



7 manipulaties met huishoud producten

Titaanoxide, voor de lol

Josep Corominas

Overzicht

Met winterhandwarmers, babydoekjes, gebruikte Nespresso®-capsules, bloedarmoedepillen en bruistabletten kan men de chemie van bufferoplossingen, de magnetische eigenschappen van ijzerionen, de elektrochemie of het meten van de zuurstof in de atmosfeer bestuderen. Daarnaast verkrijgen we de prachtige kleuren van de titaniumoxiden die een elegante uitstraling geven aan het Guggenheim Museum in de stad Bilbao

- 1- Hoe u het zuurstofpercentage in de lucht kunt vinden met handwarmers.
Handwarmers bevatten zeer fijn ijzerpoeder, vacuüm verpakt. Eenmaal geopend oxideert het poeder snel met de zuurstof in de lucht in een exotherme reactie.

Materiaal

Twee spuitjes van 60 ml verbonden door een Lauer-lock
Een handwarmer

Werkwijze

Zodra het zakje met de verwarmers is geopend, wordt deze snel op de bodem van een injectiespuit geplaatst, met de zuiger zo diep mogelijk ingedrukt. De zuiger van de tweede spuitje moet uitgetrokken zijn tot het grootst mogelijke volume, d.w.z. 60 ml. De twee spuitjes worden met elkaar verbonden met behulp van de Lauer-lock en het totale luchtvolume in de twee spuitjes wordt genoteerd.

We verplaatsen de zuiger van de ene spuitje naar de andere, zodat de lucht ongeveer twintig keer door de verwarmers gaat. We noteren het totale volume, dat is afgenomen. We gaan nog een aantal keer verder door de twee zuigers te bewegen, totdat het volume niet meer afneemt. Op dit punt is de oorspronkelijke zuurstof verdwenen en is ijzeroxide ontstaan.

Het percentage volumereductie moet overeenkomen met het percentage zuurstof.



Beginvolume (totaal) = 75 ml

Eindvolume = 60 ml

$$\% \text{ zuurstof} = \frac{V_i - V_f}{V_i} 100 = \frac{15}{75} 100 = 20 \%$$

2- Zeepbellen zweven in een gas dat dichter is dan lucht

Sprays van het type “DUST-OFF” zijn te vinden in elektronikawinkels. Ze bevatten een gas dat ongeveer drie keer dichter is dan lucht (waarschijnlijk 1,1,1,2-tetrafluorethaan), $\rho = 4,2 \text{ kg/m}^3$

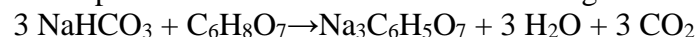
Een grote doorzichtige bak wordt langzaam gevuld met gas. (Het gas, zwaarder dan lucht, blijft in de bak.) Vervolgens wordt er een zeepbel in gedaan. De bel drijft in de bak.

3- Eenvoudig zoeken met bruistabletten

Een bruistablet is een tablet die ontworpen is om te fragmenteren en snel op te lossen in water of een andere vloeistof, waarbij kooldioxide (CO_2) vrijkomt.

De reactie om CO_2 te vormen is vaak met een zuur (bijvoorbeeld citroenzuur) en een base, zoals zuiveringszout, NaHCO_3

Als we een tablet in een flesje doen met een dop die eruit kan springen, kunnen we de variabelen bestuderen die bepalen hoe lang het duurt voordat de dop openspringt, als functie van de watertemperatuur en de concentratie van de reagentia.



De tijd voor het knappen van de dop komt overeen met het tijdstip waarop de drukkrachten van het gevormde gas groter zijn dan de sluitkracht van de dop. De vorming van gas hangt af van de oplosnelheid van de twee reactanten

Materiaal

- Bruistabletten
- Een doosje met dop. Het beste zijn oude capsules voor fotofilms.
- Water op verschillende temperaturen
- Stopwatch
- Druppelaar
- Groot kunststof glas (bescherming voor het uitstoten van de kurk)

Werkwijze

Het beste is om water te hebben met verschillende temperaturen tussen de 10°C en 40°C.

We kunnen altijd dezelfde hoeveelheid water afmeten en één puur tablet gebruiken, de tijd meten tussen het moment dat we het filmdoosje sluiten en het moment dat de dop knalt.

Een tweede mogelijkheid is om altijd één tablet te gebruiken, altijd dezelfde temperatuur te hebben en de hoeveelheid water te veranderen. Dat geeft ons een onderzoek naar de concentratie van de reagentia.

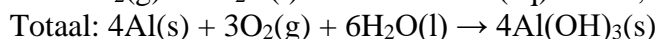
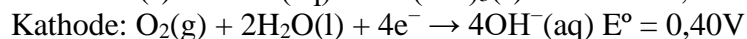
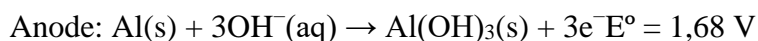
Nog spectaculairder is het omzetten van de medicijntabletflessen in kleine raketten. Er wordt nu gezocht naar de maximaal bereikte hoogte, afhankelijk van het gebruikte watervolume en het aantal tabletten.

Veiligheidstoestand.

Bij het bestuderen van het tijdstip waarop de dop knalt, is het belangrijk om het doosje af te dekken met een plastic plaat om **gevaarlijke projectie** te voorkomen.

4- De Nespresso-IKEA batterij

De reactie die gebeurt tussen aluminium en zuurstof, waarbij gebruik wordt gemaakt van actieve kool is bekend. (J. Chem. Ed. Vol 84 n.12, 2007)



In plaats van aluminiumfolie gebruiken wij goed gereinigde gebruikte aluminium Nespresso koffiecapsules en IKEA potloden (verkrijgbaar in IKEA supermarkten).
Alles “zero kost”

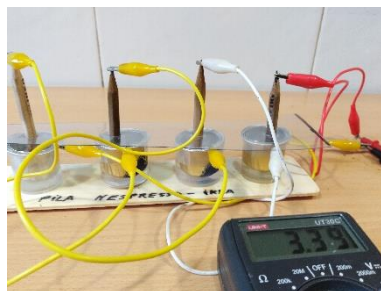
Materiaal

- Aluminium gebruikte koffiecapsules,
- IKEA-potloden
- Aceton
- Zout, NaCl
- Kabels met krokodillenklemmen
- Water
- Beker
- Voltmeter

Werkwijze

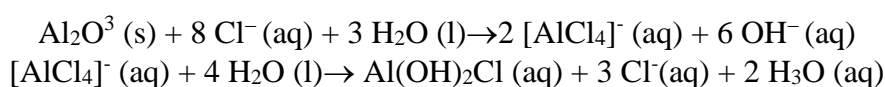
De capsules hebben een laag polymeer aan de binnenkant, deze moet worden verwijderd. De capsules worden gedurende één of twee minuten ondergedompeld in de aceton in een bekersglas. Dan vegen we ze af.

Bij elk potlood moet de grafietstift uit beide uiteinden geslepen zijn.



Door kleine hoeveelheden NaCl toe te voegen, wordt de laag aluminiumoxide die het metaal bedekt, verwijderd. Zonder dit zou aluminium zeer reactief zijn.

Er vindt eerst de vorming plaats van een oplosbaar complex van aluminium en chloride, dat het metaal vrijlaat.

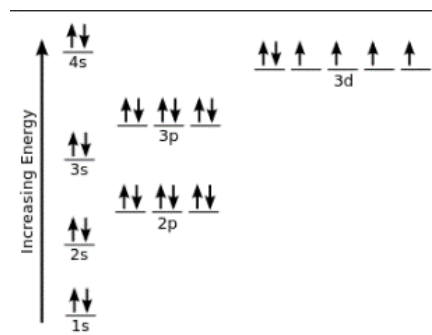


Eenvoudige apparaten, zoals digitale horloges en laagspanningsmotoren, werken met deze batterijen.

5- Magnetisme van Fe²⁺ en Fe³⁺ ionen

Met deze activiteit kun je het paramagnetisme van ijzer (II) en ijzer (III) ionen observeren en verifiëren dat de ene meer paramagnetisch is dan de andere, allemaal gekoppeld aan de respectieve elektronische configuraties.

IJzer(II)-ionen zijn aanwezig in pillen tegen bloedarmoede.



Elektronische structuur van het

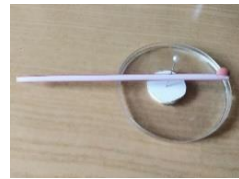
Materiaal

- Neodymium magneet
- Frisdrank rietje
- Schaar of cutter
- Lepel of kleine metalen spatel
- Petrischaaltje of iets dergelijks
- Schuim karton in ronde vorm uitgesneden
- Houten tandenstoker
- Kleine hoeveelheden FeCl₃
- IJzer(II)pillen, verkocht in de apotheek tegen bloedarmoede¹

¹ <https://www.pharmanity.com/medicaments/tardyferon-80-mg-comprime-pellicule-n8dib1g>

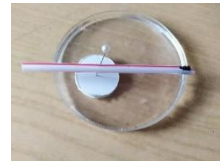
Werkwijze

Maak met een schaar of een mes een kleine snee in het frisdrankrietje om een ijzersulfaattablet te plaatsen. Steek een tandenstoker in het rietje (zie rechts) en vervolgens in de schuimkartonnen cirkel. Doe alles in een petrischaaltje of iets dergelijks met een beetje water, zodat het in evenwicht blijft drijven.



Breng een magneet naar het uiteinde van de tablet en kijk of er een uitwijking is.

Doe voorzichtig wat FeCl_3 -poeder in de snee die je in het rietje hebt gemaakt. Omdat het systeem niet in balans is, zul je een stuk van het andere uiteinde van het rietje moeten afsnijden.



Wacht tot het systeem stilstaat en benader met de magneet. Observeer nu de uitwijking

De uitwijking is veel intenser in het tweede geval van Fe^{3+} -ionen. Het verschillende gedrag tegenover magneten van FeCl_3 -tabletten en -poeder moet worden toegeschreven aan de elektronische configuratie van Fe(II) en Fe(III) .

In plaats van FeCl_3 te gebruiken, kunt u een tablet ijzersulfaat verwarmen in de holte van een spatel. Warmte zet Fe^{2+} om in Fe^{3+}

6- Aspirines en babydoekjes als gebufferde oplossing

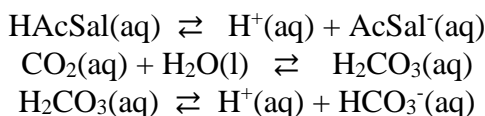
Baby's kunnen soms last hebben van luierslag veroorzaakt door een verhoogde pH. Na uitscheiding van ontlasting en urine wordt ureum (een hoofdbestanddeel van urine) afgebroken tot ammoniak, waardoor de pH stijgt.

Het basis milieu in het luiergebied veroorzaakt biochemische veranderingen die leiden tot een toename van enzymen die de buitenste laag van de huid afbreken. Om luierslag en irritaties te verhelpen, is het essentieel om een lage pH-waarde te handhaven, wat ook nuttig is bij het voorkomen van microbiële groei in het luiergebied. Het is echter niet voldoende om een zure oplossing te hebben die de basische pH neutraliseert; je hebt een oplossing nodig met een sterk bufferend vermogen om een fysiologisch evenwichtige pH te behouden.

Een "buffer"-oplossing is een systeem bestaande uit een zwak zuur en de geconjugeerde base ervan, dat ongeveer dezelfde pH behoudt ondanks de toevoeging van kleine hoeveelheden zuur of base.



In het geval van aspirine bevat de tablet een zwak zuur (acetylsalicylzuur), een tweede zwak zuur, H_2CO_3 , een basisch anion, HCO_3^- naast het acetylsalicylaatanion. We hebben dan een hoge concentratie zwak zuur, kooldioxide en een hoge concentratie van zijn anionen.



In babydoekjes² wordt de bufferende werking veroorzaakt door citroenzuur en natriumcitraat, naast natriumbenzoaat.

Materiaal voor de doekjes

- Babydoekjes
- Beker van 600 ml
- Beker van 100 ml
- Reageerbuisje 100 ml
- Twee reageerbuizen
- Gemineraliseerd water
- Spatel
- Handschoenen
- Universele indicator in oplossing

Werkwijze

1. Doe zes of acht babydoekjes in een bekersglas van 600 ml. Gebruik een maatcilinder van 100 ml om 90,0 ml gedemineraliseerd water af te meten. Voeg het water toe aan het bekersglas met doekjes en laat ze gedurende 5 minuten verzadigd raken met water.
2. Roer de doekjes voorzichtig gedurende één minuut met een spatel. Trek uw handschoenen aan, verwijder vervolgens één voor één elk doekje uit de beker en knijp het uit door het te wringen en te knijpen. Verzamel de resulterende oplossing in een bekersglas van 100 ml.
3. Vul een reageerbuisje met ongeveer 10 ml gedemineraliseerd water. Voeg een paar druppels universele indicatoroplossing toe. Vul een ander buisje met ongeveer 10 ml van de wateroplossing van de doekjes. Voeg een paar druppels van de universele indicatoroplossing toe.
Let op de kleur van elke buis.
4. Voeg aan elk buisje 3 druppels 0,1 M HCl toe. Merk op dat de kleur alleen verandert in het buisje met gedeïoniseerd water, maar niet in het buisje met het water uit de doekjes.
5. Voeg vervolgens 6 druppels 1 M NaOH toe (de eerste 3 neutraliseren de HCl) aan elk van de buisjes. De kleur van de indicator verandert ook niet in de doekjesoplossing. Wat het bufferende effect bewijst.

² <https://petite-vivi.fr/2017/04/27/comparatif-de-composition-lingettes-bebe/>

Materiaal voor de aspirine:

- Bruisende aspirines in BAYER® of SEDERGINE®, UPSA® of ASPIRIN BAYER COMPLEX® tabletten. SEDERGINE® of UPSA® worden het meest aanbevolen.
- Beker van 250 cm³.
- Zoutzuur 1 mol/l
- Natriumhydroxide 1 mol/l.
- Universele pH-indicator in oplossing.

Werkwijze:

1. Doe ongeveer 200 ml water in een bekersglas van 250 ml. Voeg 3 druppels universele indicatoroplossing en een half aspirinetablet toe. Let op het merk.
2. Voeg 3 druppels 1 M HCl toe, de kleur van de indicator verandert niet.
3. Voeg vervolgens 6 druppels 1 M NaOH toe (de eerste 3 neutraliseren de HCl). De kleur van de indicator verandert ook niet.
4. Als we nu één of twee druppels geconcentreerde HCl (35%) toevoegen verandert de kleur onmiddellijk. De toevoeging van H⁺-ionen is in dit geval te belangrijk om de buffer nog te laten werken.

7- Ozon een krachtig oxidatiemiddel

Dit experiment is een model van ozonvorming door elektrische ontladingen. In de stratosfeer komt energie niet uit elektrische ontladingen, maar uit UV-straling.

Materiaal

- Glazen of doorzichtige plastic fles met twee elektroden voor hoogspanningsontladingen (zie rechterafbeelding).
- Hoogspanningsstroombron (20 kV of 30 kV)
- Filterpapier bevochtigd met 1 M KI-oplossing



Werkwijze

- 1- Plaats op de bodem van de doorzichtige pot een stuk filterpapier dat nat is gemaakt met een paar druppels 1 M KI-oplossing.
- 2- Bedek de pot die lucht bevat en dus 20% zuurstof, O₂, en sluit de twee elektroden aan op de hoogspanningsbron.
- 3- Zet de bron aan en kijk hoe de elektrische ontladingen tussen de twee elektroden springen en in korte tijd krijgt de KI-oplossing een oranje kleur, als gevolg van de oxidatie van jodide-ionen tot jodium door de gevormde ozon.

Fotochemische smog

Fotochemische smog ontstaat door een chemische reactie tussen zonlicht, stikstofoxiden en tenminste één vluchtige organische stof (VOS) zwevend in de atmosfeer.

Stikstofoxiden zijn afkomstig van auto-uitlaatgassen, kolencentrales en fabrieksemissies. VOS's komen vrij uit benzine, verf en veel schoonmaakmiddelen die terpenen zoals limoneen en pineen uit dennenbomen kunnen bevatten.

In deze demonstratie worden VOS vertegenwoordigd door limoneen, een stof die voorkomt in citroenschillen. De reactie tussen ozon en limoneen en andere VOS genereert zuurstofrijke producten die minder vluchtig zijn en aerosolen vormen. Terwijl aërosoldeeltjes licht verstrooien, ontstaat er een mist die bekend staat als fotochemische smog.

Materiaal

Hetzelfde als bij de vorige manipulatie, maar deze keer wordt een stukje citroenschil in de fles geplaatst.

Werkwijze

Schakel de hoogspanning met korte tussenpozen in. Na een paar seconden zou er binnenin een lichte mist moeten verschijnen. Het is duidelijk zichtbaar als je een laserstraal door de fles richt.

8- Anodiseren van titanium

Titanium is een metaal met een grote hardheid, grote weerstand tegen corrosie en in staat gekleurde oxidelagen op het oppervlak te vormen, wat het zeer interessant maakt voor coatings.

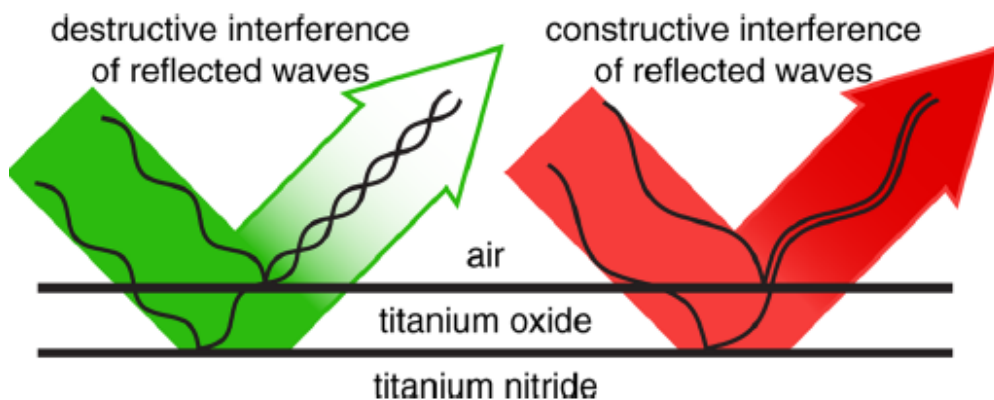
Als we erin slagen een transparante laag titaniumoxide op het oppervlak van het metaal te vormen, zal deze verschillende kleuren aannemen, afhankelijk van de interferentie van het licht dat zal optreden wanneer het wordt gereflecteerd op het oppervlak van het geoxideerde metaal.

Om dit effect te bereiken moet titanium een anodiseerproces ondergaan.

Anodiseren is een beschermende oppervlaktebehandeling die op veel metalen wordt gebruikt.

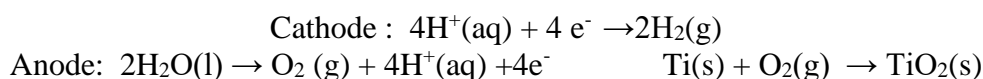
Het is gebaseerd op de productie van een oppervlakteoxidelaag door middel van elektrolyse.

Afhankelijk van de spanning die tijdens de elektrolyse wordt aangelegd, ontstaat er een min of meer dikke laag titaniumoxide, waardoor door interferentie een grote verscheidenheid aan oppervlaktekleuren zichtbaar is.



Afbeelding door J. Chem. Opleiden. 2013, 90, 629–632

Het anodiseerproces voor titanium is heel anders dan dat voor aluminium. In het geval van aluminium worden kleurstoffen gebruikt. Maar voor titanium is het proces alleen elektrolyse.



Materiaal

- 2 bekers van 100 ml.
- Glazen staaf.
- Verbindingskabels met krokodillenklemmen
- Een variabele stroombron van 9 V tot 36 V
- Een roestvrijstalen spatel (die als negatieve elektrode zal dienen).
- Wasknijpers.
- Natriumfosfaatoplossing, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot \text{aq}$ (25 g in 100 ml koud water)
- Titaniumplaat (die de positieve elektrode zal zijn).
- Stalen spons voor het reinigen van de plaat

Werkwijze

Reinig de titaniumplaat grondig met de stalen spons. Wikkel het in filtreerpapier zodat u het niet met uw vingers aanraakt. Deze plaat zal de positieve elektrode zijn.

Vul een bekersglas met 75 ml natriumfosfaatoplossing.

Sluit de titaniumplaat met behulp van een krokodillenklem aan op de positieve pool van de elektrische stroombron. Zorg ervoor dat u de klem niet in de oplossing steekt.

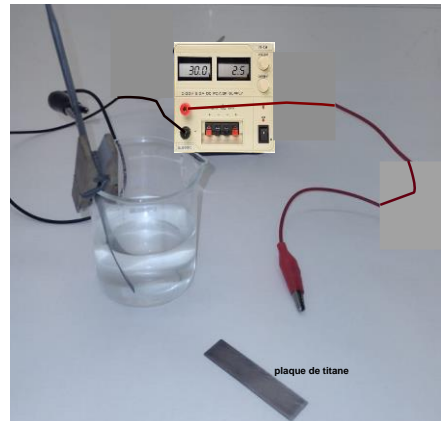
Een andere krokodillenklem wordt gebruikt om de roestvrijstalen spatel aan te sluiten op de negatieve pool van de voeding.

Breng nu de titaniumplaat en de spatel in de oplossing. **Laat bijden ongeveer drie seconden ondergedompeld in het bad.**

Verwijder de titaniumplaat om te zien welke kleuren op het oppervlak verschijnen. Plaats de plaat opnieuw gedurende 3 seconden in het bad en verwijder deze weer. Doe dit meerdere keren om de verschillende verkregen kleuren te zien. Afhankelijk van de tijd die in het bad wordt doorgebracht of de spanning die in het bad wordt gebruikt, verschijnen er verschillende kleuren.

Het is belangrijk om een korte tijd in het bad te blijven en heen en weer te bewegen om de kleurveranderingen te zien, afhankelijk van de dikte van de verkregen titaniumoxidelaag.

Het hele proces kan ongeveer vijf minuten duren.



Als u een stroombron met variabele spanning heeft, kunt u beginnen met spanningen van ongeveer 5 V en deze geleidelijk verhogen. Hierdoor krijg je verschillende kleuren.

Gebruik de stalen spons om de titaniumplaat schoon te maken als u weer wilt gaan anodiseren.

Veiligheidsregels

Draag een veiligheidsbril

Natriumfosfaat: BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende enkele minuten. Verwijder contactlenzen als het slachtoffer ze draagt en ze gemakkelijk kunnen worden verwijderd. Ga door met spoelen.

Zorg ervoor dat de titaniumplaat en de spatel elkaar tijdens de elektrolyse niet raken. De bron kan beschadigd raken.

