



**TAAK B**

## Taak B: Huiswijngaard

Slovenië heeft een paar goede en relatief grote wijnboeren. Maar de Sloveense bevolking op het platteland bezit en beheert eigen kleinere wijngaarden. Terwijl de druivenpluk in de grote wijngaarden gewoonlijk open is voor vrijwilligers en werklui vanuit heel Slovenië, worden de wijnoogsten van de kleinere wijngaarden door familie gedaan; ook verre familieleden en vrienden doen mee met de wijnoogst. Het is de gewoonte dat er na de wijnoogst een groot feest is met een overvloed aan voedsel en drank- uiteraard is dat dan wijn.

Nina en Martin zijn gefascineerd door hun uitstapjes naar de wijngaard en hebben besloten om hun eigen kleine wijngaard te starten en hun eigen wijn te maken. Maar wijn maken is meer dan alleen druiven laten groeien en druiven plukken. Het in stand houden van een wijngaard is een hele klus het hele jaar door. Ze moeten een oogje houden op de groei van de wijnstokken, de kleur van de bladeren en letten op ziekten. En als de wijn gemaakt is dan moeten ze weten hoe ze de kwaliteit van de wijn bepalen.

Help Nina en Martin om hun wijngaard in stand te houden.



## Experiment 4: Kleine vliegende organismen

### Inleiding

Tijdens hun laatste bezoek aan Ivans wijngaard merkten Nina en Martin op dat een deel van de geogoste stukken van een speciale variëteit druiven bruin gekleurd was. Ze merkten ook op dat er kleine diertjes vlogen en op de druiven liepen. Na enig nadenken concludeerden ze dat die de oorzaak waren van de bruine verkleuring. Nina en Martin vingden enige van de kleine vliegende organismen uit Ivans wijngaard in buisjes, nummerden ze en vrozen ze in in de ijskast. Helaas, in de ijskast zaten al buisjes met organismen van een eerder onderzoek, en om het nog erger te maken, zij vergaten om te noteren welke organismen ze in elk buisje stopten.

### Materialen en apparatuur

- Stereomicroscop
- Buisjes met verschillende organismen, 14 (eerst 10 en later krijg je er nog 4)
- Buizenrek, 1
- Pincetten, 3
- Petrischalen, 5
- Prepareernaalden, 2
- Pasteurpipetten, 10
- Identificatiesleutel (Appendix B)
- Watervaste stift en een rode markeerpen
- Stuk grafiekpapier of een liniaal

### 4.1 Organisme identificatie

Help Nina en Martin om de onbekende organismen te identificeren.

#### Vraag 4.1.1a

Gebruik de identificatiesleutel (Appendix B) om de organismen te identificeren die in 10 verschillende buisjes zitten, gemerkt met de cijfers 1 tot en met 10. Bekijk de organismen nauwkeurig met de stereomicroscop. Om ze wat makkelijker te bekijken kun je de buisjes openen en de organismen in een petrischaaltje leggen.

- ❖ **Zet de Latijnse naam van de organismen in de tweede kolom van Tabel 4.1.1 op je antwoordblad.**

### Vraag 4.1.1b

Tot welke klasse van de geleedpotigen (arthropoda) behoort elk organisme uit de monsters (Appendix B)?

Schrijf de **juiste letter** in de derde kolom van de tabel. Kies steeds uit de lijst met onderstaande klassen:

Spinnen (A)

Duizendpoten (B)

Kreeftachtigen (C)

Insecten (D)

❖ **Zet de juiste letter (A-D) in de derde kolom van Tabel 4.1.1 op je antwoordblad.**

### Vraag 4.1.2

Maar Nina en Martin herinneren zich nog steeds niet hoe de kleine vliegende organismen die ze vingen eruit zagen. Daarom vroegen ze Ivan om ze nog eens een monster te sturen. Ivan heeft dat monster gestuurd. Het monster van Ivan zit in een buisje gemerkt met X.

**Roep de zaalassistent en vraag hem om een monster gemerkt met X**

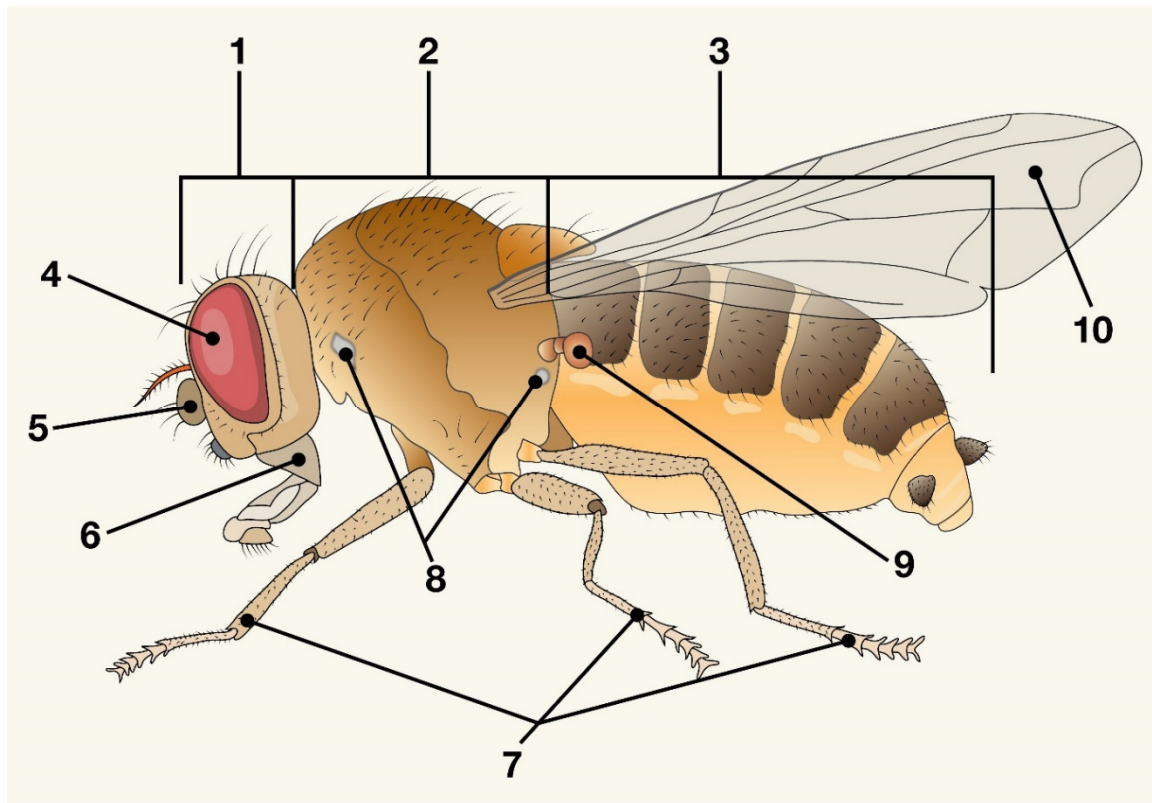
Gebruik de identificatiesleutel (Appendix B) om het organisme in het buisje te identificeren en schrijf de Latijnse naam van de soort op je antwoordblad.

**Gebruik bij de identificatie van de soort de prepareernaald om zonodig licht op het achterlijf (abdomen) van de vrouwtjes te drukken. Als je het diertje beschadigt kun je zonder strafpunten te krijgen, een nieuw diertje vragen.**

❖ **Zet één of meer Latijnse namen bij vraag 4.1.2 op je antwoordblad.**

### Vraag 4.1.3

Het is erg belangrijk dat onderzoekers in staat zijn goed waar te nemen, nauwkeurig te tekenen en namen in tekeningen te zetten. De identificatiesleutel en Ivans monsters hielpen je om te ontdekken welke set van de onbekende organismen aangepast is aan het leven in wijngaarden, boomgaarden en zich voornamelijk voeden met fruitsoorten. Hieronder staat een schematische tekening van een van de organismen die je vond in buis X. De afzonderlijke delen van het lichaam van het organisme zijn aangegeven met nummers. Schrijf het juiste nummer van de schematische tekening naast de namen van de lichaamsdelen in Tabel 4.1.3. Let op! De tabel bevat meer namen dan het aantal nummers in de tekening!



- ❖ Noteer de nummers van de lichaamsdelen in tabel 4.1.3 op je antwoordblad. Voor de namen in de tabel die niet met nummers in de tekening worden aangegeven noteer je 'NA'.

#### Vraag 4.1.4

Tot voor kort wist men niet beter dan dat alleen de gewone fruitvlieg (*Drosophila melanogaster*), afkomstig uit Afrika, in Slovenië voorkwam. In 2010 werd voor de eerste keer een fruitvlieg met vlekjes op de vleugels (*Drosophila suzukii*) ontdekt in de regio Primorska (kustregio) en in centraal Slovenië. Deze fruitvlieg is een van de meest invasieve soorten die ooit vanuit Azië binnen gekomen zijn.

Beide soorten fruitvliegen gebruiken speciaal hun reuk om voedsel en plaatsen voor het leggen van eieren op te sporen. Ze herkennen de geuren van stoffen die vrijkomen gedurende fermentatie (gisting). Hieronder staan beweringen voor beide typen fruitvliegen. Gebruik bij het beantwoorden van de opdracht de identificatiesleutel en kijk opnieuw naar de organismen in de buisjes. Ga na wat de juiste beweringen zijn (er zijn meer juiste antwoorden mogelijk).

- A Fruitvliegjes met vlekjes op de vleugels (*Drosophila suzukii*) voeden zich op gist in het fermenterend fruit. Een volwassen diertje consumeert de inhoud van de druif en legt eieren in het fruit alleen als de schil van de druif beschadigd is ten gevolge van de wisselende weersomstandigheden of door andere organismen, bijv. wespen die met hun sterke kaken door de schil van de druiven bijten.
- B De gewone fruitvlieg (*Drosophila melanogaster*) voedt zich op gist in het fermenterend fruit. Een volwassen diertje consumeert de inhoud van de druif en legt eieren in het fruit alleen als de schil van de druif beschadigd is ten gevolge van de

wisselende weersomstandigheden of door andere organismen, bijv. wespen die met hun sterke kaken door de schil van de druiven bijten.

- C Een fruitvliegje met vlekjes op de vleugels (*Drosophila suzukii*) legt haar eitjes in gezonde en rijpe vruchten zoals druiven, vijgen, aardbeien, frambozen, bosbessen, kersen, abrikozen, perziken omdat ze een speciale legboor (ovipositor) heeft.
- D De gewone fruitvlieg (*Drosophila melanogaster*) legt haar eitjes in gezonde en rijpe vruchten zoals druiven, vijgen, aardbeien, frambozen, bosbessen, kersen, abrikozen, perziken omdat ze een speciale legboor (ovipositor) heeft.

❖ **Schrijf één of meer juiste letters op onder vraag 4.1.4 van je antwoordblad.**

#### Vraag 4.1.5

Ivan sprak over het probleem met vier wijnboeren die bezorgd waren dat ze mogelijk ook de fruitvlieg met vlekjes op de vleugel (*Drosophila suzukii*) gezien hebben, en dat die in hun huiswijnngaarden schade gaat aanrichten. Ze gaan vallen zetten om de populatie fruitvliegen kleiner te maken en om vast te stellen welke verschillende soorten er zijn in de wijngaarden die biologische teelten hebben. Hiervoor gebruiken ze buisjes met verschillende vormen en kleuren, met een opening van boven die 5-6 mm klein is zodat grote organismen (bijv. wespen, vliegen, horzels) niet in de val kunnen komen.

Help de wijnboeren en adviseer hen over de stoffen die de fruitvliegen de val inlokken (meer juiste antwoorden zijn mogelijk).

- A Een mengsel van appelazijn en rode wijn
- B Water
- C Olijfolie
- D Verdund zoutzuur
- E Appelazijn
- F Een glucose-oplossing
- G Gistsuspensie
- H Etherische pepermintolie
- I Insecticide

❖ **Zet de geselecteerde letters bij vraag 4.1.5 op je antwoordblad.**

### Vraag 4.1.6

Onderzoekers raden aan om een druppel afwasmiddel te doen in de val met de stof die de fruitvliegen aantrekt. Kun je de wijnboeren hiervoor de juiste uitleg geven (één juist antwoord is mogelijk).

- A We voegen afwasmiddel toe zodat de vliegjes schoon worden wanneer we ze met de pincet uit de lokstof halen.
- B We voegen een afwasmiddel toe om de oppervlaktespanning zodanig te vergroten dat de vliegen gemakkelijk drijven op de oppervlakte van de oplossing.
- C We voegen een afwasmiddel toe dat de vorming van bubbels veroorzaakt bovenaan de lokstof. De bubbels voorkomen dat de vliegjes ontsnappen.
- D Het afwasmiddel wordt toegevoegd om de structuur van de watermoleculen in het lokmengsel te veranderen, de vliegen zullen daardoor naar de bodem van de val zinken.
- E Het afwasmiddel wordt toegevoegd om de oppervlaktespanning van de oplossing te verkleinen. Daardoor worden de vliegjes nat en als gevolg daarvan zinken ze naar de bodem van de val.
- F Het afwasmiddel wordt toegevoegd om de oppervlaktespanning van de oplossing te vergroten waardoor de vliegjes uiteindelijk naar de bodem van de val zinken.
- G Het afwasmiddel wordt toegevoegd om de hoeveelheid watermoleculen in het lokmengsel te verminderen zodat de vliegjes makkelijk op de oppervlakte drijven.

❖ **Zet de letter (A-G) bij vraag 4.1.6 op je antwoordblad.**

### Vraag 4.1.7

Ivans vrienden kozen geschikt aas voor de vallen en ving en enkele fruitvliegjes in hun wijngaarden. Nina en Martin zetten eveneens vallen op in hun kleine wijngaarden. Zij reinigden de monsters en maakten deze klaar voor verder onderzoek. Je taak bestaat erin de aanwezigheid van het gewone fruitvliegje (*Drosophila melanogaster*) en/of die van de Aziatische fruitvlieg (met vleugelstip) (*Drosophila suzukii*) te bevestigen.

**Vraag een zaalassistent om een monster!**  
**Gebruik de naald zonodig om lichtjes op het achterlijf van het vrouwtje te drukken, wanneer je de soort bepaalt.**

❖ **Kruis de locaties aan van de opgegeven soorten in Tabel 4.1.7 van je antwoordblad**

### Vraag 4.1.8

Indien je nauwkeurig de fruitvliegjes in het flesje observeert, zul je vaststellen dat er vliegjes zijn met rode ogen en vliegjes met witte ogen. Hoe is dit mogelijk? Meer dan 100 jaar geleden zette het werk van Mendel de Amerikaanse embryoloog Thomas Hunt Morgan ertoe aan een reeks genetische experimenten uit te voeren. In 1909 startte hij zijn onderzoek op fruitvliegjes (*Drosophila melanogaster*) met rode ogen. Na een jaar ontdekte hij een mannetje met witte ogen. Hij voerde vervolgens een reeks kruisingen uit, die aantoonde dat de oogkleur bepaald wordt door een allel (gen) dat enkel voorkomt op het X-chromosoom. Vandaar dat men zegt

dat de oogkleur X-gebonden is. Sinds het werk van Morgan is de fruitvlieg een veelvuldig gebruikt onderzoeksobject, vooral omdat ze een reeks interessante kenmerken vertonen: ze komen veelvuldig voor op rijp fruit, zijn gemakkelijk te kweken en te kruisen, ze vermenigvuldigen zich zeer snel en hebben een groot aantal nakomelingen. Zij hebben een relatief klein genoom, bestaande uit 4 paar chromosomen: 3 paar autosomen en 2 geslachtschromosomen. Mannetjes zijn makkelijk te onderscheiden van de vrouwtjes en net als bij de mens wordt het geslacht bepaald door de geslachtschromosomen X en Y (hoewel het onderliggend mechanisme wel verschillend is). Daar waar bij de mens het SRY-gebied op het Y-chromosoom verantwoordelijk is voor het fenotype ‘man’, wordt het geslacht bij de fruitvliegjes bepaald door de verhouding X/A. Hierin staat X voor het aantal X-chromosomen en A voor het aantal haploïde sets autosomen (chromosomen die geen geslachtschromosomen zijn). Normaal is deze verhouding bij vrouwtjes = 1 (2 X-chromosomen [XX]) : 2 (twee haploïde sets autosomen)). Bij de mannetjes is de verhouding 0,5 (1 X chromosoom + 1 Y-chromosoom : 2 (twee haploïde sets autosomen) Schema 4.1.8)). Er bestaat geen recombinatie tussen de geslachtschromosomen.

Je moet twee kruisingen oplossen van *Drosophila melanogaster* en de verhouding bepalen tussen het aantal mannetjes met rode ogen, mannetjes met witte ogen, vrouwtjes met rode ogen en vrouwtjes met witte ogen.

Steunend op de gegevens in het schema 4.1.8 dien je verder in het schema in de lege hokjes de ontbrekende genotypen voor de ouders en de nakomelingen in te vullen en in de lege cirkeltjes de genotypen van de geslachtscellen (gameten). Verder dien je telkens het geslacht van het fruitvliegje aan te geven door het te omcirkelen. Tenslotte moet je de oogkleur nog weergeven. Heeft het vliegje rode ogen, dan kleur je die **rood met een viltstift**; heeft het witte ogen, dan omcirkel je die met een **blauwe stift**.

In het eerste geval (linker figuur op het schema) wordt in de eerste ouderlijke generatie (P) een vrouwtje met rode ogen (genotype  $X^+X^+$ ) gekruist met een mannetje met witte ogen (genotype  $X^wY$ ). Je dient dus bij de eerste (F1) en de tweede (F2) generatie de ontbrekende genotypes (lettercombinaties in rechthoekjes en cirkeltjes) in te vullen en de fenotypes te geven door het geslacht te omcirkelen en door de ogen rood te kleuren of blauw te omcirkelen.

In het tweede geval (rechter figuur op het schema) werd er een terugkruising uitgevoerd tussen een vrouwtje met witte ogen (genotype  $X^wX^w$ ) en een mannetje met rode ogen (genotype  $X^+Y$ ). Geef nu op dezelfde manier als daarnet de diverse genotypes en fenotypes van de vliegjes in F1 en in F2.

**Indien je kleurenblind bent vraag je hulp aan een teamgenoot.**

- ❖ **Vul schema 4.1.8 aan. Je vindt dit op een apart blad in de envelop. Label het en doe het in de envelop samen met je antwoordblad.**

### Vraag 4.1.8a

Bereken de percentages van de diverse fenotypes (geslacht en oogkleur) in F2 en vul de resultaten in op de juiste plaats in tabel 4.1.8b. voor de linker en rechter figuur in schema 4.1.8

- ❖ **Vul tabel 4.1.8a op je antwoordblad aan.**



### Vraag 4.1.8b

Welk allel is dominant en welk is recessief? Zet op je antwoordblad in tabel 4.1.8b een 'D' voor dominant en een 'R' voor recessief.

❖ Vul D en R in op de juiste plaats in tabel 4.1.8b van je antwoordblad.

### Vraag 4.1.8c

Bij een fruitvliegje werd een mutatie gevonden, waarbij het vliegje een abnormaal aantal chromosomen had: twee X-chromosomen, twee Y-chromosomen en twee haploïde sets autosomen. Welk geslacht heeft het vliegje? (Slechts één juist antwoord)

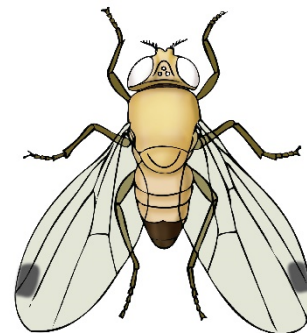
- A Vrouwtje
- B Mannetje
- C Het juiste geslacht kan niet bepaald worden

❖ Noteer de juiste letter bij 4.1.8c op je antwoordblad.

### Vraag 4.1.9

De afbeelding stelt één van de verschillende soorten fruitvliegjes voor. Welke zijn de mogelijke genotypes van de ouders van dit vliegje? (Meerdere juiste antwoorden zijn mogelijk)

- A  $X^+ X^w$  en  $X^+ Y$
- B  $X^+ X^+$  en  $X^+ Y$
- C  $X^w X^w$  en  $X^+ Y$
- D  $X^+ X^w$  en  $X^w Y$
- E  $X^+ X^+$  en  $X^w Y$
- F  $X^w X^w$  en  $X^w Y$



❖ Noteer de juiste letters bij 4.1.9 op je antwoordblad.

### Vraag 4.1.10

In een populatie fruitvliegjes deed zich een onbekende mutatie voor. De populatie bestond uit 102 vrouwtjes en 50 mannetjes zonder gemuteerd fenotype en 0 vrouwtjes en 48 mannetjes mét de mutatie. Voortgaande op deze aantallen en gebruik makend van de gegevens in tabel 4.1.10 op je antwoordblad, moet je in deze tabel m of + in de juiste hokjes zetten.

❖ Noteer de juiste letter bij 4.1.10 op je antwoordblad.

## Experiment 5: Zoetheid en zuurgraad

### Inleiding

Om een goede wijn van de juiste smaak te maken moeten zoet en zuur gebalanceerd zijn. De suikers die overblijven na fermentatie maken wijn zoet, maar aanwezige zuren kunnen de zoete smaak maskeren en wijn 'droger' maken. Zoetheid en zuurgraad zijn omgekeerd evenredig aan elkaar. Normaal gesproken stijgt de suikerconcentratie als druiven rijpen; tegelijkertijd daalt de zuurgraad. De rijping gaat sneller in een warmer en zonniger klimaat. Afhankelijk van de locatie van de wijngaard moet de wijnmaker de druiven dus op een ander moment plukken om de gewenste smaak te bereiken.

Je gaat in dit experiment Nina en Martin helpen de zuurgraad van hun wijnen te meten.

### Materiaal en apparatuur:

#### Op de labtafel

- 2 statieven met klem en klemhouder
- 1 pH-elektrode in een bewaaroplossing (al vastgemaakt aan het statief)
- 1 buret van 25 mL (al vastgemaakt aan het statief)
- 1 verwarmingsroerder
- 1 spuitfles met demiwater (deze mag je hervullen zonder puntverlies, de fles is ook nodig voor experimenten 6 en 7)
- 1 plastic bekersglas van 400 mL voor afval (ook gebruikt voor experimenten 6 en 7)
- 1 bekersglas van 250 mL als houder voor de reageerbuis met bewaaroplossing voor de pH-elektrode

#### In de bak op de labtafel

- 1 kleine schroevendraaier voor calibratie van de pH-meter
- 1 magnetische 'roervlo-hengel'
- 1 bekersglas van 100 mL met een magnetische roervlo
- 2 volpipetten van 20 mL
- 1 pipetteerballon
- 4 kleine plastic potjes met bufferoplossingen van pH 4,00; 7,00; 9,00 en 10,00 (bij 20 °C)
- 1 plastic potje van 125 mL met 0,1000 M zoutzuur (een oplossing van HCl in water)
- 1 plastic fles van 500 mL met 0,1 M natronloog (een oplossing van NaOH in water)
- 1 plastic potje van 125 mL met wijn, gelabeld 'Wine sample T'
- 20 papieren doekjes van 14 bij 14 cm (je kunt er meer krijgen zonder puntverlies)

Als je knoeit of glaswerk breekt kun je een vervanging vragen aan een zaalassistent. Dit kost je 5 punten, tenzij anders vermeld.

## Bepaling van de 'titreerbare zuurgraad' van wijn door middel van een potentiometrische titratie

De 'titreerbare zuurgraad' (TA) van wijn is een maat voor de hoeveelheid organische zuren in de wijn. De belangrijkste organische zuren in wijn zijn wijnsteenzuur, appelzuur en citroenzuur. Hiervan vormen wijnsteenzuur en appelzuur samen 90% van de totale hoeveelheid aanwezige zuren. De precieze verhoudingen van de zuren wordt beïnvloed door veel factoren, zoals de grondsoort, het klimaat en bepaalde tradities bij het wijnmaken. De verhouding beïnvloedt o.a. de smaak, kleur, houdbaarheid en pH van de wijn. Door de aanwezigheid van verschillende zuren en hun verschillende karakteristieken is er geen eenvoudige relatie tussen de TA en de pH. De TA kan worden uitgedrukt in de massa (in grammen) wijnsteenzuur per volume (in liters) wijn. Bij de bepaling van de TA is het belangrijk dat koolstofdioxide uit de wijn verwijderd wordt omdat het de metingen beïnvloedt.

De TA wordt normaal gesproken bepaald door een wijnmonster te titreren met een sterke base (meestal natronloog) tot een bepaalde pH (meestal 8,20). In dit experiment ga je in plaats daarvan het equivalentiepunt (eindpunt) bepalen door telkens de pH te meten na het toevoegen van een hoeveelheid natronloog. Dit geeft je de titratiecurve (de pH uitgezet tegen het volume toegevoegde natronloog) waarvan je het buigpunt gaat bepalen en dááruit weer de TA.

### 5.1 IJken van de pH-meter

Voordat je de pH-meter (figuur 5.1) kunt gebruiken, moet je hem ijken met behulp van twee standaardbuffers van pH 7,00 en pH 10,00. Daarna controleer je de ijking door de pH van een derde standaardbuffer van pH 9,00 te meten.

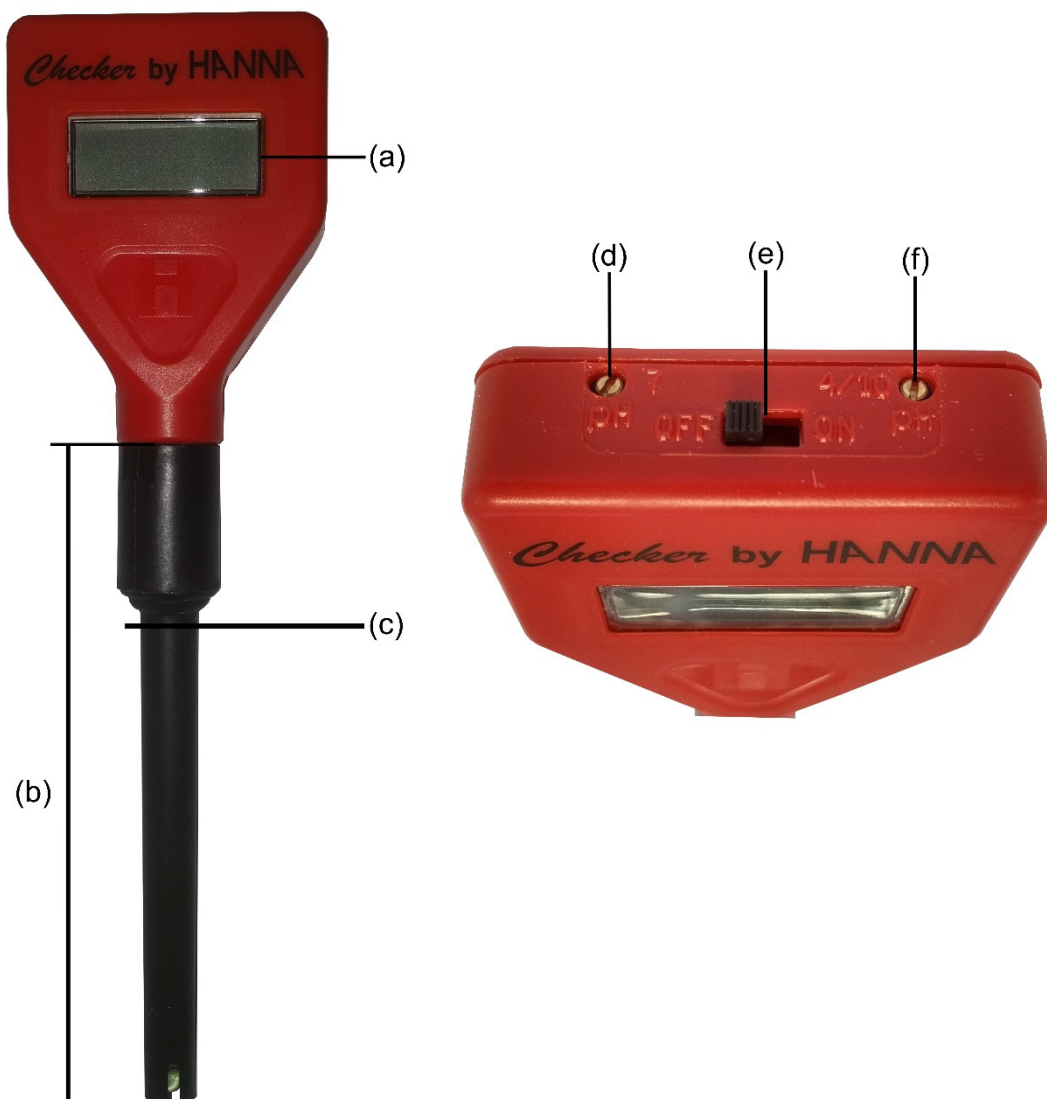
- Neem de elektrode uit de bewaaroplossing. Zet het bekerglas met daarin de reageerbuis met bewaaroplossing naast de verwarmingsroerder.
- Spoel de elektrode met demiwater, schud aanhangend water er voorzichtig af (NIET tegen het bekerglas tikken!) en **dep de buitenzijde** voorzichtig droog met een papieren doekje. **Raak het membraan niet aan.**
- Zet de pH-meter aan.
- Steek de elektrode minimaal 1 cm diep in een bufferoplossing van pH 7,00 en wacht totdat de meetwaarde stabiliseert (tot  $\pm 0,02$ ). Gebruik het schroevendraaiertje om de pH-7-stelschroef (aan de bovenkant van de pH-meter) te verdraaien totdat de meetwaarde 7,00 is.
- Spoel de elektrode met demiwater, schud aanhangend water er voorzichtig af (NIET tegen het bekerglas tikken!) en **dep de buitenzijde** voorzichtig droog met een papieren doekje. **Raak het membraan niet aan.**
- Steek de elektrode minimaal 1 cm diep in een bufferoplossing van pH 10,00 en wacht totdat de meetwaarde stabiliseert (tot  $\pm 0,02$ ). Gebruik het schroevendraaiertje om de pH-4/10-stelschroef te verdraaien totdat de meetwaarde 10,00 is.

### Vraag 5.1.1

Controleer de ijking door de pH van een bufferoplossing van pH 9,00 te meten. Schrijf de gemeten pH-waarde op en bereken de relatieve fout in % en **roep de zaalassistent om je meting te controleren en af te tekenen.**

- ❖ **Schrijf de gemeten waarde, de berekening en het resultaat op bij vraag 5.1.1 op het antwoordblad en roep de zaalassistent om je meting te controleren en af te tekenen.**

Spoel de elektrode met demiwater, schud aanhangend water er voorzichtig af (NIET tegen het bekglas tikken!) en **dep de buitenzijde** voorzichtig droog met een papieren doekje. **Raak het membraan niet aan.**



Figuur 5.1: pH-meter 'Hanna Checker®': (a) display, (b) pH-elektrode, (c) maximale insteekdiepte, (d) pH-7-stelschroef, (e) aan/uit-knop, (f) pH-4/10-stelschroef.

## 5.2 Stellen van de 0,1 M natronloog

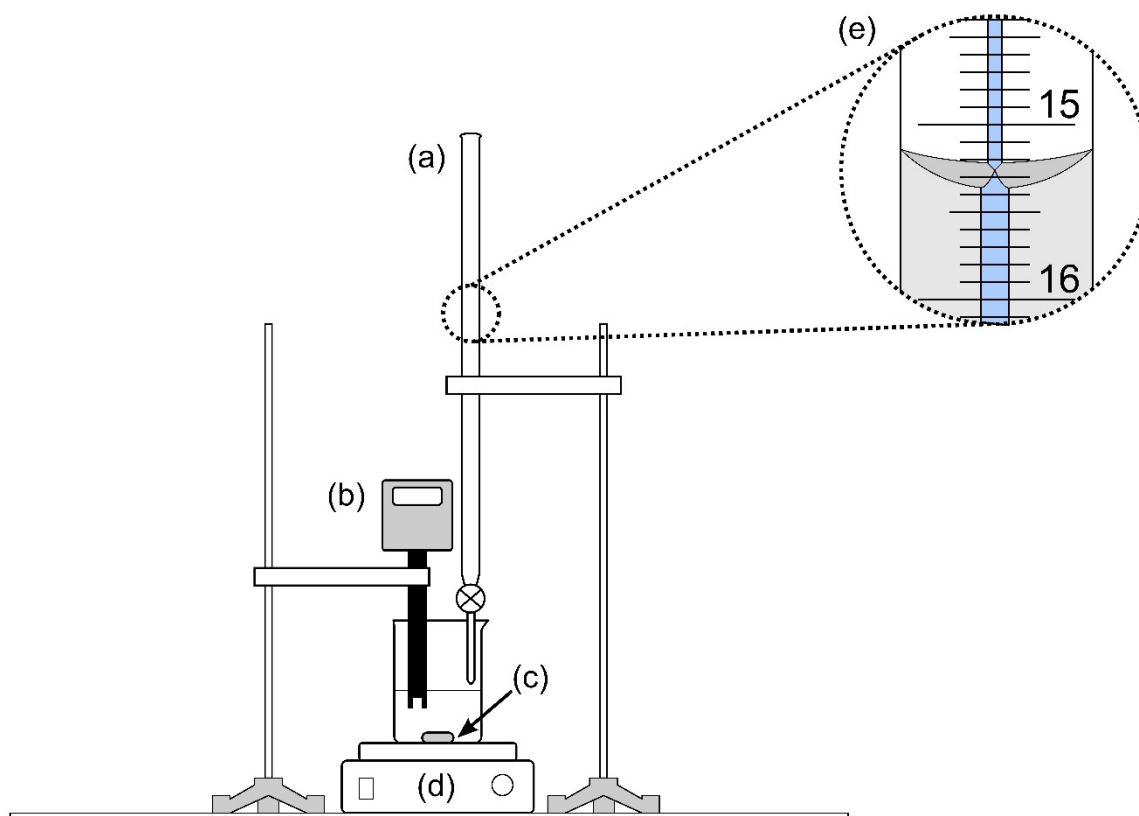
Om de TA van de je wijnmonster te bepalen moet je eerst de 0,1 M natronloog 'stellen' (= de molariteit nauwkeurig bepalen). Dit ga je doen door twee keer verdund zoutzuur van een nauwkeurig bekende molariteit te titreren met het natronloog en het gemiddelde van de daaruit berekende molariteiten van NaOH te nemen.

Gebruik het bekersglas van 400 mL als afvalvat. Als het bekersglas vol raakt, roep dan een zaalassistent.

LET OP: Je gebruikt een zogenaamde Schellbach-buret. Deze heeft een dunne blauwe lijn op zijn achterzijde. Die kun je als volgt gebruiken om het vloeistofniveau nauwkeuriger af te lezen: door de breking van het licht verschijnen op de meniscus twee blauwe 'pijlpunten', één van bovenaf en één van onderaf. Je moet de buret aflezen op het punt waarin de twee pijlpunten samenkomen. Een voorbeeld staat in figuur 5.2; het vloeistofniveau is daar 15,25 mL.

H Neem de buret van het statief. Spoel de buret minimaal 1 keer met de 0,1 M natronloog. Vul de buret met 0,1 M natronloog tot net boven de 0,00 mL maatstreep en hang hem terug in het statief. Laat wat natronloog uit de buret lopen totdat het vloeistofniveau precies op 0,00 mL staat.

LET OP: zorg ervoor dat er geen luchtbellen in het buretkraantje zitten.



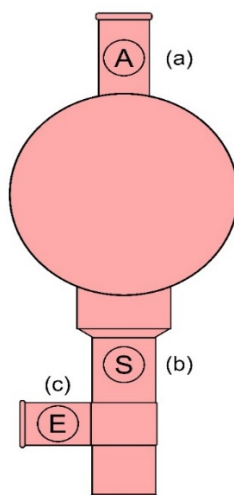
Figuur 5.2: De titratie-opstelling: (a) buret van 25 mL met 0,1 M natronloog, (b) pH-meter, (c) magnetische roervlo, (d) verwarmingsroerder, (e) zo ziet de blauwe lijn van de Schellbach-buret eruit op de meniscus.

- I Doe de magnetische roervlo in het bekersglas van 100 mL en pipetteer er vervolgens 20,0 mL 0,1000 M zoutzuur in met behulp van de volpipet van 20,0 mL en de pipetteerballon.

LET OP: Spoel de volpipet voordat je hem gebruikt. Gebruik het bekersglas van 400 mL als afvalvat.

**Instructies voor het veilig gebruik van de volpipet:**

- Het is verboden om met je mond te pipetteren!
- Doe de top van de volpipet voorzichtig in de onderkant van de pipetteerballon om te voorkomen dat de glazen volpipet breekt.
- Zuig de vloeistof niet in de pipetteerballon.



Figuur 5.3: Pipetteerballon: (a) **Luchtklep** (om lucht uit de ballon te laten), (b) **Zuigklep** (als je erop drukt wordt de oplossing in de volpipet gezogen), (c) **Leegklep** (om de oplossing uit de volpipet te laten lopen).

- J Voeg demiwater toe aan het zoutzuur, tot een totaalvolume van ca. 40 mL.
- K Zet het bekersglas op de verwarmingsroerder, zet deze aan en laat hem op matige snelheid roeren.

**Zet NIET perongeluk het verwarmingselement van de verwarmingsroerder aan! Alle titraties moeten bij kamertemperatuur worden uitgevoerd.**

- L Steek de pH-elektrode diep genoeg in de vloeistof. Het elektrodemembraan moet volledig onder staan, maar mag de roervlo niet raken. Eventueel kun je een beetje demiwater toevoegen.

**De roervlo mag het elektrodemembraan niet raken!**

- M Laat de buret iets in het bekersglas steken (zo'n 2 cm onder de rand, maar NIET in de vloeistof!) Zie figuur 5.2 voor een schematische tekening van de titratie-opstelling.

**LET OP:**

- Je moet telkens de pH-waarde opschrijven die op het display staat één tot drie seconden na het toevoegen van natronloog, behalve wanneer je in de buurt van het eindpunt komt. Daar moet je de pH-waarde pas opschrijven nadat hij gestabiliseerd is (tot  $\pm 0,05$ ).
- Er mag geen druppel natronloog achterblijven op de wand van het bekersglas, omdat dit een foute meting oplevert.

**Vraag 5.2.1a**

Schrijf telkens na het toevoegen van een hoeveelheid 0,1 M natronloog de gemeten pH-waarde op. Je moet telkens exact zoveel natronloog toevoegen als staat in tabel 5.2.1a op het antwoordblad.

❖ **Schrijf je meetwaarden op in tabel 5.2.1a op het antwoordblad.**

LET OP: Voor een nieuwe titratie hoeft het bekersglas niet droog te zijn, maar je moet het vantevoren wel omspoelen met demiwater. Zorg ervoor dat je ook de roervlo goed spoelt. Je kunt de magnetische 'roervlo-hengel' gebruiken om hem op zijn plaats te houden. **Zorg ervoor dat je de roervlo niet kwijtraakt!**

**Vraag 5.2.1b**

Herhaal de titratie met een nieuwe 20,0 mL 0,1000 M zoutzuur in het omgespoelde bekersglas en schrijf je meetwaarden op in tabel 5.2.1b op je antwoordblad. Je moet exact dezelfde volumes toevoegen als bij de eerste titratie.

❖ **Schrijf je meetwaarden op in tabel 5.2.1b op het antwoordblad.**

**Vraag 5.2.1c – optionele titratie**

Je moet twee goede titraties hebben. Als de tijd het toelaat kun je als dat nodig is een titratie opnieuw doen. Schrijf in dat geval je meetwaarden op in tabel 5.2.1c op je antwoordblad.

❖ **Schrijf je meetwaarden op in tabel 5.2.1c op het antwoordblad.**

❖ **Omcirkel in de tekst ONDER tabel 5.2.1c van je antwoordblad de twee titraties die je wilt laten beoordelen.**

Bepaal nu voor elke titratie als volgt het buigpunt:

Gebruik tabel 5.2.1a, tabel 5.2.1b en/of tabel 5.2.1c. Je kunt de (numerieke) eerste afgeleide van de pH-curve berekenen door:

- N van elk paar volumes het gemiddelde te berekenen ( $V^*$ )
- O  $\Delta pH/\Delta V$  te berekenen. Hierbij is  $\Delta pH$  het verschil tussen twee opeenvolgende pH-waarden en  $\Delta V$  het verschil tussen twee opeenvolgende toegevoegde volumes.

Uit de eerste afgeleide kun je vervolgens de tweede afgeleide op een soortgelijke manier berekenen:

- P Neem van elk paar gemiddelde volumes ( $V^*$ ) weer het gemiddelde ( $V^{**}$ ).
- Q Bereken  $\Delta(\Delta pH/\Delta V)/\Delta V$ .

Het eindpunt ( $V_x$ ) is het volume waarbij de tweede afgeleide gelijk is aan 0. Dit kun je benaderen door een rechte lijn van de laatste positieve waarde (van de tweede afgeleide) naar de eerste negatieve waarde (van de tweede afgeleide) te trekken. Numeriek:

$$V_x = V_1 + \Delta V \frac{(\Delta(\Delta pH/\Delta V)/\Delta V)_1}{(\Delta(\Delta pH/\Delta V)/\Delta V)_1 - (\Delta(\Delta pH/\Delta V)/\Delta V)_2}$$

Hier is  $V_1$  het volume natronloog dat hoort bij de laatste positieve waarde van de tweede afgeleide.  $(\Delta(\Delta pH/\Delta V)/\Delta V)_1$  is die laatste positieve waarde van de tweede afgeleide en  $(\Delta(\Delta pH/\Delta V)/\Delta V)_2$  is de eerste negatieve waarde van de tweede afgeleide.

LET OP: het buigpunt dat je berekent met behulp van de tweede afgeleide moet dichtbij het maximum van de eerste afgeleide liggen.

Je moet in elk geval drie meetwaarden vóór en drie meetwaarden ná het eindpunt hebben. Je hoeft dus niet per se alle afgeleiden en gemiddelden te berekenen.

In tabel 5.1 staat een uitgewerkt voorbeeld van de numerieke bepaling van het buigpunt (van een wijnmonster). In figuur 5.4 staat grafisch weergegeven hoe het werkt.

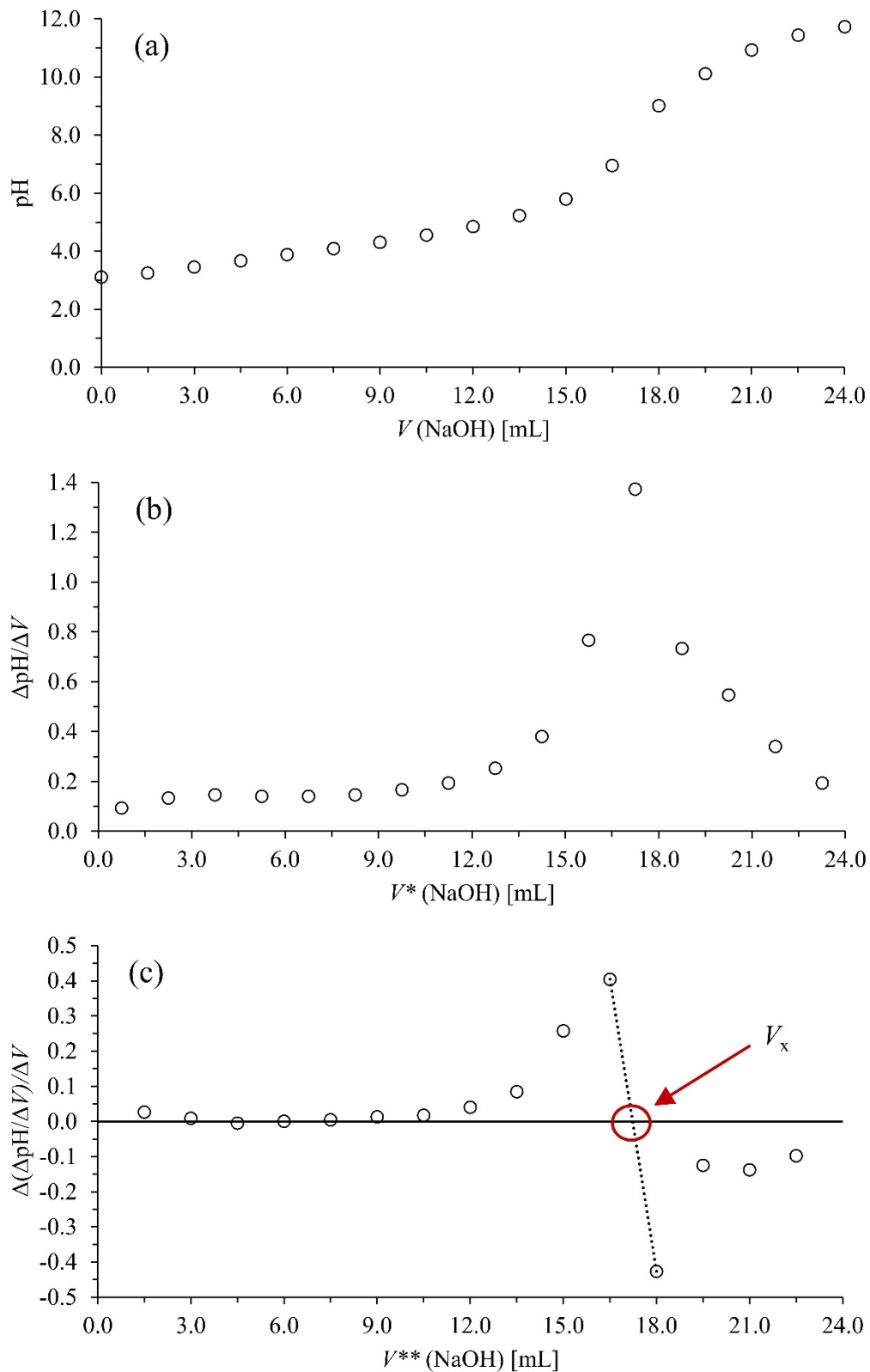
**Het buigpunt in het uitgewerkte voorbeeld hoeft niet overeen te komen met het door jou bepaalde buigpunt!**

Tabel 5.1 Voorbeeld van de bepaling van het buigpunt met behulp van de numerieke tweede afgeleide.

Metingen		Berekeningen			
		Eerste afgeleide		Tweede afgeleide	
$V(\text{NaOH})$ [mL]	$pH$	$V^*$ [mL]	$\Delta pH/\Delta V$	$V^{**}$ [mL]	$\Delta(\Delta pH/\Delta V)/\Delta V$
10,5	4,56				
		11,25	0,193		
12,0	4,85			12,0	0,040
		12,75	0,253		
13,5	5,23			13,5	0,084
		14,25	0,380		
15,0	5,80			15,0	0,258
		15,75	0,767		
16,5	6,95			16,5	0,404
		17,25	1,373		
18,0	9,01			18,0	-0,427
		18,75	0,733		
19,5	10,11			19,5	-0,124
		20,25	0,547		
21,0	10,93			21,0	-0,138
		21,75	0,340		
22,5	11,44			22,5	-0,098
		23,25	0,193		
24,0	11,73				

$$V_x = 16,5 \text{ mL} + 1,5 \text{ mL} \frac{0,404}{0,404 - (-0,427)} = 17,23 \text{ mL}$$





Figuur 5.4: Voorbeeld van (a) een titratiecurve; (b) de eerste afgeleide van de titratiecurve ( $V^*$  is het gemiddelde van twee opeenvolgende waarden van  $V$ ); (c) de tweede afgeleide van de titratiecurve ( $V^{**}$  is het gemiddelde van twee opeenvolgende waarden van  $V^*$ ). Het buigpunt is aangegeven in de grafiek van de tweede afgeleide van de titratiecurve.

### Vraag 5.2.2

Schrijf je berekeningen van het eindpunt (het buigpunt van de titratiecurve) in het aangegeven vak op het antwoordblad.

- ❖ Vul tabellen 5.2.1a, 5.2.1b en/of 5.2.1c aan met de getallen die je nodig hebt voor de berekening van het buigpunt voor de twee gekozen titraties.
- ❖ Schrijf je berekeningen en de uitkomsten in de juiste vakken / op de lijntjes bij vraag 5.2.2 op het antwoordblad. Laat de andere vakken / lijntjes leeg. Omcirkel ook welke titraties van toepassing zijn.

Als je niet in staat was om bij vraag 5.2.2 het eindpunt van de titratie te berekenen, gebruik dan verder 30,0 mL (dit is een willekeurige waarde) als de bepaalde waarde.

### Vraag 5.2.3

Bereken uit de bepaalde waarde van het buigpunt de exacte molariteit van het natronloog. Noteer het resultaat met drie significante cijfers.

- ❖ Schrijf je berekeningen en het resultaat op bij vraag 5.2.3 op het antwoordblad.

Als je niet in staat was om de exacte molariteit van het natronloog te berekenen, gebruik dan verder 0,200 M (dit is een willekeurige waarde) als de exacte waarde.

## 5.3 Analyse van het wijnmonster

Breng 20,0 mL van het wijnmonster over in het bekersglas van 100 mL met daarin de magnetische roervlo.

Voeg demiwater toe, totdat het totaalvolume ca. 40 mL is.

Bereid de titratie verder voor, net als je eerder voor de natronloogtitratie hebt gedaan.

### Vraag 5.3.1a

Titreer het wijnmonster met de gestelde natronloog en schrijf telkens nadat je natronloog hebt toegevoegd de gemeten pH-waarde op in tabel 5.3.1a op je antwoordblad. Je moet nu telkens 1,5 mL natronloog toevoegen (1,5 mL; 3,0 mL; 4,5 mL; etc. Stop na 24,0 mL).

- ❖ Vul je metingen in in tabel 5.3.1a op je antwoordblad.

### Vraag 5.3.1b

Herhaal de titratie met een nieuw wijnmonster van 20,0 mL en vul de meetwaarden in in tabel 5.3.1b op je antwoordblad. De volumes die je toevoegt moeten telkens exact hetzelfde zijn als bij vraag 5.3.1a.

- ❖ Vul je metingen in in tabel 5.3.1b op je antwoordblad.

### Vraag 5.3.1c – optionele titratie

Je moet weer twee goede titraties hebben. Als de tijd het toelaat kun je indien nodig een titratie opnieuw doen. Vul de meetwaarden in in tabel 5.3.1c op je antwoordblad.

- ❖ Vul je metingen in in tabel 5.3.1c op je antwoordblad.
- ❖ Omcirkel in de tekst ONDER tabel 5.3.1c van je antwoordblad de twee titraties die je wilt laten beoordelen.

### Vraag 5.3.2

Bepaal uit de data weer het buigpunt. Schrijf je berekeningen op bij vraag 5.3.2. op je antwoordblad.

- ❖ Vul tabellen 5.3.1a, 5.3.1b en/of 5.3.1c aan met de getallen die je nodig hebt voor de berekening van het buigpunt.
- ❖ Schrijf voor de gekozen titraties je berekeningen en de uitkomsten in de juiste vakken / op de lijntjes bij vraag 5.3.2 op het antwoordblad. Laat de andere vakken / lijntjes leeg.

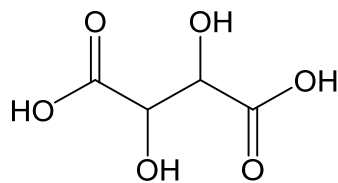
Als je niet in staat was om bij vraag 5.3.2 het eindpunt van de titratie te berekenen, gebruik dan verder 30,0 mL (dit is een willekeurige waarde) als de bepaalde waarde.

### Vraag 5.3.3

- ❖ Bereken de molmassa van wijnsteenzuur en schrijf het resultaat op bij vraag 5.3.3 op je antwoordblad.

Bereken vervolgens uit de bepaalde waarde van het buigpunt de TA, uitgedrukt als de massa (in grammen) wijnsteenzuur per volume (in liters) wijn. Noteer het resultaat met drie significante cijfers.

LET OP: wijnsteenzuur is een tweewaardig zwak zuur waarvan beide waterstofatomen bij het eindpunt gereageerd hebben met natronloog (zie figuur 5.5).



Figuur 5.5: De structuurformule van wijnsteenzuur.

Relevante molaire massa's (g/mol): C – 12,0; H – 1,0; O – 16,0.

- ❖ Schrijf je berekeningen en resultaten op bij vraag 5.3.3 op je antwoordblad.

## 5.4 Het belang van de pH van wijn

Zoals eerder opgemerkt: de TA en de pH van wijn zijn niet direct aan elkaar gecorreleerd. De pH-waarde is de negatieve logaritme van de concentratie (of eigenlijk de activiteit) van waterstofionen en de TA is een maat voor de titreerbare concentratie organische zuren. Een

hogere TA resulteert niet noodzakelijkerwijs in een lagere pH, omdat zwakke organische zuren een bufferoplossing kunnen vormen. Daarom betekent een bekende TA niet dat je ook de pH van de wijn weet en andersom.

#### Vraag 5.4.1

Eerst moet je de pH-meter opnieuw ijken, (net als in 5.1), maar deze keer met standaardbuffers van pH 7,00 en 4,00.

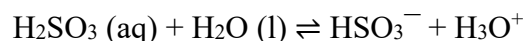
Meet vervolgens de pH van *de oorspronkelijke* wijn en schrijf de pH-waarde op op je antwoordblad.

❖ **Schrijf de gemeten waarde op bij vraag 5.4.1 op je antwoordblad.**

Spoel de elektrode af met demiwater en zet hem terug in de bewaaroplossing, zoals bij het begin van het experiment. Zet de pH-meter uit.

#### Vraag 5.4.2

Zwavel dioxide (SO<sub>2</sub>) wordt gebruikt bij het maken van wijn vanwege zijn antimicrobiële eigenschappen en als antioxidant. Het kan zich binden aan andere stoffen in wijn ('gebonden SO<sub>2</sub>') of aanwezig zijn in zijn vrije vorm (vrij SO<sub>2</sub> of γ\*). Vrij SO<sub>2</sub> in wijn bestaat uit de moleculaire vorm (SO<sub>2</sub> (g) + H<sub>2</sub>O (l) ⇌ H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (aq)) en de ionogene waterstofsulfietvorm (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>) volgens het volgende evenwicht:



Alleen de moleculaire vorm heeft een antimicrobiële werking. De concentratie van de moleculaire vorm is afhankelijk van de pH. De pH van wijn ligt tussen de 2,8 en 3,8. In wijn met een lagere pH-waarde is een groter deel van het zwavel dioxide aanwezig in de moleculaire vorm. De hoeveelheid vrij SO<sub>2</sub> die nodig is voor een concentratie van de moleculaire vorm tussen 0,8 mg/L en 2,0 mg/L in wijnen met een pH tussen de 2,8 en 3,8, is weergegeven in figuur 5.6.

Neem aan dat de concentratie van de moleculaire vorm van SO<sub>2</sub> in wijn onder de smaakdrempel van 2,0 mg/L moet blijven, maar boven de 0,8 mg/L voor een goede antimicrobiële werking en schrijf op je antwoordblad het interval op waarbinnen de concentratie vrij SO<sub>2</sub> moet liggen om dit te bereiken in *de oorspronkelijke* wijn die je gekregen hebt.

❖ **Schrijf je antwoord op bij vraag 5.4.2 op je antwoordblad.**

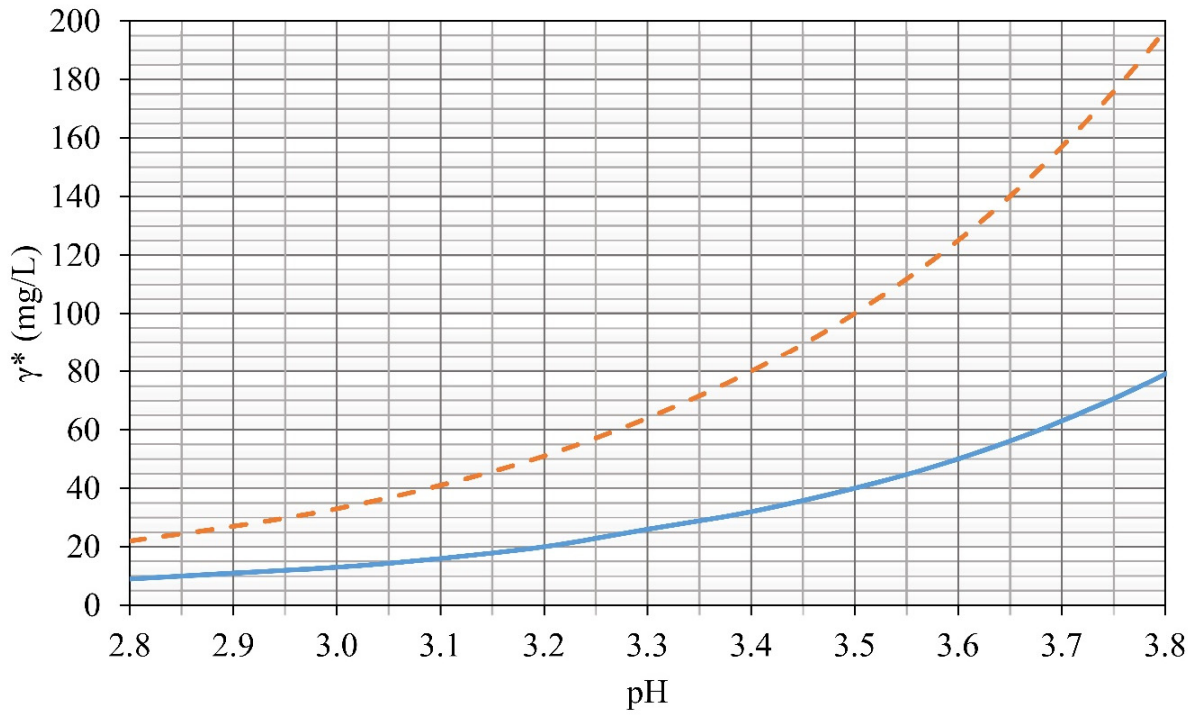


Figure 5.6: De benodigde concentratie vrij SO<sub>2</sub> ( $\gamma^*$ ) voor 0,8 mg/L (de blauwe doorgetrokken streep) en 2,0 mg/L (de gestippelde oranje lijn) van de moleculaire vorm van SO<sub>2</sub> tussen pH 2,8 en 3,8.

## Experiment 6: Wijn schenken

### Inleiding

Nadat het druivensap is gefermenteerd moet de nieuwe wijn van het ene vat in het andere vat geschonken worden om het vaste residu op de bodem van de vaten te elimineren. Tijdens het schenken observeert Martin de wijnstroom. Hij denkt dat aangezien verschillende wijnen een verschillende chemische samenstelling hebben, met een verschillend gehalte aan alcohol en suiker, ze ook anders moeten stromen. Hij weet niet zeker op welke manier de vloeistofeigenschappen worden beïnvloed en heeft geen toegang tot professionele apparatuur. Help hem om de viscositeit te meten van de drie verschillende wijnen die ze hebben geproduceerd in hun wijngaard.

### Materialen en apparatuur

- plastic bak
- maatcilinder van 25 mL
- een viscosimeter bestaande uit twee 15 mL plastic buisjes en een capillair buisje
- stopwatch
- 3 wijnmonsters in plastic flesjes, gelabeld Sample A, Sample B en Sample C
- 4 pasteurpipetten
- een spuitfles met demiwater (gedeeld met experiment 5 en 7)
- plastic bekersglas van 400 mL voor afval (ook gebruikt voor experiment 5 en 7)

### 6.1 Bepaling van de viscositeit van wijn

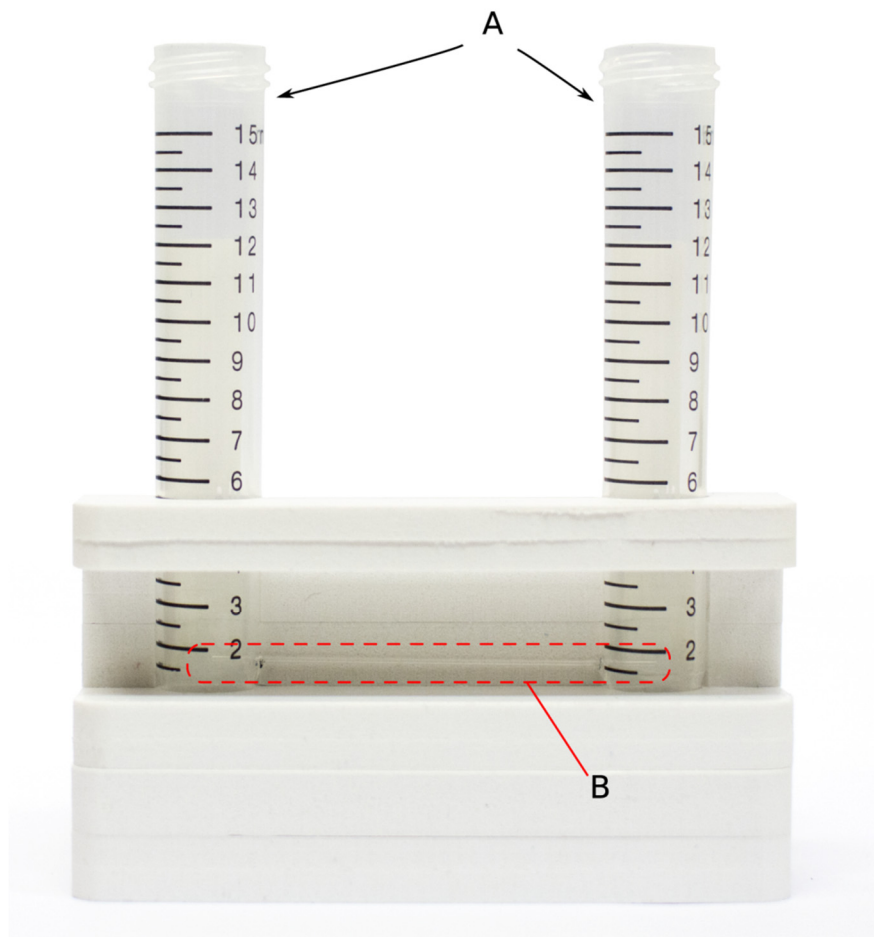
Viscositeit is een vloeistofeigenschap die de weerstand tegen stroming beschrijft. Honing heeft bijvoorbeeld een hogere viscositeit dan water. Als de vloeistof door smalle buisjes stroomt zijn laagjes naast de wanden van de dunne buisjes stationair, dus een drukverschil is nodig om een stroming te verkrijgen. Voor zeer dunne buisjes is de weerstand ten gevolge van de viscositeit de belangrijkste oorzaak voor het vertragen van de stroom vergeleken met andere effecten, die we daarom niet in beschouwing nemen. Voor een laminaire stroom is de flux  $\Phi$ , die het volume afgevoerde vloeistof per tijdseenheid beschrijft, recht evenredig met het drukverschil  $p$  tussen de uiteinden van het buisje en de straal van het buisje  $r$  tot de vierde macht, en omgekeerd evenredig met de viscositeit  $\eta$  van de vloeistof en de buislengte  $l$ :

$$\Phi \propto \frac{pr^4}{l\eta} \quad (\text{Vgl. 6.1})$$

Hoe sneller de vloeistof afgevoerd wordt, hoe korter de afvoertijd  $t$  die evenredig is met de factor  $(l\eta/r^4)$ . Als de andere parameters constant worden gehouden, zoals het beginvolume van de vloeistof, straal en lengte van het buisje, dan is de afvoertijd recht evenredig met de viscositeit,  $t \propto \eta$ . We zullen deze evenredigheid gebruiken om de viscositeit te meten zonder de lengte en dikte van het buisje en de vorm van de container te kennen. Door de afvoertijd van de onbekende vloeistof te vergelijken met de afvoertijd van water, waarvan de viscositeit bekend is, zullen we de viscositeit van onze wijnmonsters berekenen.

**Vraag 6.1.1**

In dit experiment ga je de viscositeit meten door de afvoertijd te meten tussen twee plastic buisjes verbonden met een dun capillair buisje (figuur 6.1). **Let er op dat je bij het hanteren van de viscosimeter, de buisjes of het capillaire buisje niet verdraait of anderszins kracht uitoefent! Als de viscosimeter kapot gaat, vraag de zaalassistent om een nieuwe. 5 punten worden afgetrokken als meer dan één vervanging nodig is.**



Figuur 6.1: Viscosimeter, bestaande uit twee plastic buisjes (A), verbonden door een capillair buisje (B).

De som  $V_0 = V_1 + V_2$  van de volumes  $V_1$  en  $V_2$  die zijn aangegeven op beide buisjes blijft constant. Je zult deze vergelijking later gebruiken om  $V_2$  uit  $V_1$  te bepalen.

Voorafgaande aan de metingen moet je de viscosimeter **kalibreren**. De maatstreepjes op de plastic buisjes zijn niet bedoeld voor precieze metingen, dus de aangegeven volumes zijn niet noodzakelijkerwijze gelijk aan volumes gemeten met een maatcilinder.

Neem de maatcilinder en vul deze nauwkeurig met **demiwater** tot aan het 15 mL streepje door het niveau van de meniscus te observeren. Je kunt pasteurpipetten gebruiken om vloeistof nauwkeurig te verwijderen of toe te voegen. Schenk het demiwater in het linkerbuisje en observeer de stroming. Als de meniscus van het linkerbuisje het  $V_1 = 8$  mL streepje bereikt, lees dan het niveau  $V_2$  van het rechterbuisje af, bereken de som  $V_0 = V_1 + V_2$  en noteer deze op

het antwoordblad. Je kunt de waarde nauwkeuriger bepalen dan de maatstreepjes aangeven door het meniscuspeil met een watervaste stift te markeren en een liniaal te gebruiken.

**Je gaat deze waarde voor  $V_0$  in alle verdere berekeningen gebruiken. Als je niet in staat bent om deze stap uit te voeren, laat dan deze vraag open op het antwoordblad en gebruik de waarde  $V_0 = 15$  mL voor je verdere berekeningen!**

**Als je enige lekkage opmerkt, vraag dan de zaalassistent om een nieuwe viscosimeter. We zullen in dat geval geen punten aftrekken.**

❖ **Noteer het resultaat bij vraag 6.1.1. op het antwoordblad.**

### Vraag 6.1.2

Na de kalibratie ga je de afvoertijden voor demiwater en 3 wijnmonsters meten door de volgende procedure te volgen:

**Reset en prepareer de stopwatch.** Zie Appendix C voor instructies voor de stopwatch.

Neem de maatcilinder en vul deze nauwkeurig met het monster tot aan het 15 mL streepje. Je kunt pasteurpipetten gebruiken om vloeistof nauwkeurig te verwijderen of toe te voegen. Schenk het gehele monster snel in één van de verbonden plastic buisjes. Aangezien het leegstromen pas uniform is als beide uiteinden van het capillair ondergedompeld zijn onder het vloeistofniveau, **start de stopwatch als de vloeistof het 13 mL streepje bereikt.** Noteer vervolgens elk tijdstip waarop de vloeistof een volgend maatstreepje voor een geheel aantal mL bereikt. Noteer de tijden met een nauwkeurigheid van 1 s. Je kunt de metingen doen zonder de stopwatch te stoppen.

Stop de metingen als de vloeistof het 8 mL niveau heeft bereikt. Schenk de vloeistof in het **afvalbekerglas** (gedeeld met andere experimenten). Wees voorzichtig dat je de viscosimeter hierbij niet breekt. **Spoel de viscosimeter met demiwater.** Houd de viscosimeter een tijdje ondersteboven, zodat het water wegloopt. Een beetje vloeistof kan in het capillair blijven zitten, maar het zal de metingen niet beïnvloeden, omdat het door de nieuwe vloeistof wordt verplaatst voordat je de stopwatch voor de volgende meting start. **Als je wisselt naar een volgend monster, spoel dan eerst de maatcilinder om en droog deze met papieren doekjes die je aan het einde van je labtafel kunt vinden.**

Voer alle metingen tweemaal uit voor elk monster (water en alle drie wijnmonsters), eenmaal door de vloeistof in het linkerbuisje te gieten en eenmaal door hem in het rechterbuisje te gieten, om mogelijke systematische fouten te vermijden. Noteer de tijden **in seconden** in tabel 6.1.2. op het antwoordblad.

❖ **Vul tabel 6.1.2 op het antwoordblad verder in.**

### Vraag 6.1.3

Voordat je je metingen kunt gebruiken om de viscositeit te berekenen moet je eerst tussenresultaten berekenen.

#### Vraag 6.1.3a

Het totale volume van de vloeistof is  $V_0$  (verkregen bij vraag 6.1.1), dus is het volume in het tweede plastic buisje gelijk aan  $V_2 = V_0 - V_1$  en het volumeverschil tussen de beide plastic



buisjes is  $\Delta V = V_1 - V_2 = 2V_1 - V_0$ . Bereken de volumeverschillen voor elk vloeistofniveau en noteer deze in de corresponderende kolom van tabel 6.1.3 op het antwoordblad.

❖ **Vul de tweede kolom van tabel 6.1.3 op het antwoordblad aan.**

### Vraag 6.1.3b

Het volume van een vloeistofkolom is rechtevenredig met zijn hoogte. Vandaar dat de verhouding tussen het actuele en aanvankelijke (op  $t = 0$ , als de stopwatch wordt gestart) **hoogteverschil** gelijk is aan de verhouding tussen het actuele en aanvankelijke **volumeverschil**. Deze verhouding neemt exponentieel af met de tijd:

$$\frac{\Delta h(t)}{\Delta h(t=0)} = \frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} = 2^{-t/\tau},$$

waarbij  $\tau$  de halfwaardetijd aanduidt: de tijd waarbij het hoogteverschil afneemt tot de helft van de beginwaarde. Bereken de verhoudingen tussen het actuele en aanvankelijke (bij de start van de stopwatch) volumeverschil.

❖ **Vul de derde kolom van tabel 6.1.3 op het antwoordblad aan.**

### Vraag 6.1.3c

Toepassen van de logaritme op de vorige vergelijking geeft ons de volgende lineaire vergelijking:

$${}^{10}\log \frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} = -({}^{10}\log 2) \times \frac{t}{\tau} \quad (\text{Vgl. 6.2})$$

Op je rekenmachine wordt de logaritme met grondtal 10 berekend m.b.v. de **log** knop. Bereken de logaritme van de verhoudingen van volumeverschillen in de derde kolom van tabel 6.1.3 op het antwoordblad.

❖ **Vul de laatste kolom van tabel 6.1.3 op het antwoordblad aan.**

### Vraag 6.1.4

Zet de logaritme van volumeverhoudingen van tabel 6.1.3 op de verticale as uit tegen de tijden van tabel 6.1.2 op de horizontale as. Gebruik verschillende kleuren stiften voor elk van de monsters. Vergeet niet om een legenda toe te voegen om aan te geven welke kleuren staat voor welk monster.

❖ **Teken je grafiek op millimeterpapier, label deze met 6.1.4, plak er een sticker op met je teamcode en doe deze uiteindelijk samen met je antwoordblad in de envelop ter beoordeling.**

### Vraag 6.1.5a

Teken een lijn die het beste past bij je metingen voor elk van de drie monsters in grafiek 6.1.4, met dezelfde kleuren als de datapunten. Lees de richtingscoëfficiënten van deze lijnen af uit de grafiek. Gebruik vergelijking 6.2 om uit de richtingscoëfficiënten de halfwaardetijden te berekenen en noteer de resultaten op het antwoordblad. Schrijf ook je berekeningen op.

- ❖ Teken de lijnen in grafiek 6.1.4 op het antwoordblad.
- ❖ Vul de kolommen met richtingscoëfficiënten en halfwaardetijden van tabel 6.1.5 op het antwoordblad aan.
- ❖ Schrijf je berekeningen van richtingscoëfficiënten en halfwaardetijden op bij vraag 6.1.5 op het antwoordblad.

### Vraag 6.1.5b

De viscositeit van water bij kamertemperatuur is gelijk aan  $\eta = 0.89 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ . Bereken de viscositeit van de overige monsters, gebruikmakend van de rechtevenredigheid tussen de halfwaardetijd en viscositeit: de verhouding tussen viscositeit en halfwaardetijd is gelijk voor alle monsters. Noteer de waarden in tabel 6.1.5 in de laatste kolom.

- ❖ Vul tabel 6.1.5 op het antwoordblad aan.

### Vraag 6.1.6

Welke waarde zou je bepaald hebben voor de viscositeit van water als het capillaire buisje tweemaal zo dik was geweest (tweemaal de binnendiameter) en de ret hetzelfde zou blijven?

- A. Hoger
- B. Lager
- C. Hetzelfde

- ❖ Noteer de letter (A, B of C) van het juiste antwoord bij vraag 6.1.6. op het antwoordblad.

### Vraag 6.1.7

Hoe lang zouden we moeten wachten totdat het volume van Sample C in het plastic buisje, dat in het begin was gevuld met  $V_0 = 15,0 \text{ mL}$ , is afgenomen tot  $7,8 \text{ mL}$  als we de stopwatch weer starten bij het maatstreepje van  $13 \text{ mL}$ ? Gebruik vergelijking 6.2.

- ❖ Schrijf je berekeningen en resultaat op bij vraag 6.1.7 op het antwoordblad.

### Vraag 6.1.8

Welke veranderingen zouden leiden tot een verlenging van de bepaalde halfwaardetijden van de afvoer? Noteer alle mogelijke antwoorden.

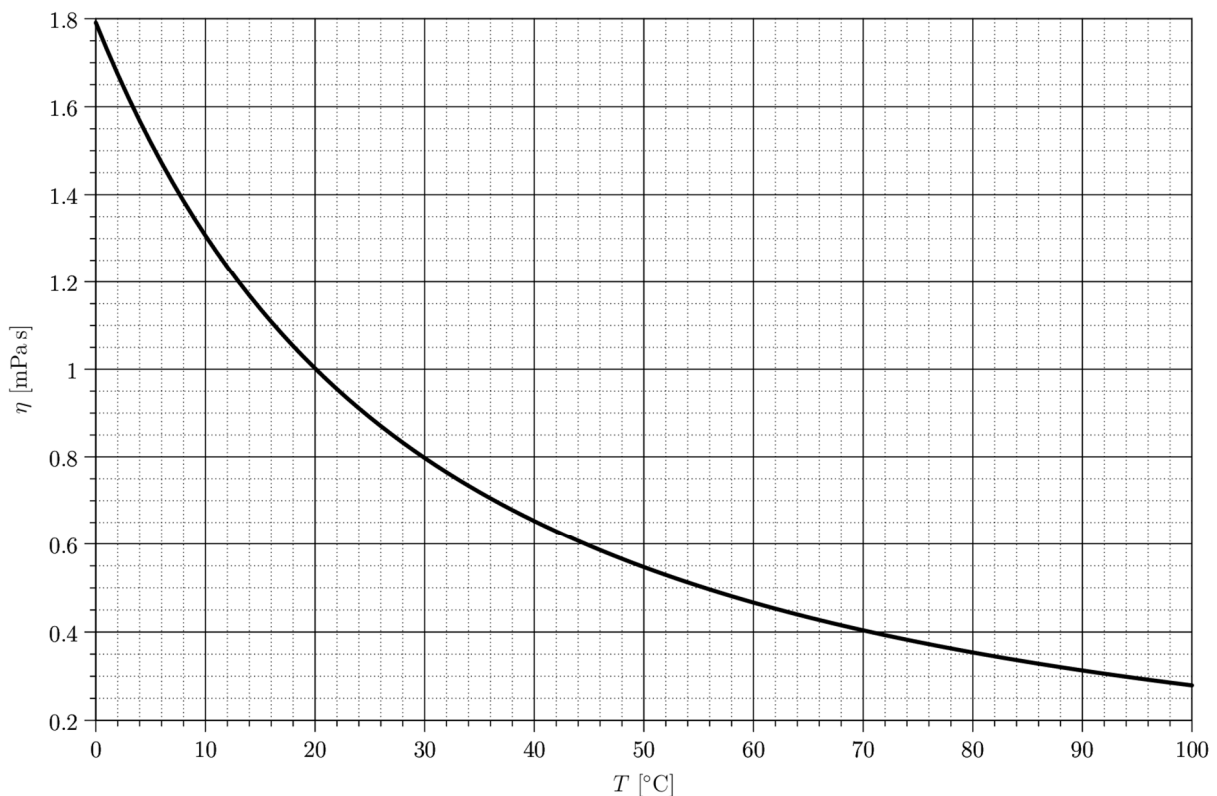
- A. Wijdere plastic buisjes
- B. Nauwere plastic buisjes
- C. Wijder capillair buisje
- D. Nauwer capillair buisje
- E. Langer capillair buisje
- F. Korter capillair buisje

❖ Noteer de letters (A-F) bij vraag 6.1.8 op het antwoordblad.

## 6.2 Temperatuurafhankelijkheid van de viscositeit

### Vraag 6.2.1

De viscositeit hangt niet alleen af van de samenstelling van de vloeistof, maar ook van de temperatuur. Grafiek 6.2 toont de temperatuurafhankelijkheid van de viscositeit van water. Lees uit de grafiek af wat de viscositeit van water is bij 80 °C.



Figuur 6.2: De viscositeit van water als functie van de temperatuur.

❖ Noteer je antwoord bij vraag 6.2.1 op het antwoordblad.

**Vraag 6.2.2**

Bepaal wat de halfwaardetijd voor de afvoer van water zou zijn bij 80 °C als je deze met jouw viscosimeter zou meten. Gebruik je eigen meting voor de halfwaardetijd voor je berekening.

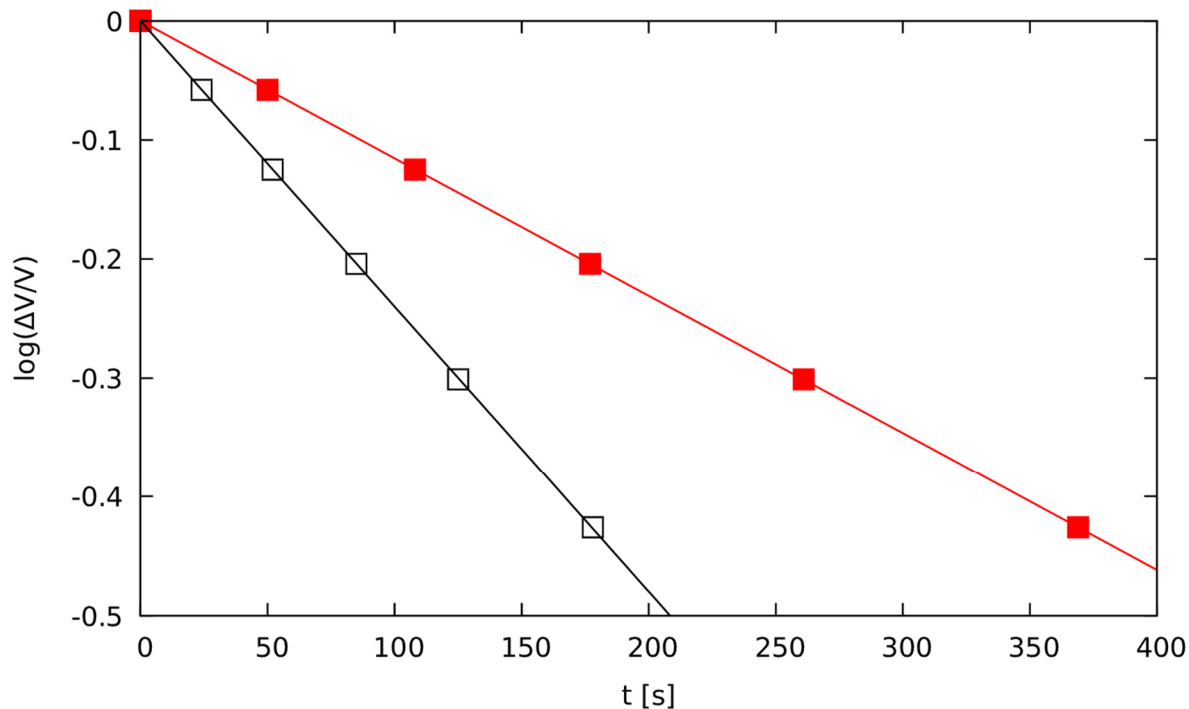
❖ **Noteer je berekeningen en je antwoord bij vraag 6.2.2 op het antwoordblad.**

**6.3 Evalueer de oplossing****Vraag 6.3.1**

Martin had de kans om jullie opdrachten een paar weken geleden uit te voeren, alhoewel zijn monster een andere vloeistof betrof – hij testte het met suikerwater en met grotere plastic buisjes (50 mL). Hem werd gevraagd om de viscositeit van suikerwater op dezelfde manier te bepalen zoals jij de viscositeit van wijn hebt gemeten. Zijn metingen staan in tabel 6.1 voor een totaal volume van  $V_0 = 50$  mL.

Tabel 6.1: Martins metingen van de viscositeit van suikerwater.

$V_1$	$10 \log \frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t = 0 \text{ s})}$	tijd (demiwater)	tijd (suikerwater)
45,0 mL	0	0 s	0 s
42,5 mL	-0,058	24 s	50 s
40,0 mL	-0,125	52 s	108 s
37,5 mL	-0,204	85 s	177 s
35,0 mL	-0,301	125 s	261 s
32,5 mL	-0,426	178 s	369 s



Figuur 6.3: Martins grafiek met zijn metingen en de best passende rechte lijnen. Gevulde rode vierkantjes ■ zijn metingen voor het suikerwater en open zwarte vierkantjes □ zijn voor demiwat.

Tabel 6.2: Martins eindberekeningen voor demiwat en suikerwater.

Vloeistof	Richtingscoëfficiënt [ $s^{-1}$ ]	Halfwaardetijd $\tau$ [s]	Viscositeit [mPa·s]
Demiwater	-0,0024	126	0,89
Suikerwater	-0,00113	266	235398

Martin zette zijn metingen in de grafiek (figuur 6.3), trok rechte lijnen door de punten en berekende de viscositeit van de gemeten vloeistof in tabel 6.2. Kijk naar zijn berekeningen van de viscositeit van suikerwater en **zoek de eerste regel** waarbij hij een fout heeft gemaakt die een verkeerd eindresultaat opleverde. Noteer het nummer van deze regel op het antwoordblad. Je gaat de fout corrigeren bij de volgende vraag.

Demiwater:

$$\tau_{\text{water}} = k \cdot \eta_{\text{water}} \quad (1)$$

$$k = \frac{\tau_{\text{water}}}{\eta_{\text{water}}} = \frac{126 \text{ s}}{0,89 \text{ mPa s}} = 141,6 \text{ mPa}^{-1} \quad (2)$$

Suikerwater:

$$k = \frac{-0,23 - (-0,06)}{200 \text{ s} - 50 \text{ s}} = -0,00113 \text{ s}^{-1} \quad (3)$$

$$\tau_{\text{suiker}} = -\frac{{}^{10}\log 2}{k} = 266 \text{ s} \quad (4)$$

$$\tau_{\text{suiker}} = k \cdot \eta_{\text{suiker}} \quad (5)$$

$$\eta_{\text{suiker}} = \frac{\tau_{\text{suiker}}}{k} = \frac{266 \text{ s}}{-0,00113 \text{ s}^{-1}} \quad (6)$$

$$\eta_{\text{suiker}} = -235398 \text{ s}^2 \quad (7)$$

- ❖ **Noteer het nummer van de regel met de eerste fout op het antwoordblad bij vraag 6.3.1.**

### Vraag 6.3.2

Corrigeer Martins fout en bereken de juiste waarde van de viscositeit van suikerwater.

- ❖ **Noteer je antwoord bij vraag 6.3.2 op het antwoordblad.**

### Vraag 6.3.3

Martin is ongeduldig en wil dat de vloeistof in **de helft van de tijd** wordt afgevoerd, vergeleken met de metingen in tabel 6.1. Hij gebruikte een capillair buisje met een lengte van 6 cm en een binnendiameter van 0,8 mm. Hij wil het capillaire buisje korter maken, terwijl Nina voorstelt om capillaire buisjes van dezelfde lengte te gebruiken, maar met een andere diameter. Bereken de lengte van het capillaire buisje voor Martins strategie en de diameter voor Nina's strategie. Maak gebruik van vergelijking 6.1.

- ❖ **Noteer beide berekeningen en antwoorden bij vraag 6.3.3. op het antwoordblad.**

## Experiment 7: Wijntranen

### Inleiding

Nina en Martin houden een klein feestje met vrienden om hun eerste eigen wijn te vieren. Martin, die nu een expert is in het inschenken, schenkt elke vriend een glas wijn in. Nina's zus Eva is onlangs naar een wijnproeverij geweest en toonde iedereen wat je moet bekijken wanneer je voor het eerst een nieuwe wijn proeft. Het eerste wat ze deden is kijken naar het glas tegenover een witte achtergrond in natuurlijk licht. Terwijl iedereen de kleur van de wijn observeerde merkte Nina iets merkwaardigs op. Het leek erop dat zich kleine druppeltjes wijn vormden op het glas vlak boven het wijnooppervlak. Zij vroeg aan Eva of ze weet hoe dat komt. Eva zei dat dit fenomeen 'wijntranen' genoemd wordt en ging verder met praten over oppervlaktespanning in wijn en water. Nina wist aanvankelijk niet wat oppervlaktespanning was, maar het fenomeen intrigeerde haar zo sterk dat ze besloot dit verschijnsel nader te onderzoeken. Natuurlijk na het feestje.

### Materialen en apparatuur

- 12 capillaire buisjes van 25  $\mu\text{L}$
- 6 petrischalen
- 1 pakje papieren zakdoekjes
- een spuitfles met demiwater (gedeeld met experimenten 5 en 6)
- 10 v/v % ethanol in een plastic potje
- 20 v/v % ethanol in een plastic potje
- 3 wijnmonsters in plastic potjes, gelabeld Sample A, Sample B en Sample C
- 6 pasteurpipetten (je kunt de pipetten uit experiment 6 voor wijnmonsters en demiwater hergebruiken)
- een plastic bekersglas van 400 mL voor afval (ook gebruikt voor experimenten 5 en 6)

### 7.1 Oppervlaktespanning van wijn

Oppervlaktespanning kan gezien worden alsof er een elastisch membraan gespannen wordt over het oppervlak van een vloeistof. Oppervlaktespanning wordt veroorzaakt door de krachten tussen moleculen aan de oppervlakte van de vloeistof en zorgt ervoor dat vloeistofdruppels bolvormig zijn. Dit verschijnsel bij vloeistoffen, inclusief water, wordt bij levende wezens gebruikt voor diverse toepassingen.

Als de dunne capillaire buisjes hydrofiel zijn (vloeistofmoleculen zijn liever dicht bij de wand van de capillaire buisjes dan in de lucht), dan zal de vloeistof in het buisje vanzelf omhoog lopen. Voor een gegeven vloeistof is de uiteindelijke hoogte recht evenredig met de oppervlaktespanning en omgekeerd evenredig met de binnendiameter van het capillaire buisje. Planten maken gebruik van dit fenomeen van capillaire werking om water uit de bodem tot in hun bladeren te krijgen.

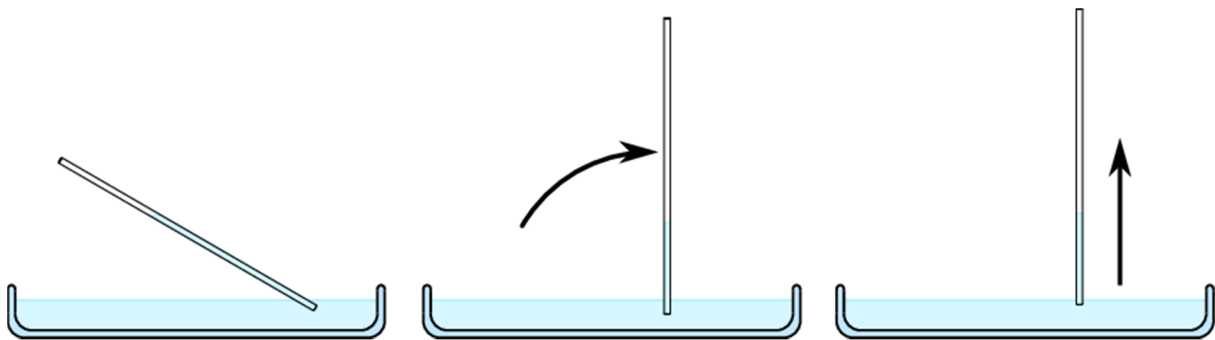
Aangezien de oppervlaktespanning afhankelijk is van krachten tussen de moleculen aan het vloeistofoppervlak verschilt deze van vloeistof tot vloeistof. Als je ethanol toevoegt aan water

verandert de oppervlaktespanning. Door een capillair buisje in een vloeistof te steken en de hoogte van de vloeistof binnen het buisje boven het oppervlak van de vloeistof buiten het buisje te meten voor verschillende vloeistoffen (demiwater, 10 v/v % en 20 v/v % ethanol, drie wijnmonsters), kun je de hoeveelheid ethanol in de drie verschillende wijnmonsters schatten.

### Vraag 7.1.1

Volg voor alle vloeistoffen de volgende procedure: Neem een schone en droge petrischaal. Giet de vloeistof in de petrischaal en zorg ervoor dat de hoogte minstens zo groot is als de binnendiameter van het capillaire buisje. Zorg ervoor dat je de witte merkstreepjes op de capillaire buisjes bovenaan houdt.

Vloeistoffen kunnen het capillaire buisje niet goed bevochtigen, hetgeen zou kunnen leiden tot slechte resultaten, dus is het noodzakelijk om eerst de vloeistof hoger te laten stijgen dan de verwachte hoogte van de uiteindelijke meting. Om dit te doen dompel je het buisje langzaam onder in de vloeistof onder een kleine hoek, zodat het vloeistofniveau opstijgt en de vloeistof de binnenwanden bevochtigt. Draai het buisje vervolgens langzaam naar een verticale stand terwijl je het uiteinde in de vloeistof houdt, zoals getoond in figuur 7.1.



Figuur 7.1: Meten van de capillaire werking

Wacht totdat het vloeistofniveau ophoudt te dalen en haal dan het buisje verticaal uit de vloeistof.

Doordat de capillaire buisjes zo dun zijn kan de vloeistof soms blijven “steken” op een bepaalde hoogte. Als je een dergelijk fenomeen opmerkt, kantel het buisje dan opnieuw om het vloeistofniveau te laten stijgen en herhaal de procedure. **Raak de bodem van de petrischaal niet aan met het buisje** en zorg dat er geen belletjes in het buisje zitten, omdat die anders fouten zouden veroorzaken bij de metingen. Luchtbelletjes in het capillaire buisje maakt het onbruikbaar voor verdere metingen.

### Vraag 7.1.1a

Haal het capillaire buisje uit de vloeistof als de vloeistof niet meer beweegt. Meet met een liniaal de hoogte van de gestegen vloeistof in het capillaire buisje, van de onderkant van het buisje tot aan de meniscus. Houd tijdens de meting het capillaire buisje goed verticaal zodat de vloeistof niet meer beweegt.

Herhaal de meting zes maal voor elk monster en gebruik telkens een **schone en droge petrischaal en een nieuw capillair buisje voor elk monster**.



Om nu de vloeistof weer uit het capillaire buisje te verwijderen houd je een papieren zakdoekje onderaan tegen het buisje, zodat het water uit het buisje opgezogen wordt door het doekje. Als dat niet meteen werkt houd je het buisje een beetje schuin. De vloeistof loopt uit het buisje doordat er dunne poriën zitten in het papier. Als er druppels achterblijven in het buisje gebruik dan een nieuwe. Heb je geen nieuwe capillaire buisjes meer, roep dan de zaalassistent.

Noteer de metingen in de kolommen #1 t/m #6 van tabel 7.1.1 op het antwoordblad.

❖ **Vul de kolommen van tabel 7.1.1 op het antwoordblad aan.**

### Vraag 7.1.1b

Bereken de gemiddelde hoogte van de vloeistofkolom voor elk monster. Noteer de resultaten in de corresponderende kolom in tabel 7.1.1 op het antwoordblad.

❖ **Vul de kolom met gemiddelden in tabel 7.1.1 op het antwoordblad aan.**

### Vraag 7.1.1c

Viscositeit en slechte bevochtiging, net als het drukverschil bij het uit de vloeistof halen van het capillaire buisje kunnen afwijkingen geven in de metingen.

Om een idee te krijgen van de fout schrap je **twee** metingen in tabel 7.1.1 die het meest van het gemiddelde afwijken. **Als je deze schrap, zorg er dan voor dat het getal nog wel steeds leesbaar blijft.** Als je slechts 4 metingen hebt uitgevoerd behoud dan al je waarden. Herbereken het gemiddelde niet na het wegstrepen van de twee waarden.

Bereken de absolute fout voor elke vloeistof door het grootste absolute verschil tussen het gemiddelde en de overgebleven 4 metingen te bepalen. Noteer de resultaten in tabel 7.1.1.

❖ **Schrap twee metingen en vul de laatste kolom van tabel 7.1.1 op het antwoordblad aan.**

### Vraag 7.1.2

Teken een grafiek van de hoogte van de vloeistofkolom als functie van de hoeveelheid ethanol op millimeterpapier, benoem de assen en eenheden. Teken de **4 overgebleven meetpunten in de grafiek voor elk van de volgende vloeistoffen: 10 v/v % en 20 v/v % ethanol** van tabel 7.1.1. Teken een rechte lijn die het best past door de 8 meetpunten.

❖ **Teken je grafiek op millimeterpapier, label deze met 7.1.2, plak er een sticker op met je teamcode en doe deze uiteindelijk samen met je antwoordblad in de envelop ter beoordeling.**

### Vraag 7.1.3

Teken de meetpunten die overeenkomen met de gemiddelde waarden van de drie wijnmonsters uit 7.1.1 op de lijn in de grafiek van vraag 7.1.2. Lees nu af hoeveel ethanol elk van de drie wijnmonsters bevat en noteer dit in tabel 7.1.3.

❖ **Teken de juiste meetpunten in de grafiek van 7.1.2.**

❖ **Noteer de resultaten in tabel 7.1.3 op het antwoordblad.**

#### Vraag 7.1.4

Bepaal welke monsters je betrouwbaar van elkaar kunt onderscheiden op ethanolgehalte op basis van de absolute fout berekend in tabel 7.1.1. De monsters kunnen niet onderscheiden worden als de foutintervallen overlappen. Markeer met een 1 als een paar monsters **wel** onderscheiden kunnen worden en een 0 voor monsters die **niet** van elkaar onderscheiden kunnen worden.

❖ Zet je antwoorden in tabel 7.1.4 op het antwoordblad.

#### Vraag 7.1.5

Ervan uitgaande dat de oppervlaktespanning van demiwater in je laboratorium een waarde heeft van 72,0 mN/m, en dat de hoogte van de vloeistofkolom **rechtevenredig is met de oppervlaktespanning**, bereken dan de oppervlaktespanning van het 10 v/v % ethanolmonster. Bepaal het foutinterval op de eindwaarde; maak gebruik van je berekende waarden in tabel 7.1.1.

❖ Noteer je berekeningen en je resultaten bij vraag 7.1.5 op het antwoordblad.

#### Vraag 7.1.6

Ethanol heeft een kleinere dichtheid dan water, daarom is de zwaartekracht werkend tegenover de oppervlaktespanning kleiner. Als we nog nauwkeuriger willen zijn en zowel de **dichtheid**  $\rho$  als de **oppervlaktespanning**  $\gamma$  willen meenemen, welke uitdrukking geeft dan correct weer waarmee de hoogte van de vloeistofkolom rechtevenredig is? (Slechts één antwoord is correct).

- A.  $h \propto \gamma$
- B.  $h \propto \gamma\rho$
- C.  $h \propto \rho/\gamma$
- D.  $h \propto \gamma/\rho$
- E.  $h \propto \rho$

❖ Schrijf de juiste letter (A-E) op bij vraag 7.1.6 op het antwoordblad.

## 7.2 Oppervlaktespanning van water

### Vraag 7.2.1

Onder gewone laboratoriumomstandigheden (bij 20 °C) kun je gebruik maken van de volgende vergelijking voor buisjes die goed bevochtigd zijn:

$$h = \frac{1.48 \times 10^{-5} \text{ m}^2}{r}, \quad (\text{Vgl. 7.1})$$

waarbij  $r$  de straal is van de binnenkant van het buisje en  $h$  de hoogte van de vloeistofkolom. Hoe hoog zal het water stijgen in een adembuisje van een plant door de capillaire werking, als de binnendiameter van het adembuisje 50  $\mu\text{m}$  bedraagt?

❖ Noteer je berekeningen en je antwoord bij vraag 7.2.1 op het antwoordblad.

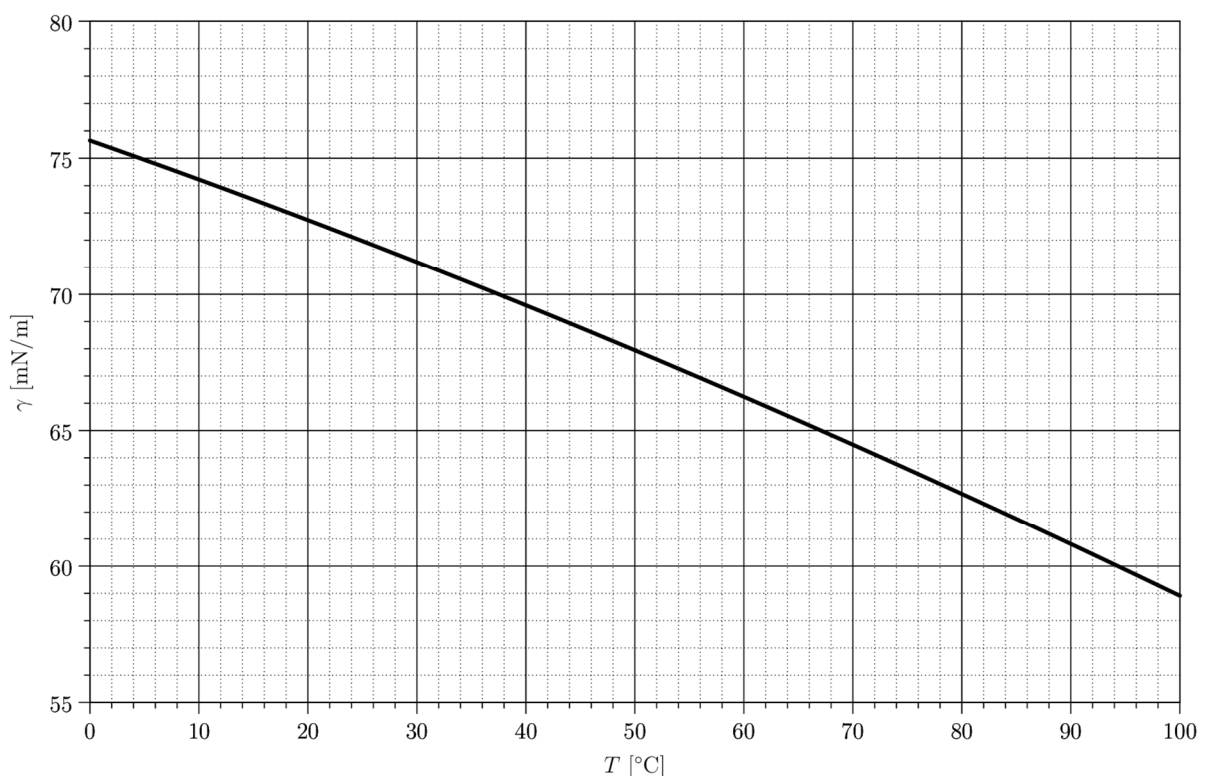
**Vraag 7.2.2**

Het 25  $\mu\text{L}$  volume is aangeduid op het capillaire buisje met een zwarte ring. Meet de lengte van het capillaire buisje van de zwarte ring tot aan het uiteinde dat het verst weg is van de ring en gebruik deze meting om de binnenstraal van het buisje te berekenen. Noteer je meting, berekening en antwoord op het antwoordblad.

❖ **Noteer je meting, berekeningen en antwoord bij vraag 7.2.2 op het antwoordblad.**

**Vraag 7.2.3**

Grafiek 7.1 toont het verband tussen de oppervlaktespanning en de temperatuur voor water. Lees de oppervlaktespanning van water bij 20  $^{\circ}\text{C}$  en bij 80  $^{\circ}\text{C}$  af uit de grafiek en noteer het op je antwoordblad.



Grafiek 7.1: Het verband tussen de oppervlaktespanning en de temperatuur voor water.

Maak gebruik van vergelijking 7.1, je antwoord op vraag 7.2.2 en de evenredigheid tussen de capillaire werking en de oppervlaktespanning om te voorspellen hoe hoog de waterkolom zou komen in je 25  $\mu\text{L}$  buisje als je de meting zou hebben uitgevoerd bij 80  $^{\circ}\text{C}$ , zonder gebruik te maken van je eerder uitgevoerde metingen.

❖ **Noteer je berekeningen en je antwoord bij vraag 7.2.3 op het antwoordblad.**

### Vraag 7.2.4

Eén van de manieren om oppervlaktespanning te meten is het maken van druppels en vervolgens hun massa te meten. Vlak voordat de druppel valt heeft hij ongeveer de vorm van een halve bol (zie figuur 7.2).



Figuur 7.2: Waterdruppel vlak voor het vallen van de rand

De waterdruppel heeft een straal van 4,5 mm vlak voordat hij valt. Bereken de kracht van de oppervlaktespanning van de druppel. Gebruik de waarde  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$  voor de valversnelling en  $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  voor de dichtheid van water.

❖ Noteer je berekeningen en antwoord bij vraag 7.2.4 op je antwoordblad.

### Vraag 7.2.5

Het verband tussen de lengte  $\ell$  van de omtrek van de vloeistofrand waar de vloeistof in contact is met een oppervlak en de oppervlaktespanning  $\gamma$  en de kracht  $F$  wordt weergegeven door de vergelijking

$$F = \ell\gamma.$$

Bereken de oppervlaktespanning voor de druppel van vraag 7.2.4 en schat de temperatuur van de waterdruppel door gebruik te maken van grafiek 7.1.

❖ Noteer je berekeningen en antwoord bij vraag 7.2.5 op het antwoordblad.