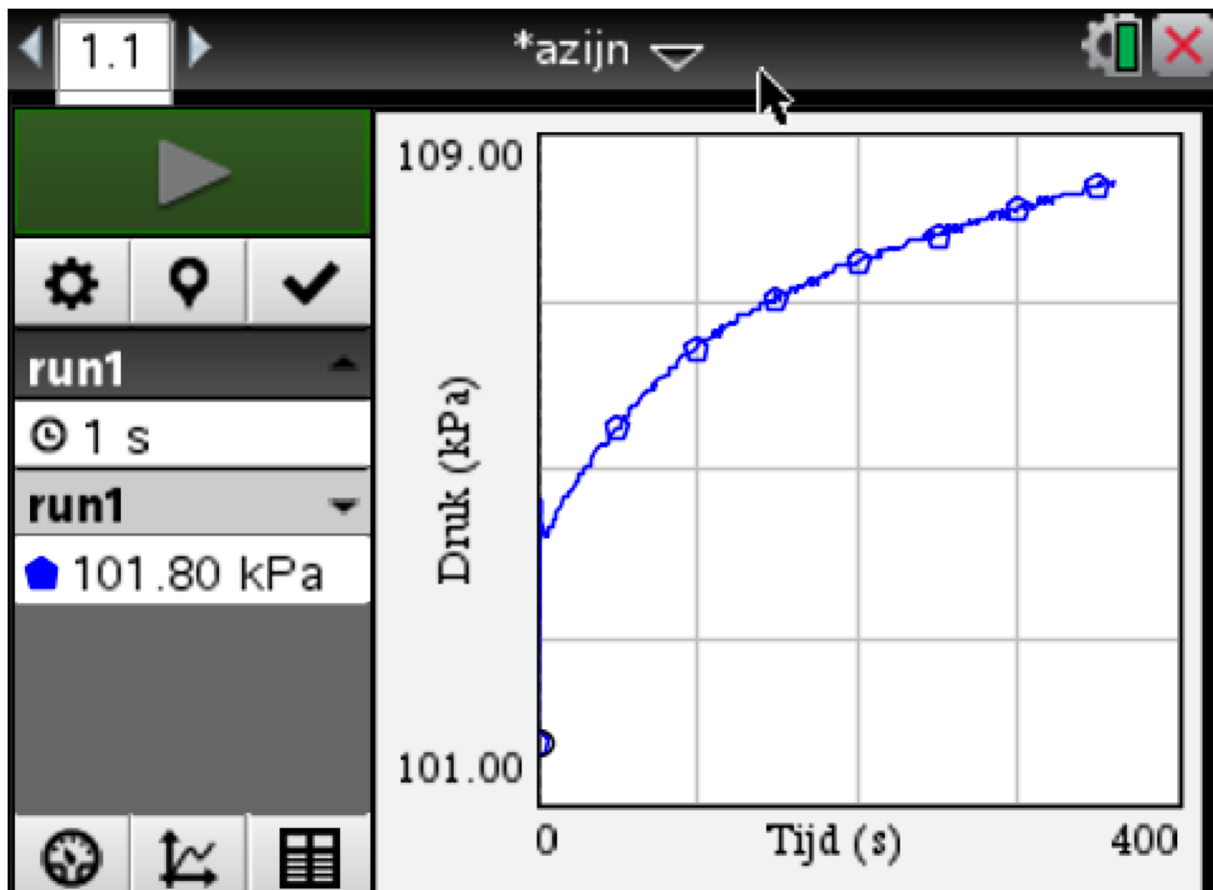
Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	1
Number of samples	360

Uitvoeren en waarnemen

1. Weeg 2,0 g bakpoeder af.
2. Doe 5,0 ml azijn en 95,0 ml gedestilleerd water in erlenmeyer van 250 ml.
3. Verbind de doorboorde stop met de druksensor.
4. Start de meting.
5. Voeg de bakpoeder toe aan de azijn.
6. Plaats de stop verbonden met de druksensor op de erlenmeyer.

Besluiten en reflecteren

De druk neemt toe wanneer er bakpoeder aan azijn wordt toegevoegd. Dit komt omdat er zich bij de reactie tussen bakpoeder en azijn een gas ontwikkelt. De drukverandering is het grootst in de beginfase van de reactie. Wanneer de druk niet meer verandert in functie van de tijd is de reactie ten einde.



Voorbeeld 5: Zuurbasetitratie van bakpoeder met azijn

Oriënteren

Hoeveel milliliter azijn kan geneutraliseerd worden door 1,00 g bakpoeder?

Vorbereiden

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• Buret 25 ml• buretklem• maatbeker 100 ml• pH sensor• Statief met klem• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink	<ul style="list-style-type: none">• azijn• bakpoeder• gedestilleerd water

Instellen van de verzamelmodus

Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	gebeurtenis met invoer
gebeurtenis	volume azijn
eenheid	ml

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

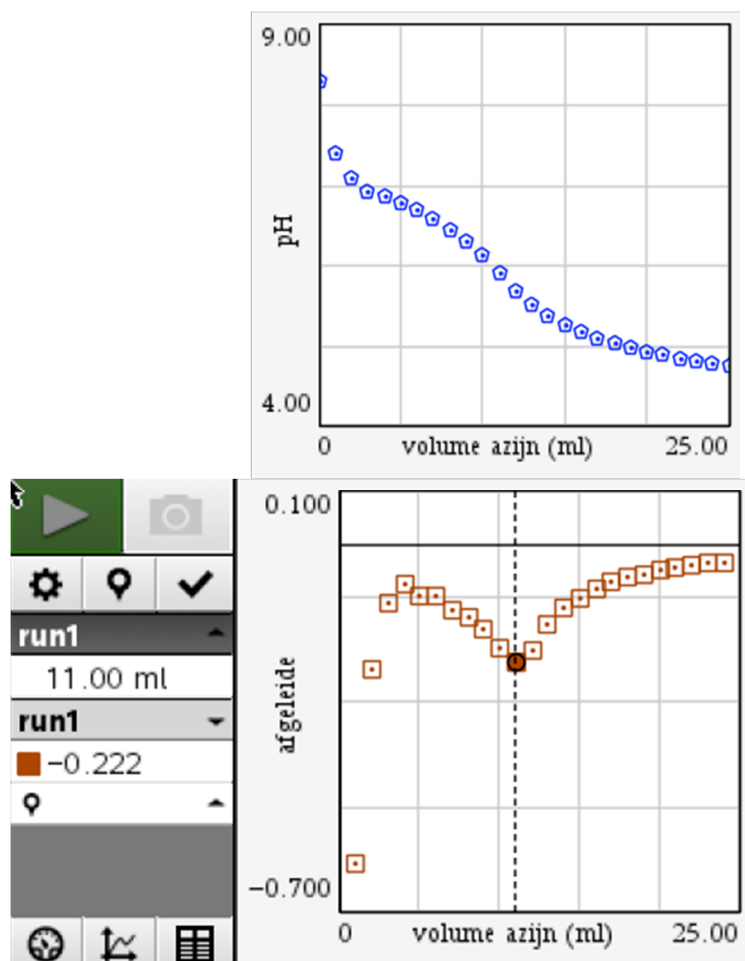
Verzamelmodus	events with entry
----------------------	-------------------

Uitvoeren en waarnemen

1. Weeg 1,00 g bakpoeder af.
2. Doe 50 ml gedestilleerd water in een maatbeker van 100 ml en los het bakpoeder erin op.
3. Breng de pH sensor in de maatbeker met bakpoederoplossing. Bevestig de pH sensor aan een statief met een klem.
4. Vul het buret met azijn en bevestig het buret aan een buretklem.
5. Start de meting.
6. Registreer de pH waarde na toevoeging van 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, ... 25 ml azijn. Meng na elke toevoeging goed de oplossing vooraleer de pH waarde te registreren.

Reflecteren

Uit de pH-curve en de eerste afgeleide kun je het SP bepalen. Er is 11,0 ml azijn (7°) nodig om 1,00 g bakpoeder te neutraliseren.



Voorbeeld 6: Wet van Hess.

Oriënteren

Voldoet de reactie tussen bakpoeder en azijn aan de Wet van Hess?

Vorbereiden

Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• balans• maatbeker 400 ml• maatcilinder 100 ml• piepschuimen beker• spatel met lepel• temperatuursensor• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink	<ul style="list-style-type: none">• azijn• bakpoeder vast• bakpoeder oplossing ($1,19 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$)• gedestilleerd water

Instellen van de verzamelmodus

Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	2 meetwaarde/s
Duur	180 s

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	0,5
Number of samples	360

Uitvoeren en waarnemen

Geval 1:(run 2)

Los 1,00 g $\text{NaHCO}_3(\text{v})$ op in 25,0 ml water.

Meet de temperatuursverandering.

Bereken de enthalpieverandering per mol NaHCO_3 .

Geval 2: (run 3)

Laat 10 ml NaHCO_3 -oplossing ($1,19 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$) reageren met 15 ml azijn.

Meet de temperatuursverandering.

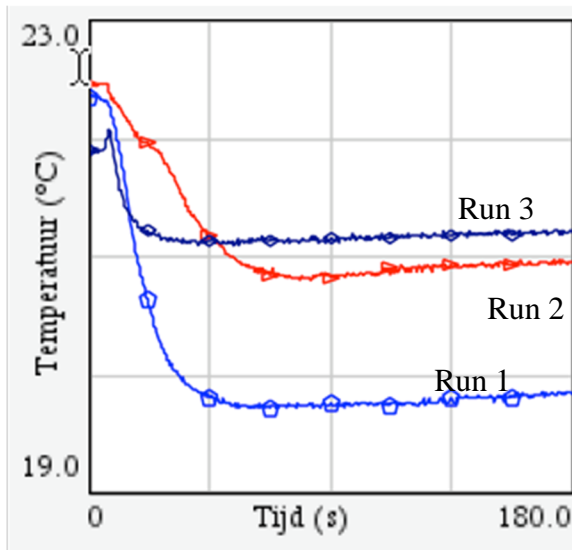
Bereken de enthalpieverandering per mol NaHCO_3 .

Geval 3: (= voorbereidende activiteit)(run 1)

Laat 1,00 g $\text{NaHCO}_3(\text{v})$ reageren met 25 ml azijn.

Meet de temperatuursverandering.

Bereken de enthalpieverandering per mol NaHCO_3 .



Reflecteren

Geval	Vergelijking	$\Delta\theta$ (°C)	ΔH ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)
1	$\text{NaHCO}_3 (\text{v}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq})$	$20,7 - 22,5 = -1,8$	16,5
2	$\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightarrow$ $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{vl}) + \text{CO}_2 (\text{g})$	$21,0 - 21,9 = -0,9$	8,3
3	$\text{NaHCO}_3 (\text{v}) + \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightarrow$ $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{vl}) + \text{CO}_2 (\text{g})$	-2,7	24,7

Vergelijking (1) + vergelijking (2) = vergelijking (3)

De ΔH voor geval 3 is quasi gelijk aan de som van de ΔH van geval 1 en 2. De afwijking kan verklaard worden door afronden in berekeningen, onnauwkeurig overbrengen van bakpoeder, bereiden van oplossing,.....

De reactie van bakpoeder en azijn voldoet dus aan de wet van Hess.

Voorbeeld 7: factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden

Oriënteren

Hoe beïnvloedt de temperatuur de reactiesnelheid van de reactie tussen bakpoeder en azijn?
Hoe beïnvloedt de concentratie van de azijn de reactiesnelheid van de reactie tussen bakpoeder en azijn?

Vorbereiden

Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none">• balans• erlenmeyer 250 ml en bijhorende doorboorde stop• warmwaterbad• temperatuursensor• maatcilinder 100 ml• druksensor• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink	<ul style="list-style-type: none">• azijn• bakpoeder

Instellen van de verzamelmodus

Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	1 meetwaarde/s
Duur	360 s

Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	1
Number of samples	60

Uitvoeren en waarnemen

Er zijn vier experimenten uit te voeren volgens onderstaand schema:

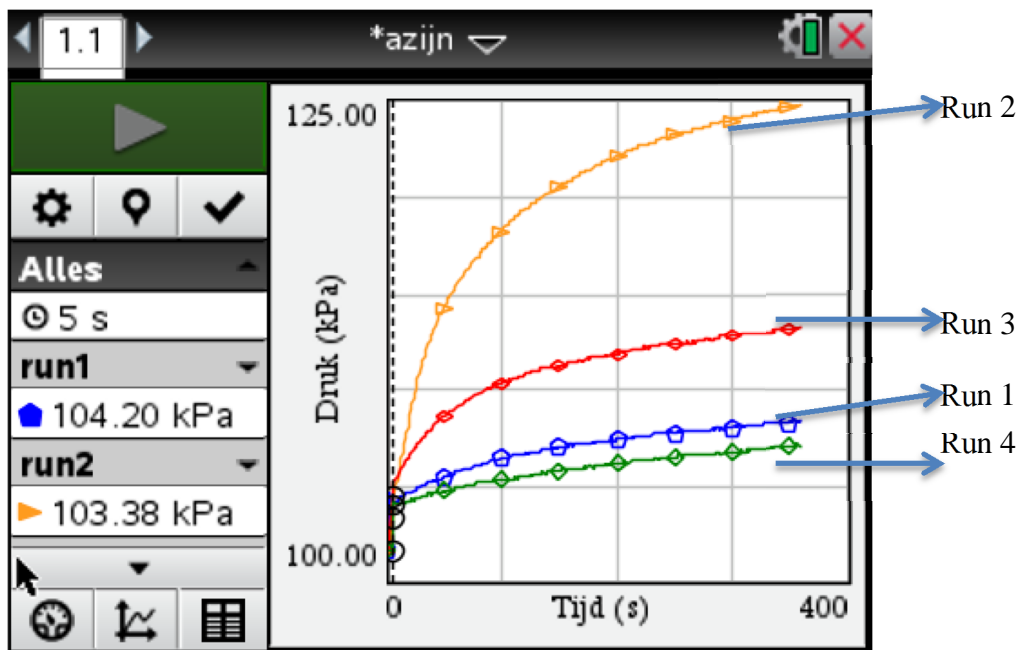
2,0 g bakpoeder	2,0 g bakpoeder	2,0 g bakpoeder	2,0 g bakpoeder
5,0 ml azijn + 95 ml water	10 ml azijn + 90 ml water	5,0 ml azijn + 95 ml water	5,0 ml azijn + 95 ml water
azijn en water op kamertemperatuur (20 °C)	azijn en water op kamertemperatuur (20 °C)	temperatuur azijn en water = 30°C	temperatuur azijn en water = 14 °C
Run 1	Run 2	Run 3	Run 4

1. Weeg de hoeveelheid bakpoeder af.
2. Doe de hoeveelheid azijn in erlenmeyer van 250 ml.
3. Verbind de doorboorde stop met de druksensor.
4. Gebruik een magnetische roerplaat of schud voortdurend met de erlenmeyer.
5. Start de meting.
6. Voeg het bakpoeder toe aan de azijn.
7. Plaats de stop verbonden met de druksensor op de erlenmeyer.

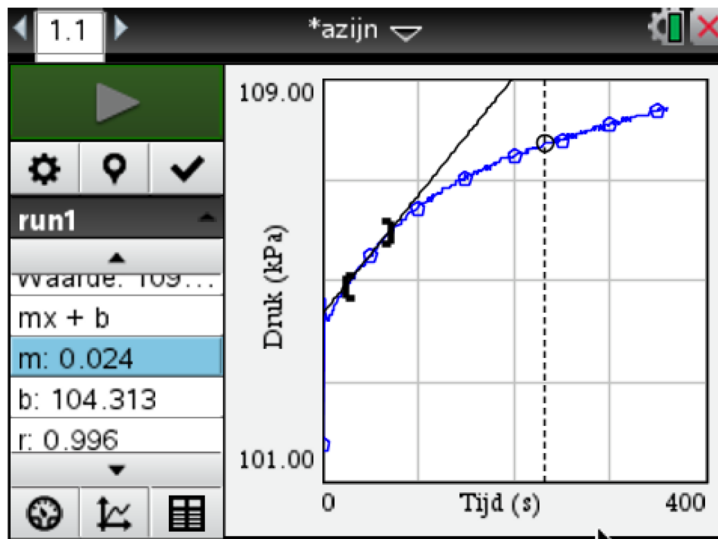
Besluiten en reflecteren

De druk neemt toe wanneer er bakpoeder aan azijn wordt toegevoegd. Dit komt omdat er zich bij de reactie tussen bakpoeder en azijn een gas ontwikkelt. De drukverandering is het grootst in de beginfase van de reactie. De richtingscoëfficiënt of helling van de curve in deze fase is constant en wordt de beginsnelheid van de reactie genoemd. Selecteer bij ieder run de meetwaarden in het steilste stuk van de grafiek voor een interval tussen 20 en 70 seconden. Laat de best passende rechte tekenen en bepaal de beginsnelheid uit de richtingscoëfficiënt.

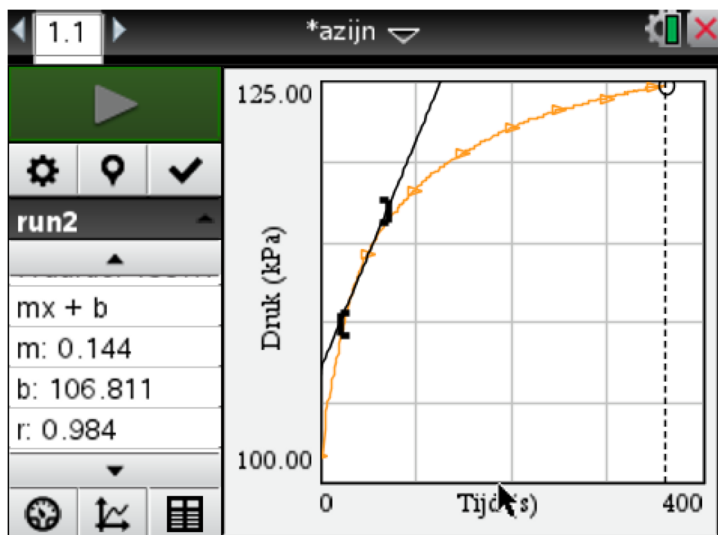
Run 1	Run 2	Run 3	Run 4
	(invloed van de concentratie)	(invloed van de temperatuur, temperatuursverhoging)	(invloed van de temperatuur, temperatuursverlaging)
0,024 kPa/s	0,14 kPa/s	0,055 kPa/s	0,015 kPa/s



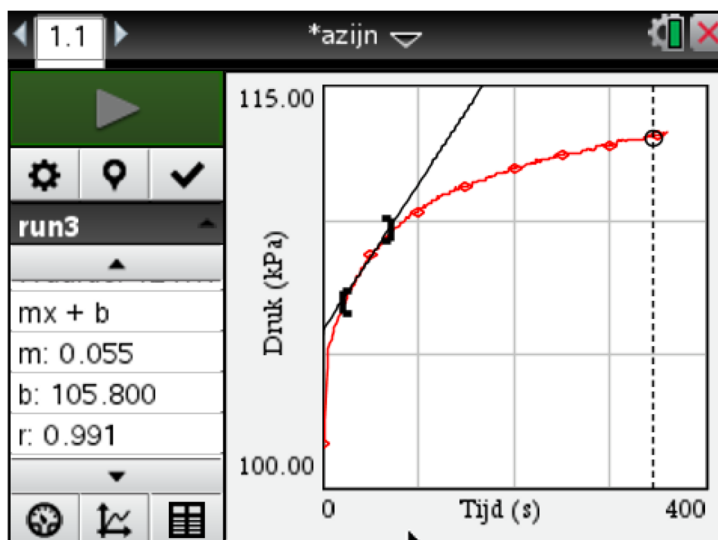
Run 1



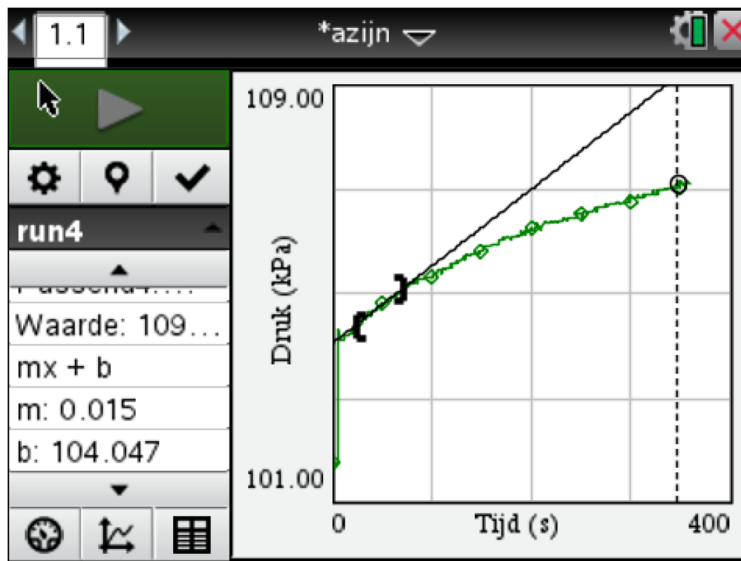
Run 2



Run 3



Run 4



Uit de resultaten kunnen we besluiten dat:

- bij een hogere concentratie azijnzuur de reactie sneller verloopt. (run 1 versus run 2)
- bij een hogere temperatuur de reactie sneller verloopt. (run 1 versus run 3 versus run 4)

Dit cahier biedt twee onderzoeksprojecten voor de lessen biologie en chemie in de tweede en derde graad. Ieder onderzoeksproject start met een voorbereiden activiteit. De werkbladen voor de leerlingen zijn opgebouwd volgens de OVUR-structuur en beantwoorden aan de nieuwste leerplannen biologie en chemie.

De leerlingen maken gebruik van Verniersensoren en de TI-Nspire technologie of TI-84 Plus rekenmachine.

NATALIE DIRCKX is lerares wetenschappen aan het Provinciaal Instituut Lommel. Zij geeft biologie, chemie en fysica in de tweede graad aso en tso.

OLIVIER DOUVERE is leraar wetenschappen aan het Sint-Jozef Humaniora te Brugge. Hij geeft chemie en fysica in de tweede en derde graad. Hij is tevens lid van de stuurgroep chemie voor de provincie West-Vlaanderen.

September 2014