



EUROPEAN UNION SCIENCE OLYMPIAD

TEST 1

Thema: Water

Gotenburg, Zweden

Dinsdag 13th April, 2010



UNIVERSITY OF GOTHENBURG

Algemene aanwijzingen

Draag in het laboratorium altijd de plastic voorschoot en de veiligheidsbril.

In het laboratorium is eten en drinken verboden.

Er zijn wegwerphandschoenen beschikbaar die bij de behandeling van chemicaliën gedragen moeten worden.

Alle bladen die je gebruikt hebt, ook het kladpapier, moeten na afloop van het experiment ingeleverd worden.

Schrijf alle resultaten in je antwoordenbundel.

Je grafiek moet samen met de antwoordenbundel ingeleverd worden.

Alleen de definitieve antwoordenbundel en de daarbij behorende grafiek worden beoordeeld.

Je mag zelf bepalen in welke volgorde je de opdrachten uitvoert.

Opricht 1: 7 punten

Opricht 2: 17 punten

Opricht 3: 27 punten

Opricht 4: 26 punten

Het scenario

In a galaxy many light years from the Milky Way, a planet similar to our own is populated by intelligent life. These “aliens” are not humans, but they look very much like us and their technology is far more advanced than ours. For example, they have the technology for intergalactic travelling. The name of the planet is Rullet and the citizens of Rullet are called “rulers”.

Even though their technology is very advanced, they face immediate and severe problems. Their natural resources for energy production were used up many generations ago. However, they learned to produce solar power in such amounts that they have been able to sustain their energy-consuming civilization. Unfortunately, their sun is now dying and soon they will have no solar power either.

This has of course been known for quite some time, and ruler scientists have been working on a solution for this. They recently had a major breakthrough in cold fusion and they now know exactly how to produce all the energy they need from pure water in cold fusion plants. The only problem is that the water supply on Rullet is very limited. Water is so rare, rulers consider water to be a “noble liquid”.

According to ruler scientists, 10 m^3 of water would be enough to produce all the energy the planet needs for 100 years! Since water in such amounts is unheard of on planet Rullet they need to find water supplies elsewhere.

Rulernaut¹ Hon Sala is assigned the mission of exploring the universe and look for planets where water can be found in superabundance. Rulian astronomers suggest that she starts looking in the galaxy Silky Road², because their infra-red spectrometers have indicated that there might be large reservoirs of water molecules somewhere in that galaxy.

Using her WARP-powered spacecraft, she arrives at galaxy Silky Road in no-time (or perhaps we should say “no-space” since she is WARP-powered?). Once in the galaxy, she has no problem of locating planets housing water. The first planet she visited was Qeuso. There she found lakes which contained contaminated water. The organisms living in the lakes produced ethanol during their metabolism. Now she is heading for our own planet Earth. This is where our story begins: Hon Sala has just arrived at planet Earth. She leaves her spacecraft in order to look for water. At first she is very disappointed. There is no water in sight.

¹ De benaming voor astronauten op de planeet Rullet.

² De benaming van de Melkweg op de planeet Rullet.

Opdracht 1 – De relatieve vochtigheid van de lucht

Nadat ze een aantal uren gezocht heeft en nog steeds geen water heeft gevonden, gaat ze zitten om na te denken. Het is vroeg in de ochtend lokale tijd en terwijl ze daar zit om te bedenken wat haar volgende stap zal zijn, komt een kever tevoorschijn uit haar nest in het zand.

“En waar vind jij water kleine vriend?” vraagt Hon Sala aan de kever. Ze kijkt een tijdje naar de kever en dan ziet ze hoe deze naar de top van een hoop zand rent waarna de kever haar rug naar de zon keert en wacht.

“Waar wacht jij op?” vraagt Hon Sala zich af. Tot haar verrassing verschijnt er na een tijdje een druppel water op de rug die vervolgens in de mond van de kever glijdt.

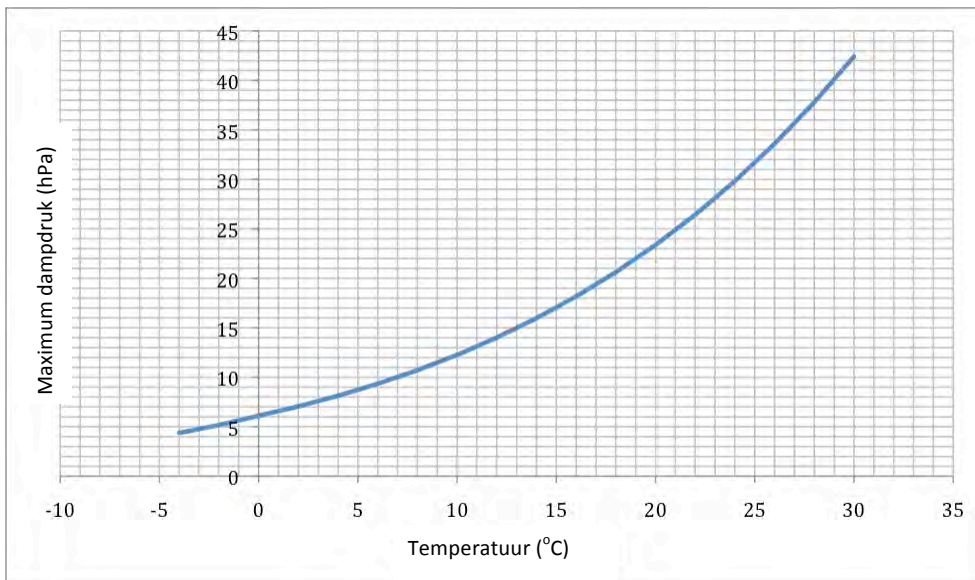
“Uiteraard!”, roept ze hardop, ”nu weet ik hoe je aan water komt!”

Ze gaat zitten en probeert zich te herinneren wat ze leerde op de Rulletschool voor natuurwetenschappen. Ze herinnert zich dat elke vloeistof een zekere mate van damp produceert. Als er ergens op aarde water is, dan moet de lucht waterdamp bevatten. De waterdamp in de lucht heeft uiteraard een bepaalde druk. Dit wordt de dampdruk genoemd. Als de dampdruk groot genoeg is vormt er zich uit de damp vloeibaar water. Ze kan zich de laatste woorden van haar leraar nog herinneren:

“Onthoud dit goed, leerlingen, hoe hoger de temperatuur des te hoger de dampdruk!”

Nu weet ze hoe ze water uit de lucht moet halen! Het enige dat ze moet doen is wachten tot het nacht wordt en de temperatuur gaat dalen. Als ze geluk heeft daalt de temperatuur zoveel dat de lucht oververzadigd raakt en water op de bladeren verschijnt zodat ze het kan verzamelen!

In onderstaande grafiek staat de maximale dampdruk van water in lucht gegeven als functie van de temperatuur.



De maximale dampdruk (in hPa) in lucht als functie van de temperatuur (in °C) [1 hPa = 10^2 Pa = 10^2 N/m²].

De relatieve vochtigheid in lucht wordt gedefinieerd als:

$$\frac{\text{dampdruk in lucht}}{\text{de maximale dampdruk in lucht}} \times 100\%$$

Ja gaat nu Hon Sala helpen om de relatieve vochtigheid in de zaal, waar je je bevindt, te bepalen door uitsluitend de je ter beschikking staande apparatuur te gebruiken.

Experiment

Hon Sala moest op de nacht wachten voordat de temperatuur ging dalen. Jij moet dat wat slimmer aanpakken, want je zit niet in een zaal die geheel en al gekoeld kan worden. Je kunt de *cooling spray* gebruiken om een stuk metaal met een spiegelen oppervlak af te koelen. Bepaal met behulp hiervan de dampdruk die op het moment van het experiment in de zaal heerst. (Hint: koel het metaal langzaam af en meet herhaaldelijk de temperatuur).

Bepaal de temperatuur als het dauwpunt bereikt is. Noteer je antwoord in **1.1** van de antwoordenbundel; noteer ook het tijdstip van de meting.

Nu kun je de dampdruk van water in de zaal bepalen. Noteer het resultaat in **1.2** van de antwoordenbundel.

Bereken tenslotte de relatieve vochtigheid in de zaal. Noteer je berekening in **1.3** van de antwoordenbundel.

Opdracht 2 – De viscositeit van water

Na een drukke nacht waarin Hon Sala het waterdamp van de bladeren en de bloemen heeft verzameld, is ze enigszins gedesilluseerd. Het is duidelijk dat deze planeet niet genoeg water voor haar doel bevat. Gedurende de nacht heeft ze alleen maar 0,7 liter water verzameld, exclusief de 0,2 liter die ze zelf gedronken heeft. Op haar eigen planeet is water zo schaars dat bijna niemand het zich kan veroorloven om het te drinken, maar hier kon ze de verleiding niet weerstaan.

Hon Sala is een echte wetenschapper en begint daarom de eigenschappen van water te bepalen. Op haar eigen planeet heeft ze vele vloeistoffen onderzocht en ze denkt dat het water dat ze 's nachts verzameld heeft erg vloeibaar is. De grootte die de mate van vloeibaarheid bepaalt heet viscositeit. Ze zoekt in haar ruimteschip naar geschikte apparatuur om een experiment uit te voeren. Ze vindt een lange buis en wat kleine balletjes. Ze is van plan om de verticaal opgestelde buis met water te vullen en er een balletje in te laten vallen. Het balletje zal dan snel een constante snelheid bereiken die samenhangt met de viscositeit. Hon Sala probeert zich nu te herinneren wat de relatie tussen die snelheid en de viscositeit is. Zij heeft je hulp nodig. De wrijvingskracht tussen het balletje en het water wordt benaderd door de volgende uitdrukking:

$$F_R = 6 \pi \eta r v$$

Hierin is η = viscositeit, r = de straal van het balletje, v = de snelheid van het balletje.

Neem aan dat de dichtheid van water $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ is.

De formule is alleen geldig als de snelheid klein is en de afmetingen van de buis groot genoeg zijn.

Vraag

Er is nog een kracht die omhoog gericht is. Schrijf de uitdrukking voor die kracht in **2.1** van de antwoordenbundel.

Vraag

Na een korte tijd zal de som van de opwaartse krachten evengroot zijn als de neerwaartse kracht op het balletje. Schrijf de uitdrukking voor de neerwaartse kracht in **2.2** van de antwoordenbundel.

Vraag

Leid een uitdrukking af voor de viscositeit η uitgedrukt in de variabelen uit bovenstaande vragen. Schrijf het resultaat in **2.3** van de antwoordenbundel.

Vraag

Hon Sala wil ook de eenheid van viscositeit bepalen. Leid die eenheid af uit de uitdrukking in 2.3. en schrijf het antwoord in **2.4** van de antwoordenbundel

Jordens 12/4/10 21:40

Deleted: .

Experiment

Het wordt nu tijd om het experiment uit te voeren. Gebruik de apparatuur die je in de doos op de lab.tafel vindt. Vul de buis met water uit het bekeerglas waarop staat "H₂O - η". Op de buis staan twee merktekens aangegeven. De afstand tussen de pijlen is 0,50 m. Voer tenminste 5 metingen uit om een nauwkeurige bepaling van de viscositeit te doen. Meet van elk balletje de massa (m_B) en de straal (r). Gebruik hiervoor de balans in het lab en de schuifmaat op je tafel. Meet de valtijd van elk balletje en bereken hieruit de valsnelheid. Nu kun je de viscositeit uitrekenen (neem g = 9.82 m/s²).

Noteer je gegevens in **TABEL 2.A** in de antwoordenbundel.

Als gevolg van de invloed van de wand van de buis valt het balletje een beetje langzamer dan als er geen wand was. De correctiefactor voor de gemeten valsnelheid wordt gegeven door:

$$C = \frac{1}{1 + 2.4 \frac{r}{R}}$$

Hierin is r = de gemiddelde straal van de gebruikte balletjes, en R = de binnenstraal van de buis.

Noteer de waarde van de correctiefactor in **2.5** van de antwoordenbundel.

Bereken nu de gecorrigeerde viscositeit en noteer dit in **2.6** van de antwoordenbundel.

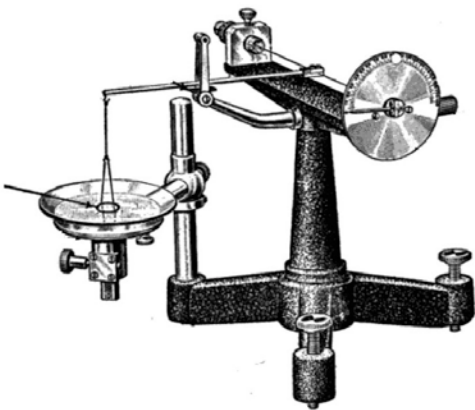
Vraag

Voor Hon sala is het interessant om te weten voor welke straal R van de buis de correctiefactor verwaarloosd kan worden. Neem aan dat deze factor verwaarloosd kan worden als die 0,99 bedraagt en bereken hieruit de waarde van R.

Noteer je antwoord in **2.7** van de antwoordenbundel.

Opdracht 3 – Oppervlaktespanning en biomechanica

Eindelijk vindt Hon Sala een meer. Zij gaat naar de oever om een watermonster te nemen voor haar experimenten. Plots wordt haar aandacht getrokken door kleine diertjes die op het wateroppervlak lopen. Dit brengt haar in de war, want op de planeet Qeuso komen diertjes die op het water lopen niet voor. Zij ziet maar twee mogelijke verklaringen voor dit fenomeen: ofwel verschillen de diertjes op de één of andere manier van de overeenstemmende exemplaren op Qeuso, ofwel heeft het water op deze planeet een speciale eigenschap. Daar zij moeite heeft om de kleine diertjes te vangen, besluit ze om het water te onderzoeken. Zij vermoedt dat de oppervlaktespanning van het water een rol speelt in het verschijnsel.

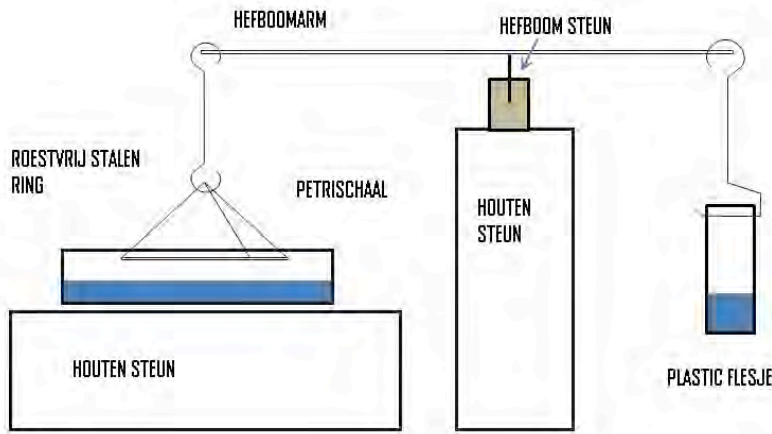


Op haar computer vindt ze een methode om de oppervlaktespanning te meten. Deze werd bedacht door de Franse fysicus Pierre Lecomte du Noüy. De methode steunt op het gebruik van een *ringtensiometer* (zie afbeelding hiernaast). Omdat zij niet over zo'n toestel beschikt, besluit ze een vereenvoudigde versie ervan te maken, met materiaal dat ze op het schip kan vinden. Het is nu jouw taak om de eenvoudige tensiometer (oppervlaktespanningsmeter), van Hon Sala na te maken.

Experimentele achtergrond

Op de labotafel liggen alle onderdelen die Hon Sala heeft gebruikt voor de bouw van haar tensiometer, zodat jij hiermee een replica kunt bouwen. Je beschikt over:

- Een rechte roestvrij stalen staaf (hefboomarm), met erin op beide uiteinden een gaatje.
- Een houten steunblokje, aan één kant voorzien van een gleuf.
- Een roestvrij stalen plaatje dat past in dit houten blokje.
- Een roestvrij stalen ring
- Twee roestvrije stalen haakjes
- Een plastic potje
- Twee verschillende pipetten
- Eén petrischaal
- Twee flesjes met watermonsters (= waterstalen)

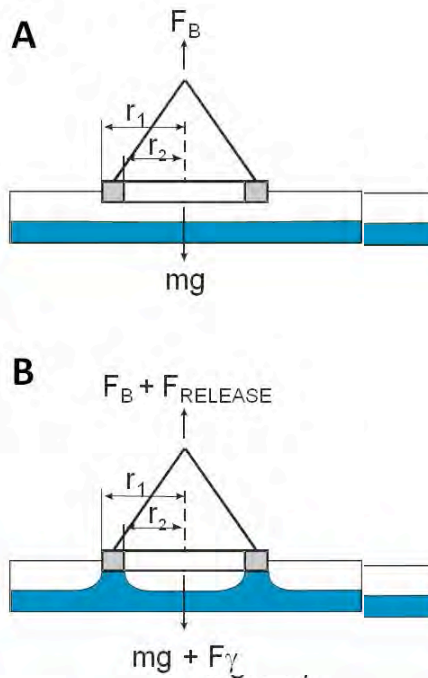


Met dit materiaal kan je makkelijk een eenvoudige balans bouwen, waarmee je de oppervlaktespanning kan bepalen:

Hon Sala vond ook een manier om de oppervlaktespanning te berekenen. Je vindt hier rechtsonder haar schema en de formule die ze hiervoor gebruikte.

De zwarte kant van de hefboomarm (balansarm) komt aan de bovenkant en de inkeping aan de onderkant is de plaats waarin de steun voor de arm komt. Voordat je het systeem in evenwicht brengt moet je ervoor zorgen dat de roestvrij stalen ring door zijn eigen gewicht steunt op het houten blokje (de balansarm is niet symmetrisch t.o.v. het steunpunt).

Voordat je de oppervlaktespanning van de twee watermonsters kan bepalen dien je het systeem in evenwicht te brengen. Je doet dit door net zoveel water (ongeveer 600 μ l) in het plastic potje te gieten totdat de roestvrij stalen ring niet meer steunt op het houten blokje en de balansarm (hefboomarm) mooi horizontaal komt te staan. In die toestand wordt de kracht die de ring omhoog trekt (balanskracht = F_B) gecompenseerd door de massa van de ring vermenigvuldigd met de gravitatieconstante (mg) (zie fig. A).



Zet nu de petrischaal met het te onderzoeken watermonster op het houten blok, pal onder de roestvrij stalen ring. Duw nu zachtjes op de balansarm, zodat de roestvrij stalen ring het wateroppervlak raakt. Om nu de oppervlaktespanning ($F\gamma$) die inwerkt op de ring te verbreken, moet je weer voorzichtig wat water gieten in het plastic potje. Op zeker ogenblik zal $F_B + F_{RELEASE}$ groter worden dan $mg + F\gamma$, en de roestvrij stalen ring zal loskomen van het wateroppervlak. (Zie figuur B op de vorige pagina). Ga hiervoor zeer voorzichtig te werk en noteer exact de hoeveelheid water die je moest toevoegen om de ring los te maken van het wateroppervlak.

Je kan nu de waarde van $F_{RELEASE}$ berekenen (de dichtheid van water is $1,0 \text{ g mL}^{-1}$) en vervolgens met onderstaande formule de oppervlaktespanning van water:

$$\gamma = \frac{F_{RELEASE}}{4 \cdot \pi \cdot r}$$

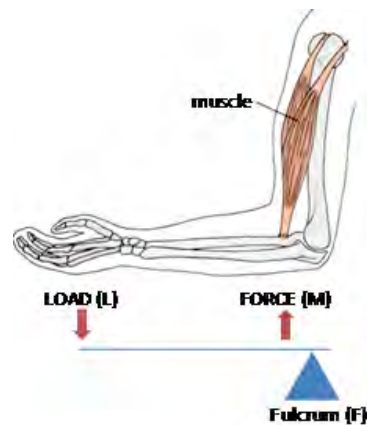
In deze formule is r is de gemiddelde waarde van r_1 en r_2 en $F_{RELEASE}$ is de kracht die nodig is om de ring los te trekken van het wateroppervlak.

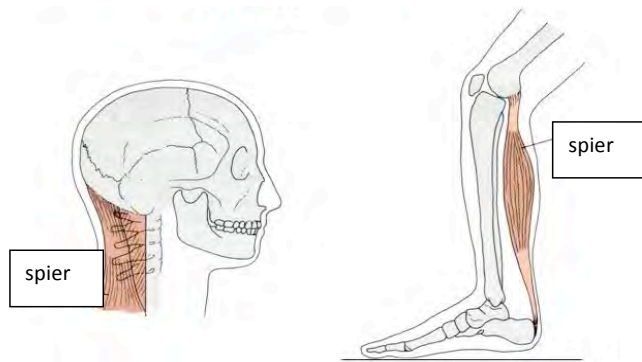
Hou er rekening mee, dat de balansarm niet symmetrisch is t.o.v. het steunpunt!

De opstelling is een eenvoudige balans en Hon Sala is er zich van bewust, dat ze eerst het concept van deze balans moet begrijpen, voordat ze de testen op de oppervlaktespanning kan uitvoeren.

Verderop zul jij deze experimenten zelf doen.

Vaag herinnert ze zich iets van hefboomsystemen in het menselijk lichaam en de manier waarop de diverse krachten berekend worden. Zij opent een computerbestand dat drie verschillende hefboomsystemen beschrijft, die kunnen voorkomen in het menselijk lichaam. Daar zij zich niet alle details kan herinneren, zal je haar een handje moeten toesteken. Rechtsboven zie je één voorbeeld: de werking van een arm. Als je iets optilt houd je de last (L van Load) in je hand; de kracht (macht = M = force) die hiervoor nodig is wordt geleverd door je spieren en het steun- of scharnierpunt (F van Fulcrum) is je elleboog. In haar computerbestand worden nog twee andere (menselijke) hefboomsystemen beschreven, maar jammer genoeg ontbreken de aanduidingen van L, M en F.





Vraag

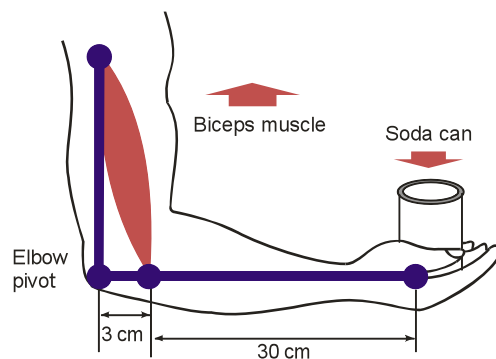
In de afbeelding hierboven zijn schematisch twee andere hefboomsystemen weergegeven, door Hon Sala gevonden in het computerbestand.

Geef bij allebei de voorbeelden de juiste plaats aan voor de werking van de last = LOAD, de kracht = FORCE en het scharnierpunt/steunpunt = FULCRUM. Maak daarbij gebruik van de afbeelding bij 3.1 van je antwoordenbundel. Voor de weergave ga je op dezelfde manier te werk als bij de afbeelding van de arm: plaats de pijlen voor L en M op de juiste plaats ten opzichte van elkaar langs de lijn en plaats een driehoekje voor de positie van F.

Vraag

De volgende vraag gaat over het berekenen van krachten in een hefboomsysteem.

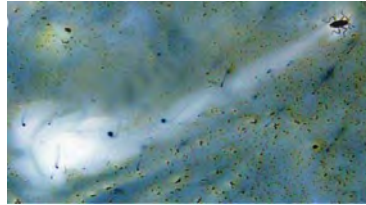
Bekijk de afbeelding hieronder. Bereken de spierkracht die nodig is om het blikje dat 365 gram weegt, vast te houden. Vul je antwoord in bij 3.2 in je antwoordenbundel.



Experiment



Ga nu met het bouwen van de balans aan de gang en ga de metingen uitvoeren van de oppervlaktespanning (zie hierboven).



Hon Sala heeft wat water (een monster) van de planet Qeuso

meegebracht en heeft ook een monster water genomen uit het meer op de aarde. Je gaat haar helpen om de oppervlaktespanning van beide monsters te bepalen. Helaas kan ze zich niet meer herinneren in welke van de twee flessen nu het monster water van Qeuso zit.

De flessen zijn willekeurig 1 en 2 genoemd (de flessen vind je op je labotafel).

Bepaal de oppervlaktespanning van beide watermonsters. Doe dit minstens drie keer voor elk watermonster en bereken de gemiddelde waarde. Let op: geef de juiste eenheden voor de oppervlaktespanning. Vul **TABEL 3.A** in je antwoordenbundel in.

Overeenkomstig jouw uitkomsten (als die tenminste geslaagd zijn te noemen) vond Hon Sala een duidelijk verschil in oppervlaktespanning tussen de twee watermonsters. Ervan uitgaand dat de dieren op de planeet Qeuso niet echt anders zijn, beseft ze nu waarom ze geen dieren op deze planeet over het wateroppervlak zag rennen, en ze weet nu de twee flessen juist te benoemen. Vul je antwoord in **TABEL 3.A** van je antwoordenbundel in.

Ze gaat vervolgens in de bibliotheek van het schip op zoek naar een verklaring voor het verschil. Ze komt erachter dat het water op Qeuso een alcoholgehalte heeft van 10 % . Dat komt omdat een groot aantal vissoorten ethanol maakt tijdens een van de routes in hun normale metabolisme. Ze komt er ook achter dat het zuurstofgehalte van het water erg laag is als gevolg van de combinatie van een lager zuurstofgehalte van de atmosfeer met een hoog verbruik van zuurstof door alle vissen die in het water leven.

Vraag

Hon Sala probeert deze informatie (ethanolproductie en lage zuurstof niveaus) met elkaar te verbinden. Je gaat haar helpen door in je antwoordenbundel bij **3.3** de verkeerde onderdelen door te strepen..

Wanneer ze klaar is met haar metingen in het laboratorium van het schip, gaat ze naar het meer terug. Terwijl ze aan de oever zit, ziet ze een klein insect dat op het water komt afrennen, het loopt rechthoekig over het wateroppervlak en stopt dan. Hon Sala pakt een verse dennennaald en probeert daarmee het insectje te porren zodat ze kan zien hoe zijn pootjes bewegen als het over het wateroppervlak loopt. Het diertje schiet over het oppervlak heen met een twee keer zo grote snelheid als het had bij het lopen over het land. Deze plotselinge activiteit verrast Hon Sala en ze laat de dennennaald in het water vallen. Tot haar

verbazing blijft de dennennaald drijven en begint langzaam over het wateroppervlak te bewegen. Het water is volledig kalm, er zijn geen waterstromen en er is geen wind. In een natuurwetenschappelijk document van Billard & Bruyan vindt ze een referentie naar een verschijnsel dat Marangoni-voortstuwning wordt genoemd. Maar het deel van het document waarin dit mechanisme beschreven wordt is verdwenen.

Vraag

Je gaat haar helpen door in de tekst bij **3.4** van je antwoordenbundel de onjuiste onderdelen door te strepen.

Opdracht 4 - Hardheid van water

Nu zij alle watermonsters bezit die ze nodig heeft, is er nog een ding die ze wil doen voordat ze weer terugkeert naar huis. Ze zou graag de kwaliteit van het water dat ze verkregen heeft, willen testen.

Hon Sala weet dat de hardheidsgraad één van de factoren is die bepalend is voor de kwaliteit van een watermonster. Omdat dit een van de zaken was die haar was opgedragen om te onderzoeken, had ze dit bestudeerd tijdens haar lange reis.

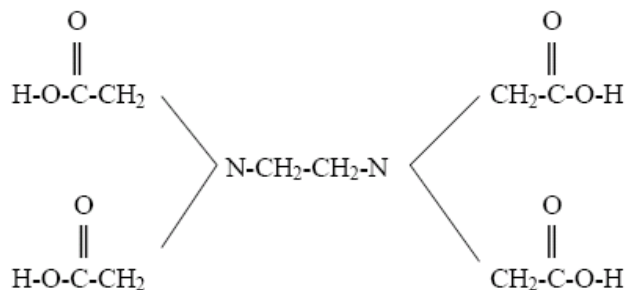
De hardheid van water wordt gedefinieerd in termen van het gehalte van calcium- en magnesiumionen. Daar een analyse geen onderscheid maakt tussen Ca^{2+} en Mg^{2+} , en omdat de meeste hardheid als regel wordt veroorzaakt door carbonaatneerslag op aarde, wordt hardheid gewoonlijk vermeld als het totaal aantal grammen calciumcarbonaat per 1 miljoen gram oplosmiddel.

Een watermonster met een hardheid van 100 ppm bevat dus het equivalent van 100 gram calciumcarbonaat in 1 miljoen gram water, of 0,1 gram calciumcarbonaat in 1 liter water. Hoeveel Mg^{2+} en Ca^{2+} bevat het water? Is de hardheidgraad van het water gevaarlijk voor Hon Sala gezien de waarde van de hardheidsgraad?

Bepaling van het calcium- en magnesiumgehalte door middel van een EDTA-titratie

Chemische achtergrond

Hon Sala keek in haar chemisch naslagwerk en vond dat de hardheid van water makkelijk bepaald kan worden door middel van een (complexometrische) titratie met EDTA (ethyleendiaminetetraazijnzuur). Dit reagens is een zwak zuur dat vier protonen kan afstaan bij volledige neutralisatie. De structuurformule is hieronder weergegeven.



In het naslagwerk staat : 'De vier zure groepen en de twee stikstofatomen bevatten vrije elektronenparen (niet-bindende elektronenparen), zodat een EDTA-ion een complex kan vormen vanaf zes kanten met een bepaald positief ion (kation)'. Het complex is behoorlijk stabiel en de omstandigheden waaronder het gevormd wordt, kan zodanig in de hand gehouden worden dat de molverhouding van EDTA en het metaalion gelijk is aan 1:1. Bij de titratie waarbij de concentratie van een metaalion wordt bepaald, bindt het toegevoegde EDTA kwantitatief met het kation onder vorming van een complex. Het eindpunt is bereikt wanneer alle kationen gereageerd hebben.

Bij dit experiment ga je gebruik maken van een EDTA-oplossing met een bekende concentratie om de onbekende hardheid van een watermonster te bepalen. Omdat EDTA, Ca^{2+} en Mg^{2+} kleurloos zijn in oplossing, is het noodzakelijk een nogal bijzondere indicator te gebruiken om het eindpunt van de titratie te bepalen. De indicator die je gaat gebruiken is Erichrome-Black-T. Die vormt een behoorlijk stabiel wijn-rood complex, MgIn^- , met het magnesiumion. Als EDTA wordt toegevoegd, zal dit met de vrije Ca^{2+} and Mg^{2+} ionen een complex vormen, waarbij de Mg^{2+} het MgIn^- complex alleen zal verlaten als alle vrije calcium- en magnesiumionen zijn omgezet tot complexen (chelaten). Op dit punt zal de EDTA-concentratie voldoende zijn toegenomen om de Mg^{2+} te verdrijven uit het indicatorcomplex. De indicator keert terug naar zijn zure vorm, die hemels-blauw van kleur is, en het ontstaan van een paarse mengkleur bepaalt het eindpunt van de titratie.

De titratie wordt uitgevoerd bij een pH van 10. Dat gebeurt in een boraatbuffer die de EDTA (H_4Y) hoofdzakelijk houdt in de half-geneutraliseerde vorm, H_2Y^{2-} . In die vorm complexeert het zeer goed de ionen van de metalen uit Groep IIA van het Periodiek Systeem, terwijl het praktisch geen neiging heeft om te reageren met ionen als Fe^{3+} die mogelijk als verontreiniging aanwezig zijn in het water.

Voor dit experiment is het noodzakelijk dat je kunt omgaan met de begrippen stoichiometrie, molariteit, concentratie en verdunningen.

Experimenteel gedeelte

Eerste serie experimenten - de gedemineraliseerde (= van ionen ondane!) referentieoplossingen

(Let op: De zaalassistent demonstreert vooraf hoe de microburet gevuld moet worden)

- Pipetteer vier 5,00 mL porties van gedemineraliseerd water in vier schone maar niet per se droge 25 mL erlenmeyers.
- Voeg dan van je Mg^{2+} oplossing uit de maatkolf respectievelijk 0,30, 0,50, 0,70 and 1,00 mL toe aan de vier erlenmeyers.
- Voeg toe aan elke erlenmeyer 1 mL van de boraatbuffer (pH 10) en 1 druppel van de Erichrome-Black-T indicator.
- De beginkleur moet nu diep-rood zijn en de kleur van het eindpunt, nadat het evenwicht zich ingesteld heeft, paars. (Denk erom dat je tegen het equivalentiepunt voorzichtig bijdruppelt en omzwenkt, omdat het even kan duren voor het evenwicht zich instelt!) Vergelijk de (paarse) kleur van het eindpunt met de referentiekleur in het potje dat je gekregen hebt.
- Vul de microburet (zoals gedemonstreerd is!) met de EDTA-oplossing, laat zakken tot het het nulpunt, lees de beginstand af en titreer de eerste oplossing. Noteer de hoeveelheid EDTA-oplossing die nodig is tot aan het equivalentiepunt.
- Vul dan de microburet opnieuw en herhaal de procedure met de andere drie referentieoplossingen.
- Lees de microburet zo precies mogelijk af.
- Mocht je nu of straks het idee hebben dat er iets mis gegaan is bij een titratie, herhaal dan de procedure voor de betreffende oplossing.

Noteer al je gegevens in **TABEL 4.A** van het antwoordblad.

Onderzoek aan monsters voor de hardheidsbepaling van het grondwater van de planeet aarde.

Je hebt nu een watermonster gekregen voor de bepaling van de hardheidsgraad hiervan. Vóór de hardheidsbepaling worden nu eerst de experimenten herhaald die al gedaan zijn bij het gedemineraliseerde water.

Tweede serie experimenten – grondwater van de planeet aarde

- Pipetteer vier 5,00 mL porties grondwater in vier schone maar niet per se droge 25 mL erlenmeyers.
- Voeg dan van je Mg^{2+} oplossing uit de maatkolf respectievelijk 0,30, 0,50, 0,70 and 1,00 mL toe aan de vier erlenmeyers.
- Voeg toe aan elke erlenmeyer 1 mL van de boraatbuffer (pH 10) en 1 druppel van de Erichrome-Black-T indicator.
- De beginkleur moet nu diep-rood zijn en de kleur van het eindpunt, nadat het evenwicht zich ingesteld heeft, wederom paars.
- Vul de microburet met de EDTA-oplossing, laat zakken tot het het nulpunt, lees de beginstand af en titreer de eerste oplossing. Noteer de hoeveelheid EDTA-oplossing die nodig is tot aan het equivalentiepunt.
- Vul dan de microburet opnieuw en herhaal de procedure met de andere drie referentieoplossingen.
- Lees de microburet zo precies mogelijk af.
- Mocht je nu of straks het idee hebben dat er iets mis gegaan is bij een titratie, herhaal dan de procedure voor de betreffende oplossing.

Noteer al je gegevens in **TABEL 4.A** van het antwoordblad.

Bepaling van de hardheid

Gebruik het mm-papier dat je gekregen hebt om twee curves te tekenen.

Maak een grafiek (grafiek 4.1.) waarin het volume van de toegevoegde EDTA-oplossing (in mL) uitgezet wordt tegen het volume van de toegevoegde Mg^{2+} oplossing:

- voor gedemineraliseerd water;
- voor het grondwater.

Beide curves moeten in hetzelfde assenstelsel getekend worden.

- Bepaal met behulp van de curves in de verkregen grafiek (en tabel 4A op het antwoordblad) het verschil (Δ EDTA) tussen de te onderzoeken oplossingen en de referentieoplossingen.
- Omdat de concentratie van de EDTA-oplossing bekend is, 0,005 M, kan nu de hardheid van het grondwater worden bepaald door gebruik te maken van het resultaat van Δ EDTA.

Je kunt nu de vragen 4.1 - 4.4 beantwoorden op het antwoordblad.

Beantwoord tenslotte de bijkomende vragen 4.5 - 4.7 op het antwoordblad.

Missie volbracht

Nu heeft Hon Sala haar missie volbracht. Vóór vertrek wil ze nog genieten van een mooi uitzicht. Ze gaat een berg te beklimmen. Het is een erg hoge berg en ze kan zien dat de top helemaal wit is.

“Ik vraag me af wat die grote hoeveelheid witte stof is?” denkt ze. “Vanaf hier lijkt het op slagroom.” Als ze dan eindelijk de top van de berg bereikt, realiseert ze zich dat de witte stof niet slagroom is. Als het in haar mond stopt, smelt het en begrijpt ze dat het bevroren water is. “Wow!” roept ze uit. Ze is koud geworden na de lange wandeling en ze besluit een hete beker voor haarzelf te maken door gebruik te maken van de kleine campingbrander die ze bij zich had.

Vraag: (zie volgende bladzijde)

Vraag 4.8

Het kookpunt van water is 100°C op zeeniveau. Hon Sala bevindt zich nu op en zeer hoge berg. Zal dat enig invloed hebben op de temperatuur waarbij het water kookt?

- a) Nee, het water kookt nog steeds precies bij 100°C .
- b) Ja, het water zal koken bij een temperatuur lager dan 100°C .
- c) Ja, het water zal koken bij een temperatuur hoger dan 100°C .
- d) Het hangt af van de temperatuur op de berg: als de temperatuur op de berg verschilt van die op zeeniveau, dan zal het kookpunt ook verschillen met exact dat verschil.
- e) Het hangt af van de luchtvochtigheid op de berg: als de luchtvochtigheid verschilt van die op zeeniveau dan zal het kookpunt ook verschillen.

Welke van de vijf 'antwoorden' is juist? Noteer je antwoord in **box 4.8** van het antwoordblad.

TEKEN DE ANTWOORDENBUNDEL EN GEEF HET AAN DE ZAALASSISTENT!

SUCCES!