



## CMA Activiteitendatabase - Overzicht Biologie

| Thema           | Titel  | Type       | Onderzoeksvraag  | Omschrijving  |
|-----------------|--|------------|--|---|
| Ecologie        | Waterkwaliteit                               | Metten     | Wat is de waterkwaliteit van een vijver of beek?   | In deze activiteit gaan leerlingen de waterkwaliteit van verschillende waterlichamen in de buurt onderzoeken.   |
| Ecologie        | Muizenpopulatie                              | Modelleren | Welke factoren beïnvloeden een muizenpopulatie?  | In deze driedelige activiteit ga je stap voor stap kijken hoe bepaalde factoren invloed hebben op de muizenpopulatie. In de eerste activiteit wordt naar ongeremde groei gekeken en in de twee deel activiteiten daarna worden een aantal factoren die invloed hebben op de groei van de populatie toegevoegd. Op deze manier kan er stap voor stap naar een ecologisch model toe gewerkt worden. |
| Ecologie        | Rupsenplaag                                  | Modelleren | Is het mogelijk een biologisch evenwicht te simuleren?                                   | Deze activiteit biedt de leerlingen de mogelijkheid om de beginselen van populatie ecologie te onderzoeken. In het model komen een aantal begrippen zoals (biologisch) evenwicht, draagkracht en predatiedruk terug.  |
| Ecologie        | Opgeloste zuurstof in water                  | Metten     | Wat is het verband tussen de concentratie opgeloste zuurstof in water en de temperatuur? | In deze activiteit onderzoeken leerlingen het verband tussen temperatuur en de zuurstofconcentratie. Vervolgens kunnen leerlingen dit relateren aan de flora en fauna van verschillende ecosystemen. Deze activiteit kan goed gebruikt worden om het principe van opgeloste zuurstof in de water-ecologie zichtbaar te maken.   |
| Ecologie        | Vossen en hazen                              | Modelleren | Wat is het verband tussen de populatie poolvossen en poolhazen?                          | In deze activiteit bekijken leerlingen een klassieke predator-prooi relatie model. Door de populaties aan te passen kan het verband tussen de twee soorten bekeken worden. Deze activiteit kan goed gebruikt worden als begin activiteit om de predator-prooi relatie uit te leggen.  |
| Ecologie        | Toevalbeweging bij insecten                  | Animatie   | Met welke regels is het voedselzoekgedrag van insecten te beschrijven?                   | In deze activiteit worden regels gezocht voor het voeragegedrag van insecten. Eerst wordt het model van een random walk zonder voedselbron bestudeert. Vervolgens wordt er gekeken naar een correlated random walk richting een voedselbron. De leerlingen proberen het gedrag in de animatie te beschrijven en zo de regels van het model te achterhalen.  |
| Ecologie        | Vegetatie en de bodem                        | Metten     | Welke bodemfactoren kunnen voorspeld worden door naar de vegetatie te kijken?            | In deze activiteit doen leerlingen zelf een experiment waarin het verband tussen verschillende bodemfactoren en de vegetatie onderzocht wordt. Leerlingen kiezen zelf een manier om een bodemfactor en vegetatie te meten. Vervolgens verzamelen leerlingen samples op tien verschillende locaties om het verband tussen bodem en vegetatie zichtbaar te maken.                                   |
| Ecologie        | Hardy-Weinberg en selectie                   | Modelleren | Wat is het effect van selectie op de allelfrequentie in een populatie?                   | In deze activiteit is de wet van Hardy-Weinberg gemodelleerd in een populatie waar drift en selectie plaats kan vinden.   |
| Fysiologie mens | ECG meten                                    | Metten     | Kun je de elektrische activiteit van je hart zichtbaar maken?                            | In deze activiteit onderzoeken leerlingen de elektrische activiteit van hun hart door middel van een ECG sensor bekijken. Ook kun je het effect van bijvoorbeeld fysieke inspanning of een kopje koffie op je ECG bekijken.   |
| Fysiologie mens | Elektromyogram                               | Metten     | Kun je de elektrische activiteit van je spieren zichtbaar maken?                         | In deze activiteit bekijk je met de ECG sensor de spieractiviteit. Ook vergelijk je de EMG van een ontspannen en gespannen spier.   |
| Fysiologie mens | Longvolumes                                  | Metten     | Wat is jouw longvolume en capaciteit?  | In deze activiteit meten leerlingen hun longvolume(s) doormiddel van een spirometer. Tijdens een normale ademhalingscyclus kunnen een aantal longvolumes bekeken worden. Dit biedt de mogelijkheid voor leerlingen om direct hun ademhalingscyclus zichtbaar te maken en eventueel te vergelijken met andere leerlingen.  |
| Fysiologie mens | De hartslag meten (in rust en na inspanning) | Metten     | Wat is jouw hartslag en hoe kun je deze beïnvloeden?                                     | In deze activiteit bepalen leerlingen hun hartslagfrequentie in rust en na een fysieke inspanning. Zij vergelijken de hartfrequentie van zichzelf met die van anderen. Ook kunnen zij het effect van een kopje koffie of cola op de hartslagfrequentie onderzoeken.   |



| Thema           | Titel                    | Type            | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|-----------------|--------------------------|-----------------|---|---|
| Fysiologie mens | Menselijke ademhaling    | Meten           | Hoe beïnvloed fysieke inspanning je ademhaling?   | In deze activiteit studeren leerlingen hun ademhaling met behulp van een thermokoppel sensor. Zij vergelijken hun eigen ademhaling met die van klasgenoten. Tevens kan het effect van fysieke inspanning bekeken worden.  |
| Fysiologie mens | De werking van de nieren | Modelleren      | Wat is de invloed van EPO en diabetes op de nierfunctie?  | In deze activiteit, geïnspireerd op het model en een aantal vragen uit het Compex examen, bestuderen leerlingen een compleet model waarmee de werking van de nieren onderzocht kan worden. Invloed van de ziekte diabetes en EPO gebruik kunnen hierin onderzocht worden.   |
| Fysiologie mens | Duikreflex               | Meten           | Waardoor wordt de duikreflex veroorzaakt?   | In deze activiteit simuleren leerlingen de duikreflex door de hartslagfrequentie voor, tijdens en na het onderdompelen van het gezicht in water, te meten. Nadat de duikreflex zichtbaar is gemaakt kunnen leerlingen onderzoeken welke factoren de duikreflex veroorzaken.   |
| Fysiologie mens | Onderkoeling             | Meten           | Wat gebeurt er als je onderkoelt raakt?   | In deze activiteit onderzoeken leerlingen aan de hand van simpele experimenten de gevolgen van onderkoeling en de relatie tot de oppervlakte-inhoud ratio. Hierdoor is dit experiment zowel te gebruiken om temperatuurregulatie bij warmbloedige dieren te bespreken als te gebruiken om de fysiologie rondom onderkoeling te bespreken.   |
| Fysiologie mens | Alcoholafbraak           | Modelleren      | Welke factoren hebben invloed op het bloedalcoholgehalte in het menselijk lichaam?                    | In deze activiteit gebruiken leerlingen het BAG model om het bloedalcoholgehalte na consumptie van alcohol te voorspellen. Dit model wordt in de samenleving vaak gebruikt om een schatting te geven van het bloedalcoholgehalte van een persoon. Leerlingen leren dit model te begrijpen, kritisch te bekijken en eventueel te verbeteren. |
| Fysiologie mens | Glucosehuishouding       | Modelleren      | Hoe reguleren hormonen de concentratie glucose in het bloed?  | In deze activiteit wordt een model over de glucosehuishouding onderzocht. In het model zijn de belangrijkste componenten van de glucosehuishouding inbegrepen. Leerlingen onderzoeken hoe de concentratie glucose reageert op verschillende concentraties insuline. Ook wordt er onderzocht wat er gebeurt bij suikerziekte.                |
| Fysiologie mens | Menselijke transpiratie  | Meten           | Hoe koelt het menselijk lichaam af?   | In deze activiteit onderzoeken leerlingen waarom ze zweten. Door een simpele proefomstelling bootsen ze transpiratie na. Daarnaast gaan ze transpiratie ook bij zichzelf meten.   |
| Fysiologie mens | Bloeddruk meten          | Meten           | Hoe kan de bovendruk, onderdruk en gemiddelde bloeddruk worden bepaald?                               | In deze activiteit wordt de bloeddruk bepaald aan de hand van de metingen van een bloeddruksensor. Hiervoor worden de metingen geanalyseerd met de oscilometrische methode.   |
| Fysiologie mens | Reactietijd              | Sturen en Meten | Wat is je gemiddelde reactietijd?   | In deze activiteit bouwen leerlingen zelf een opstelling waarmee de reactietijd gemeten kan worden. Leerlingen drukken op de schakelaar wanneer het programma het lampje laat branden. De reactietijd wordt uitgerekend.  |
| Fysiologie mens | Beweging bij Lopen       | Videometen      | Hoe beweegt de mens bij het lopen?  | In deze activiteit maken leerlingen zelf een video van iemand die loopt. Vervolgens wordt de beweging van de verschillende gewrichten gevolgd met behulp van traceren. Hierdoor leren leerlingen nauwkeurig kijken naar een beweging.   |
| Fysiologie mens | Grafieken van lengte     | Meten           | Is er een verschil in lengte tussen jongens en meisjes of tussen mensen van verschillende leeftijden? | In deze activiteit meten leerlingen de lengte van klasgenoten. Deze gegevens worden verzameld in een tabel. Vervolgens maken leerlingen bij deze gegevens een grafiek om verschillende vragen te beantwoorden.  |
| Fysiologie mens | Geluid van het hart      | Meten           | Hoe klinkt het hart?  | In deze activiteit maken leerlingen een geluidsopname van het hart. De leerlingen vergelijken de geluidspieken met het geluid en koppelen dit aan de werking van het hart. Vervolgens berekenen leerlingen de hartfrequentie en de duur van de kamersystole.  |
| Fysiologie mens | Gaswisseling van de mens | Meten           | Hoe verandert de samenstelling van de lucht tijdens het ademen?                                       | In de activiteit onderzoeken leerlingen de samenstelling van de lucht tijdens het ademen. Dit doen ze door in een plastic zak te ademen en de zuurstof en CO2 concentratie in de plastic zak te meten. Op deze manier kunnen leerlingen ontdekken welke gassen de mens opneemt en welke gassen de mens uitstoot.                            |



| Thema            | Titel                              | Type       | Onderzoeksvraag  | Omschrijving   |
|------------------|------------------------------------|------------|--|--|
| Fysiologie mens  | Energie uit een pinda              | Metten     | Hoe veel energie zit er in een pinda?  | In deze activiteit bepalen de leerlingen de energie in een pinda. Dit doen ze door water te verwarmen door een pinda te verbranden. Door de temperatuurstijging van het water te berekenen kunnen leerlingen uitrekenen hoeveel energie er in een pinda zit.   |
| Fysiologie mens  | Regulatie ademhaling               | Metten     | Hoe wordt de ademhaling gereguleerd tijdens en na fysiologische aanpassingen?  | In deze activiteit wordt de regulatie van de ademhaling nader bestudeerd. Kennis over de regulatie en de ademhalingsfysiologie is nodig om het verband met de resultaten te kunnen leggen. Deze kennis kan vooraf bekend zijn, maar kan ook tijdens deze activiteit vergaard worden. In dat geval is het zinvol om leerlingen de Toelichting te laten lezen. Het verschil in ademhalingsfysiologie tijdens en na de verschillende fysiologische aanpassingen kan verschillen per leerling. Het is zinvol dit klassikaal te bespreken en te koppelen aan het gehalte CO <sub>2</sub> en O <sub>2</sub> in het bloed. Ook de invloed op de adem prikkel is van belang voor de ademhalingsfysiologie. |
| Fysiologie dier  | Vacht                              | Metten     | Is het met je jas aan kouder?  | In deze activiteit onderzoeken leerlingen met eenvoudige experimenten de functie van een vacht. Als voorbeeld worden watten gebruikt (droge en vette watten).  |
| Fysiologie dier  | Rekenen aan respiratie             | Metten     | Welke ongewervelden stoten koolstofdioxide uit en verbranden gemiddeld het meeste glucose                              | Bij de respiratie van glucose komt koolstofdioxide vrij en wordt zuurstof verbruikt. De koolstofdioxide wordt aangetoond en er wordt verder gerekend met het verbruikte zuurstof.  |
| Fysiologie dier  | Zoolganger, teenganger, hoefganger | Videometen | Wat is het verschil tussen een zoolganger, een teenganger en een hoefganger?   | Dieren bewegen zich op verschillende manieren voort. In deze activiteit onderzoeken de leerlingen de bewegingen van een zoolganger, een teenganger en een hoefganger, door de beweging van verschillende dieren te analyseren met videometen.  |
| Fysiologie dier  | Ademhaling van maden               | Metten     | Respireren maden?  | In deze activiteit gaan leerlingen de respiratie van maden bestuderen. Met behulp van een CO <sub>2</sub> sensor (en optioneel een O <sub>2</sub> sensor) meet de vrijgekomen CO <sub>2</sub> in een afgesloten bak met maden. Aan de hand van deze activiteit worden concepten zoals aerobe respiratie behandeld. De activiteit kan worden uitgebreid door de temperatuur van de maden te veranderen.   |
| Fysiologie plant | Ademhaling van plantzaden          | Metten     | Respireren plantzaden?   | In deze activiteit gaan leerlingen onderzoeken of planten ook respireren. De meeste mensen weten wel dat dieren respireren maar hoe zit dat bij planten? Door gebruik te maken van kiemende zaden en een CO <sub>2</sub> sensor meten leerlingen de respiratie van plantzaden.   |
| Fysiologie plant | Fotosynthese (kleur)               | Metten     | Heeft de lichtintensiteit effect op de fotosynthese?   | In deze activiteit nemen leerlingen de fotosynthese onder de loep. Met behulp van een O <sub>2</sub> sensor meten zij de fotosynthese snelheid bij verschillende lichtintensiteit. Hoeveel nadeel heeft een plant in de schaduw eigenlijk?   |
| Fysiologie plant | Fotosynthese (lichtintensiteit)    | Metten     | Heeft de kleur van het licht effect op de fotosynthese?  | In deze activiteit nemen leerlingen de fotosynthese onder de loep. Met behulp van een O <sub>2</sub> sensor meten zij de fotosynthese snelheid bij verschillende kleuren licht. Welke kleur zorgt voor de hoogste fotosynthese?  |
| Fysiologie plant | Het leven in een vijver            | Modelleren | Wat is het effect van planten, dieren en licht op de zuurstofconcentratie in een vijver?                               | In deze activiteit ga je het leven in een vijver bestuderen. Van achter je computer gebruik je een bestaand model om te onderzoeken wat het effect van planten, dieren en licht is op de zuurstofconcentratie in een vijver. Een leuke activiteit waarbij respiratie, fotosynthese en de invloed van licht samen worden gebracht.  |
| Fysiologie plant | Fotosynthese 72 uur                | Metten     | Hoe beïnvloedt de fotosynthese de CO <sub>2</sub> en O <sub>2</sub> concentraties tijdens een lange termijn onderzoek? | In deze activiteit onderzoeken leerlingen het effect van het dag/nacht ritme op de fotosynthese. Ze bouwen een eigen experiment opstellingen en voeren een langdurig experiment uit.   |
| Fysiologie plant | Grafieken van plantengroei         | Videometen | Hoe groeit een spinazieplant?  | In deze activiteit doen leerlingen onderzoek naar de groei van een spinazieplant. Ze volgen de groei van zowel de wortel als de stengel en bekijken wanneer de plant ontkiemt en het snelste groeit.   |



| Thema            | Titel                             | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|------------------|-----------------------------------|------------|---|---|
| Fysiologie plant | Zaadverspreiding bij windbloemen  | Meten      | Hoe hard moet er worden geblazen om paardenbloemzaadjes weg te blazen?        | In deze activiteit gaan de leerlingen meten hoe vast de zaden van een paardenbloem zitten. De spirometer wordt gebruikt om te bepalen hoe hard de leerlingen tegen de paardenbloem blazen.  |
| Fysiologie plant | Fotosynthese voor de onderbouw    | Meten      | Hoe komen planten aan energie?  | In deze activiteit gaan leerlingen de basis van de fotosynthese onderzoeken. Ze bekijken wat er tijdens een korte periode gebeurt met de CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> concentraties in een gesloten ruimte met groene bladeren. De resultaten relateren ze aan het fotosynthese proces.  |
| Fysiologie plant | Absorptiespectrum van chlorofyl   | Meten      | Wat is het absorptiespectrum van chlorofyl?                                   | In deze activiteit extraheren de leerlingen zelf de pigmenten in een vers plantenblad. Vervolgens wordt er met de spectrometer het absorptiespectrum gemeten. Het spectrum wordt vergeleken met verschillende absorptiespectra van verschillende pigmenten.   |
| Fysiologie plant | Transpiratie van planten          | Meten      | Kun je de transpiratie van planten zichtbaar maken?                           | In deze activiteit wordt transpiratie bij planten zichtbaar gemaakt. Normaal gesproken is dit proces bij planten niet zichtbaar, omdat de verdamping via de huidmondjes niet zichtbaar is. Echter, zodra je een plant in een gesloten omgeving zet wordt de transpiratie zichtbaar aan de hand van kleine druppeltjes en verhoogde relatieve luchtvochtigheid.                                      |
| Microbiologie    | Ebola                             | Modelleren | Hoe verloopt een ebola-infectie?  | Afweer is een onderwerp wat niet voor elke leerling makkelijk inzichtelijk te maken is. Dit model is gemaakt van een actuele virus infectie, namelijk ebola. Dit model helpt leerlingen om de invloed van factoren zoals de incubatieperiode of besmettingskans op het verloop van een virus infectie te onderzoeken. Spelenderwijs ontdekken leerlingen welke factoren van essentieel belang zijn. |
| Microbiologie    | Yoghurt maken                     | Meten      | Hoe verloopt de pH tijdens het maken van yoghurt?                             | In deze activiteit maken leerlingen zelf yoghurt. Yoghurt is een product wat bijna alle leerlingen eten en kennen. Het proces wat nodig is om yoghurt te maken is vaak minder bekend. In deze activiteit onderzoeken leerlingen wat er gebeurt tijdens het maken van yoghurt.   |
| Microbiologie    | Vergisting suikers                | Meten      | Verschild de vergistingssnelheid van verschillende suikers?                   | Met behulp van de gasdruksensor kan de hoeveelheid CO <sub>2</sub> die geproduceerd wordt door gistcellen gemeten worden. Door verschillende suikers met elkaar te vergelijken kan gekeken worden of de vergistingssnelheid van verschillende suikers verschilt.  |
| Microbiologie    | Invloed temperatuur op vergisting | Meten      | Heeft temperatuur invloed op het vergistingsproces?                           | In deze activiteit onderzoeken leerlingen met behulp van de gasdruksensor of temperatuur effect heeft op de anaerobe dissimilatie van gistcellen.   |
| Onderzoek        | Metten met FLIR                   | Meten      | Op welke wijze kan er onderzoek gedaan worden met de FLIR C2 infraroodcamera? | In deze activiteit wordt de FLIR C2 infraroodcamera geïntereerd in Coach 7. Aan de hand hiervan kan een video gemaakt en opgeslagen worden tegelijkertijd met een meting met sensoren. Leerlingen doen zelf een onderzoek met de FLIR infraroodcamera.  |
| Onderzoek        | Luchtkwaliteit                    | Meten      | Is de luchtkwaliteit in een lege bus anders dan in een volle bus?             | Met een datalogger meten leerlingen een aantal variabelen in een publieke omgeving zoals een bus, metro of trein. Verandert de CO <sub>2</sub> concentratie?  |
| Celbiologie      | Alcohol en membranen              | Meten      | Welk effect hebben verschillende alcoholen op biologische membranen?          | Met dit onderzoek kunnen leerlingen het (schadelijke) effect van verschillende alcoholen op een celmembran onderzoeken. Hierdoor wordt er op een andere manier nagedacht over celbiologie en de eigenschappen van bepaalde stoffen (apolair en polair).   |
| Celbiologie      | Cellen meten                      | Videometen | Hoe groot is een cel?   | In deze activiteit gaan leerlingen meten aan afbeeldingen van cellen. Ze meten onder andere de celkern en bladgroenkorrels. Hierbij leren de leerlingen omgaan met schalen.   |



## CMA Activiteitendatabase - Overzicht Natuurkunde

| Thema     | Titel                             | Type       | Onderzoeksvraag  | Omschrijving   |
|-----------|-----------------------------------|------------|--|--|
| Mechanica | Rechthoekige beweging             | Metten     | Hoe kun je beweging in een grafiek vastleggen?   | Leerlingen lopen gegeven grafieken na voor een afstandsensor. Zij leren het verband tussen beweging en de ontstane afstand tegen tijd grafieken.   |
| Mechanica | Ultrasoon lopen                   | Metten     | Hoe kan ik een gegeven bewegingsgrafiek zo nauwkeurig mogelijk zelf nabootsen?   | In deze activiteit gaan leerlingen gegeven grafiek nalopen voor een afstandsensor. Zij leren begrijpen hoe een afstand tijd grafiek ontstaat en wat de helling van deze grafieken voorstelt.   |
| Mechanica | Bungeejump modelleren             | Modelleren | Kunnen we de bungeejump modelleren en inschatten bij welke veerconstante de sprong veilig is?                          | Leerlingen onderzoeken de valbeweging van een bungeejumper met behulp van een model. Zij bepalen de veilige spronghoogte en bekijken de invloed van verschillende koorden.   |
| Mechanica | Springen op de maan               | Videometen | Hoe groot is de gravitatieversnelling op de maan?  | Leerlingen doen een videometing aan de sprong van een astronaut. Zij bepalen met de grafieken de valversnelling op de maan.  |
| Mechanica | Snelheid begrijpen                | Metten     | Hoe kunnen we de snelheid van een karretje bepalen?  | Leerlingen meten en analyseren de beweging van een karretje. Zij maken de snelheid tijd grafiek van een gemeten afstand tijd grafiek. Zij onderzoeken het verschil tussen snelheid en vaart.   |
| Mechanica | Parachutesprong Baumgartner       | Modelleren | Hoe veranderen de snelheid en hoogte bij een parachutesprong van zeer grote hoogte?                                    | Leerlingen nemen de sprong van Felix Baumgartner als uitgangspunt om snelheid tijd en hoogte tijd grafieken te analyseren  |
| Mechanica | Krachten op een rijdende auto     | Modelleren | Welke krachten werken er op een omhoog rijdende auto en wat is de invloed van deze krachten?                           | Leerlingen onderzoeken in dit model de krachten op een hellend vlak op een rijdende auto.  |
| Mechanica | Verticale worp                    | Modelleren | Wat is de ideale werphoek bij een verticale worp om een zo groot mogelijke horizontale afstand af te leggen?           | Leerlingen onderzoeken een model van een verticale worp met luchtweerstand en gebruiken de simulatie omgeving van Coach 7 om de hoek te vinden waaronder het object het verst komt na gooien.  |
| Mechanica | Een bal opgooien                  | Metten     | Welke versnelling heeft een bal die verticaal omhoog wordt gegooid?  | Leerlingen onderzoeken de beweging van een bal die verticaal omhoog gegooid wordt.   |
| Mechanica | Impulskanon                       | Videometen | Hoe kunnen we de impuls- en energie overdracht bij het impulskanon bepalen?  | Leerlingen gebruiken de video van het impulskanon, om bewegingsanalyse aan het vallen en stuiten van het impulskanon te doen. Zij analyseren de impuls en energie overdracht bij de stuit.   |
| Mechanica | Versnelling door zwaartekracht I  | Metten     | Wat is versnelling door zwaartekracht?   | Leerlingen onderzoeken de gravitatieversnelling op een vallend object dat tussen twee lichtsluizen valt. De leerlingen bepalen de valtijd en berekenen de gravitatieversnelling.   |
| Mechanica | Versnelling door zwaartekracht II | Metten     | Welke relatie is er tussen de afstand die de bal valt en de tijdsduur?   | Leerlingen berekenen de valversnelling met behulp van het vrije val apparaat en een CoachLabII+  |
| Mechanica | Snelheid onderzoeken in vrije val | Metten     | Hoe hangt de snelheid van de vallende kaart af van de hoogte waarvan het valt?   | Leerlingen onderzoeken de vrije val met een kaart en een lichtsluis. Zij bepalen de valversnelling met behulp van grafieken van valtijd en valhoogte.  |
| Mechanica | Vrije val analyseren met een foto | Beeldmeten | Hoe gebruik je een stroboscopische foto om een beweging te analyseren?   | Leerlingen gebruiken de stroboscopische foto om de valversnelling met beeldmeten te bepalen.   |
| Mechanica | Model stuitende Bal               | Modelleren | Hoe beweegt een stuitende bal?   | Leerlingen maken een model van een stuitende pingpongbal en breiden deze uit met invloeden van luchtweerstand.   |
| Mechanica | Lichtsluis                        | Metten     | Op welke manieren kunnen we de lichtsluis gebruiken?   | Tijdens deze activiteit gaan leerlingen de werking en verschillende instellingen van de lichtsluis onderzoeken. Zij maken kennis met de werking van de lichtsluis als teller, digitale en analoge sensor, frequentie- en intervalmeter. Bij deze diverse mogelijkheden kunnen nog verdere instellingen gekozen worden, zoals de mogelijkheid om de weergave van de waarden van de digitale sensor aan te passen. |
| Mechanica | Blusvliegtuig                     | Beeldmeten | Hoe kun je uit een foto van een blusvliegtuig met behulp van het vallende water de snelheid van het vliegtuig bepalen? | Leerlingen gebruiken de foto van een blusvliegtuig en meten de afstand die het water is gevallen om de horizontale snelheid van het vliegtuig te bepalen.  |



| Thema              | Titel                        | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving   |
|--------------------|------------------------------|------------|---|--|
| Mechanica          | Kogelstoten impulsbehoud     | Modelleren | Hoe beweegt een kogelstoter op een karretje   | Leerlingen gebruiken het model van een kogelstoter op een karretje om impulsbehoud te controleren. Zij onderzoeken de invloed van het verzwaren van de weggegooide kogels.   |
| Warmte             | Metten met FLIR              | Videometen | Hoe kan tijdens een meting ook IR video opgenomen worden?                                 | Leerlingen gebruiken Coach om met de FLIR een IR video of time lapse video maken van een experiment waar de temperatuur een grote rol speelt.  |
| Warmte             | Warm en koud                 | Metten     | Kun je je zintuigen geloven?  | Leerlingen de temperatuur met hun eigen zintuigen en meten daarna met de temperatuursensor. Ze leren het verschil tussen kwantitatief en kwalitatief meten.  |
| Warmte             | Warm blijven                 | meten      | Hoe wordt warmte getransporteerd?   | Leerlingen meten de transport van warmte van een geïsoleerde beker via een aluminium geleider naar de andere geïsoleerde beker   |
| Warmte             | Warm en koud water           | meten      | Wat is de temperatuurverandering als we koud en warm water mengen?                        | Leerlingen onderzoeken het mengen van warm en koud water. Ze gebruiken mooie verhoudingen van het warme en koude water om zo gemakkelijk te zien welk verband er is tussen de warmte opname of overdracht.                                       |
| Warmte             | Smelten van ijs              | meten      | Welk effect heeft het smelten van ijs op de temperatuur?                                  | Leerlingen onderzoeken het smelten van ijs en hoe de temperatuur van het ijs zich gedraagt tijdens het smelten.  |
| Warmte             | Opwarmen klaslokaal          | Modelleren | Op welke manier kan het opwarmen van een klaslokaal beïnvloed worden?                     | Leerlingen onderzoeken waar het warmtetransport vanuit een klaslokaal vanaf hangt. Zij onderzoeken isolatiematerialen en bekijken wat de invloed is van andere isolatie op het opwarmen en temperatuur stabiel houden in een lokaal              |
| Warmte             | Afkoelingswet van Newton     | Metten     | Hoe snel koelt een object af en welke factoren beïnvloeden het tempo van deze afkoeling?  | Leerlingen meten de temperatuur van een vloeistof die afkoelt. Fitten de data aan de afkoelingswet van Newton.   |
| Geluid             | Geluidsgolven                | Metten     | Wat is geluid en wat zijn de eigenschappen van geluid?                                    | De leerlingen gebruiken de stemvorken om de geluidsgolven weer te geven in grafieken. Zij leren de begrippen amplitude, toonhoogte uit de grafiek te halen.  |
| Geluid             | Zwevingen                    | Metten     | Wat zijn zwevingen?   | Leerlingen onderzoeken het fenomeen zweving. Zij meten de geluidsgolven van twee stemvorken met een iets verschillende frequentie en bepalen de zwevingsfrequentie. Ook kunnen zij een fourier analyse uitvoeren op het gemeten zwevingssignaal. |
| Geluid             | Spraakanalyse                | Metten     | Hoe is de menselijke stem, als zij klinkers uitsprekt, opgebouwd?                         | Leerlingen onderzoeken klinkers en de formanten in de spraak. Zij gebruiken de signaalanalyse tool in Coach om de formanten te zoeken en te vergelijken met klasgenoten.   |
| Geluid             | Geluidssnelheid              | Metten     | Wat is de geluidssnelheid in lucht?   | In deze activiteit bepalen leerlingen de geluidssnelheid in lucht (of een ander gas) op twee verschillende manieren. Ze onderzoeken de relatie tussen temperatuur en geluidssnelheid.  |
| Geluid             | Muziekinstrumenten           | Metten     | Hoe kunnen we de klankkleur van een instrument meten en begrijpen?                        | Leerlingen onderzoeken de klankkleur van instrumenten door Fourier analyse toe te passen op gemeten tonen. Zij leren waardoor de klankkleur van een instrument ontstaat. Zij onderzoeken ook de frequentiereeks bij instrumenten.                |
| Elektrische velden | Opladen van een condensator  | Modelleren | Welke invloed hebben de capaciteit en weerstand op de oplaadtijd van een condensator?     | Leerlingen onderzoeken het model dat het opladen van een condensator simuleert. Zij passen het model aan zodat het ook de ontlading van een condensator kan weergeven.   |
| Elektrische velden | Lading meten                 | Metten     | Welke eigenschappen heeft elektrische lading?   | Leerlingen onderzoeken de lading van verschillende voorwerpen na wrijven met diverse materialen.   |
| Elektrische velden | Ontladen van een condensator | Metten     | Welke invloed hebben de capaciteit en weerstand op de ontladingstijd van een condensator? | Leerlingen onderzoeken het ontladen van een condensator. Ze meten de spanning over een condensator en bepalen de relaxatietijd en vergelijken deze met de theorie.   |



| Thema             | Titel                                       | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|-------------------|---|------------|---|---|
| Elektromagnetisme | Inductiespanning                            | Metten     | Hoe ziet de grafiek van de inductiespanning eruit wanneer een magneet door een spoel valt?                          | Leerlingen onderzoeken de inductiespanning die ontstaat als een vallende magneet door een spoel gaat. De fluxverandering veroorzaakt een spanning, waarvan de vorm afhankelijk is in de tijd. De oppervlakte onder beide delen van de inductiespanning grafiek is wel gelijk.         |
| Elektromagnetisme | Inductie magneet constante snelheid         | Modelleren | Hoe kunnen we de inductiespanning via een model beter begrijpen?  | Leerlingen onderzoeken de inductiespanning die opgewekt wordt door een magneet, die met constante snelheid heen en weer beweegt naar een spoel. Zij gebruiken het model om aanpassingen aan parameters te doen en de invloed daarvan te onderzoeken.                                  |
| Elektromagnetisme | Inductie vallende magneet                   | Modelleren | Hoe kunnen we het ontstaan van inductiespanning door een vallende magneet via een model beter leren begrijpen?      | Leerlingen onderzoeken de inductiespanning die opgewekt wordt door een vallende magneet in een spoel. Zij gebruiken het model om aanpassingen aan parameters te doen en de invloed daarvan te onderzoeken.  |
| Elektromagnetisme | Lorentzkracht op een rollende staaf         | Animatie   | Hoe beïnvloedt de Lorentzkracht de beweging van een geleidende staaf in een magneetveld?                            | Leerlingen gebruiken de animatie van een rollende staaf om onderzoek te doen aan de Lorentzkracht op een geleidende staaf die over geleidende rails rolt. Zij passen het model aan zodat de staaf een constante snelheid zal krijgen.   |
| Elektromagnetisme | Aantrekking door een magneet                | videometen | Hoe beweegt een magneet naar een ijzeren staaf als deze elkaar naderen?   | Leerlingen onderzoeken een filmpje van een magneet die naar een staaf beweegt en daarbij een niet eenparige versnelde beweging uitvoert.  |
| Elektromagnetisme | Inductie vallende magneet door twee spoelen | Modelleren | Op welke manier verloopt de inductiespanning van een vallende magneet door twee onder elkaar geplaatste spoelen?    | Leerlingen onderzoeken de inductiespanning die opgewekt wordt door een vallende magneet in twee spoelen. Zij gebruiken het model om aanpassingen aan parameters te doen en de invloed daarvan te onderzoeken.   |
| Gaswetten         | Wet van Boyle                               | Metten     | Welk verband bestaat er tussen volume en druk van een afgesloten hoeveelheid gas?                                   | Leerlingen ontdekken in deze activiteit wat het verband is tussen volume en luchtdruk. Zij zien de wet van Boyle ontstaan in een grafiek en bepalen ook het eigenvolume van de druksensor.  |
| Gaswetten         | Gay Lussac                                  | Metten     | Hoe kunnen we met metingen van druk en temperatuur van een afgesloten hoeveelheid gas het absolute nulpunt bepalen? | Leerlingen onderzoeken een afgesloten hoeveelheid gas in een bol. Zij meten de verandering van de luchtdruk als functie van de temperatuur.   |
| Gaswetten         | Wet van Boyle modelleren                    | Modelleren | Hoe kunnen we door gebruik te maken van een model de wet van Boyle beter leren begrijpen?                           | Leerlingen onderzoeken de wet van Boyle voor een ideaal gas met behulp van een model. Zij fitten metingen aan dit model en zien dat wet van Boyle een benadering voor het gedrag van een gas, aangezien de curve van de meting zich niet laat fitten door de hyperbool van het model. |
| Gaswetten         | Wetten van Gay Lussac modelleren            | Modelleren | Hoe kunnen we door gebruik te maken van een model de wetten van Gay-Lussac beter leren begrijpen?                   | Leerlingen gebruiken een bestaand model om de eerste wet van Gay Lussac te onderzoeken. Zij veranderen het model zodanig dat ze ook de tweede wet van Lussac kunnen modelleren. Zij gebruiken de uitkomst van het model om het absolute nulpunt te bepalen.                           |
| Elektriciteit     | Spanning en stroom                          | Metten     | Welk verband is er tussen spanning en stroom door een kooldraadweerstand?   | Leerlingen doen metingen aan een koolweerstand en ontdekken dat spanning en stroomsterkte recht evenredig zijn bij een koolweerstand. Tevens bepalen zij het ontwikkelde vermogen.  |
| Elektriciteit     | Gloeidraad                                  | Metten     | Welk verband is er tussen spanning en stroom door een gloeidraad?   | Leerlingen doen metingen aan een gloeidraad en ontdekken dat spanning en stroomsterkte niet recht evenredig zijn bij een gloeilamp. Tevens bepalen zij het ontwikkelde vermogen.  |
| Elektriciteit     | Gloeidraad modelleren                       | Modelleren | Welke elektrische eigenschappen heeft een gloeidraad?   | Leerlingen modelleren het gedrag van een gloeidraad met het evenwicht van elektrisch vermogen en uitgestraald vermogen. Zij verkrijgen op deze manier het verband tussen temperatuur en weerstand van een gloeidraad.   |
| Elektriciteit     | Weerstanden in serie of parallel            | Metten     | Hoe verandert de stroomsterkte bij weerstanden in een serie- en parallelschakeling?                                 | Leerlingen meten in deze activiteit het gedrag van een schakeling waarin weerstanden in serie of in parallel staan. Zij bepalen uit de metingen de vervangingsweerstand van de schakeling.  |



| Thema         | Titel                              | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|---------------|------------------------------------|------------|---|---|
| Elektriciteit | Weerstanden parallel               | Animatie   | Welke eigenschappen heeft een schakeling met weerstanden die parallel geschakeld zijn?                          | Met behulp van deze animatie onderzoeken leerlingen het gedrag van een schakeling waarin weerstanden parallel geschakeld zijn. Zij ontdekken dat meerdere weerstanden een lagere vervangingsweerstand oplevert en een hogere totale stroomsterkte.  |
| Elektriciteit | Animatie inwendige weerstand       | Animatie   | Welke invloed heeft de inwendige weerstand van een batterij op de geleverde stroomsterkte?                      | Leerlingen ontdekken de invloed van de inwendige weerstand van een batterij op de geleverde klemspanning.   |
| Elektriciteit | Hysterese bij een gloeilamp        | Meten      | Waarom meten we hysterese effecten bij een gloeilamp bij bepaling van de weerstand als functie van de spanning? | Leerlingen meten de stroom en spanning door een gloeilamp en laten de spanning langzaam hoger worden. Er wordt een weerstand tegen spanning grafiek gemaakt. Bij het verlagen van de spanning valt op dat de grafiek niet dezelfde vorm heeft. Dit verschijnsel heet hysterese. leerlingen onderzoeken of de mate van hysterese verschillend is bij verschillende lampen. |
| Elektriciteit | Diode                              | Meten      | Welke karakteristieken heeft een diode?   | De leerlingen onderzoeken de eigenschap van diodes. In het bijzonder het feit dat het pas gaat geleiden bij een bepaalde spanning. De leerlingen bepalen deze drempelspanning is verschillend voor verschillende soorten diodes. Zij voeren de proef uit met bijvoorbeeld een Si en Ge diode. Het experiment is uit te breiden met verschillende Led's.                   |
| Elektriciteit | Wisselspanning en lichtintensiteit | Meten      | Op welke manier beïnvloedt de frequentie van de wisselspanning de lichtintensiteit van het lampje?              | Leerlingen meten de flikkering van een gloeilampje en de frequentie van de wisselspanning en komen er achter dat de flikkering van het gloeilampje twee keer de frequentie van de wisselspanning is. Deze proef kan worden uitgebreid met proeven waar de invloed van frequentie van de spanningsbron op het branden van het gloeilampje wordt onderzocht.                |
| Elektriciteit | Wisselspanning gloeilampje         | Meten      | Met welke frequentie flinkt een gloeilampje aangesloten op wisselspanning?                                      | leerlingen onderzoeken een lampje dat is aangesloten op een wisselspanningsbron. Zij ontdekken dat het lampje flinkt en analyseren de gemeten grafiek om de frequentie van het flikkeren te bepalen. Leerlingen gebruiken de triggeroptie in Coach.   |
| Krachten      | Bungee koord                       | Meten      | Hoe goed kan het elastische koord de krachten opvangen?   | Leerlingen onderzoeken de kracht grafiek van een koord en bepalen de stugheid of veerconstante van het koord. Zij gebruiken verschillende type koorden om de verschillen daartussen te onderzoeken.   |
| Krachten      | Parachutesprong                    | Animatie   | Hoe veranderen de krachten op een parachutist tijdens de sprong en na het openen van de parachute?              | Leerling onderzoeken met behulp van deze animatie de eerste en tweede wet van Newton, bij het vallen van een parachutist. Zij vergelijken de krachten bij versnelling en vertraging. Ook zien zij dat tijdens een constante snelheid de krachten op de springer elkaar opheffen.  |
| Krachten      | Toestel van Atwood                 | Meten      | Hoe kunnen we de gravitatieversnelling bepalen met behulp van het toestel van Atwood?                           | Leerlingen onderzoeken de machine van Atwood. Zij bepalen de versnelling van twee massablokjes en berekenen de gravitatieversnelling  |
| Krachten      | Krachten op cheerleaders           | Beeldmeten | Welke krachten moeten de armen van de cheerleaders uitoefenen om de menselijke toren in balans te houden?       | Leerlingen berekenen de krachten in een menselijke toren van cheerleaders met een beeldmetingen. Zij maken vectordiagrammen van de situatie en berekenen de waarde van de krachten in de armen van de cheerleaders.   |
| Krachten      | Softbal slaan                      | videometen | Welke stoot wordt er uitgeoefend op een bal bij een honkbalslag?  | Leerlingen gebruiken een video van de slag van een honkbalspeler om de impulsverandering van de bal te bepalen. Uit de impulsverandering berekenen de leerlingen de stoot en de kracht op de bal.   |
| Krachten      | Wrijving                           | Meten      | Wat is statische wrijving en wat is dynamische wrijving?  | Leerlingen bepalen de statische wrijving en dynamische wrijving op een wrijvingsblok met behulp van een krachtsensor.   |
| Krachten      | Wet van Archimedes                 | Meten      | Hoe werkt de wet van Archimedes?  | Leerlingen onderzoeken de wet van Archimedes, met behulp van het emmertje van 's Gravesande en de krachtsensor.   |





| Thema      | Titel                      | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving   |
|------------|----------------------------|------------|---|--|
| Krachten   | SpaceAviator               | Videometen | Welke beweging voert een drone uit als hij opstijgt?  | Leerlingen gebruiken een highspeed video van een kleine drone om de krachten op de drone tijdens opstijgen te meten. Tevens maken zij een aantal grafieken van versnelling en liftkracht met behulp van de tweede wet van Newton     |
| Krachten   | Gravitatieversnelling      | Modelleren | Hoe verloopt de waarde van de gravitatieversnelling als functie van de hoogte boven het oppervlak van een hemellichaam?   | Leerlingen bekijken het verloop van het gravitatie veld van de aarde met dit model. Zij zien hoe ver het gravitatieveld van de aarde reikt.  |
| Krachten   | Vallende shuttle           | Videometen | Wat is de eindsnelheid van een vallende shuttle?  | Leerlingen doen een videometing aan een de val van een badmintonshuttle, zij analyseren de bijhorende bewegingsgrafieken.  |
| Krachten   | Waterraket videometing     | Videometen | Hoe versnelt een waterraket?  | Leerlingen bekijken een highspeed filmpje van een waterraket en doen een videometing aan de beweging van de raket. Zij bepalen de versnelling van de raket en berekenen de opwaartse kracht.   |
| Krachten   | Hemellichamen              | Modelleren | Hoe hebben verschillende factoren invloed op de baan van een hemellichaam die aangetrokken wordt door een centrale massa? | Leerlingen onderzoeken de gravitatiewet van Newton en passen deze toe op de beweging van hemellichamen. Zij starten met het systeem aarde en zon, en passen daarna het model aan voor een asteroïde en de aarde.                     |
| Energie    | Bungeehoogte               | Metten     | Hoe goed kan het elastische koord de krachten opvangen?   | Leerlingen doen metingen aan kracht tegen plaats (hoogte) en produceren zo een energie grafiek van elastische energie tegen potentiële energie. En bepalen de veilige bungeehoogte voor een bungeejumper.                            |
| Energie    | Bungeejump                 | Videometen | Hoe beweegt een bungeejumper?   | Leerlingen bepalen met behulp van een videometing de plaats, snelheid, versnelling tegen tijd grafieken en analyseren zo de val van een bungeejumper.  |
| Energie    | Rendement                  | Metten     | Hoe kunnen we het rendement van het verwarmen van water bepalen?  | Leerlingen meten met een temperatuursensor het opwarmen van het water en berekenen met de waarde van de stroomsensor het opgenomen vermogen  |
| Energie    | Brandstofverbruik          | Modelleren | Wat is het verband tussen de wrijvingskracht en het brandstofverbruik van een met constante snelheid bewegende auto?      | Leerlinge gebruiken een model van de brandstofverbruik om uit te rekenen hoeveel benzine een auto verbruikt als deze elke keer een constante snelheid zou hebben.  |
| Energie    | Motorvermogen              | Modelleren | Kunnen we met behulp van een model het rendement van een automotor bepalen?   | Leerlingen gebruiken een model dat de beweging van een auto modelleert om met gevonden waarden van een bepaald merk en type auto, het rendement te bepalen.  |
| Trillingen | Slinger videometen         | Videometen | Hoe beweegt een slinger? Hoe kunnen we videometen gebruiken voor een uitgebreide analyse van een beweging?                | Leerlingen doen een videometing van een slinger. De activiteit legt de beginselen van videometen uit zoals het opzetten van een meting, aanpassen en verbeteren van metingen.  |
| Trillingen | Veeroscillaties            | Metten     | Hoe beweegt een massa aan een veer?   | Leerlingen doen een meting aan een massa, veer systeem. Zij gebruiken of de afstand sensor of de krachtsensor. De leerlingen doen een analyse aan de grafieken die zij gemaakt hebben.   |
| Trillingen | Een slinky                 | Beeldmeten | Volgens welke functie hangen de windingen van een slinky?   | Leerlingen doen een beeldmeting aan een hangende slinky. Zij bepalen de plaats van elke winding van de veer en verkrijgen zo een positiegrafiek, die gefit kan worden aan een functie.   |
| Trillingen | AM modulatie               | Modelleren | Hoe werkt de AM-modulatie van een geluidssignaal?   | Leerlingen onderzoek het model van een AM modulatie. Ze leren wat de modulatie index is en welke invloed deze heeft op de modulatie van het signaal.   |
| Trillingen | Spankracht bij een slinger | Metten     | Hoe verandert de spankracht in het koord van een slinger?   | De leerlingen onderzoeken beweging van een slinger met behulp van een krachtsensor die aan de slinger is verbonden. De kracht op de slinger zal tijdens de slinger beweging van waarde veranderen.                                   |
| Trillingen | Harmonische trilling model | modelleren | Hoe gedraagt een horizontale harmonische trilling zich?   | Leerlingen onderzoeken een horizontale harmonische trilling aan een veer met een model. Ze stellen het model in op verschillende waarden van de veerconstante en onderzoeken de invloeden van parameters op de harmonische trilling. |
| trillingen | Dobberen trilling model    | Modelleren | Hoe beweegt een deinend suk hout?   | Een model van een dobberend stuk hout wordt genruikt om de eigenschappen van dobberen/deinen van materiaal te onderzoeken. Het model is te combineren met een videometing van een dobber   |



| Thema                | Titel                     | Type              | Onderzoeksvraag  | Omschrijving   |
|----------------------|---------------------------|-------------------|--|--|
| Trillingen           | Pendulum wave             | Videometen        | Welke eigenschappen heeft een pendulum wave?   | Leerlingen doen een videometing aan een slinger. Zij bekijken het faseverschil van de kogeltjes. Zij doen een analyse aan de fase van de verschillende slingers.   |
| Trillingen           | Harmonische beweging      | Metten            | Welke invloed hebben de uitwijking en massa op de periode van een oscillerende veer?   | Leerlingen onderzoeken de eigenschappen van een harmonische beweging met behulp van de krachtensor en een massa, veer systeem. Zij analyseren de y,t grafiek en maken snelheid en versnelling tijd grafieken.  |
| Licht                | Licht doorlaten           | Metten            | Hoeveel licht gaat er door verschillende materialen en gekleurde filters heen?   | Leerlingen onderzoeken hoeveel licht er door verschillende materialen heengaat en hoe filters de lichtsterkte beïnvloeden.   |
| Licht                | Lichtsterkte en afstand   | Metten            | Welk verband vinden we tussen de lichtsterkte en de afstand tot de lamp?   | Leerlingen meten de intensiteit van een lamp op een steeds groter afstand. Ze vullen steeds de waarde van de afstand en de gemeten lichtsterkte in en zien de grafiek van de omgekeerde kwadraten wet ontstaan. Zij doen ook een functiefit aan de grafiek.                            |
| Radioactiviteit      | Vervalreeks               | Modelleren        | Op welke manier beïnvloedt de halveringstijd de totale activiteit van een radioactieve bron, waarin zowel moederkern als dochterkern radioactief zijn? | Leerlingen breiden een model van de vervalreactie van Ca-47 naar Sc-47 en Ti-47 uit. Zij onderzoeken met dit model de totale activiteit van de bron. Basis van deze opdracht is te leren modelleren en analyse doen van een grafiek. Bron: eindexamen natuurkunde 6VWO 2016 1e tijdvak |
| Radioactiviteit      | Activiteit van een bron   | Modelleren        | Welke invloed heeft de halveringstijd op de activiteit van een bron?   | Leerlingen onderzoeken de invloed van de halveringstijd op de activiteit van een bron. Zij onderzoeken de activiteit van verschillende isotopen waarvan de halveringstijd opgezocht wordt.   |
| Radioactiviteit      | Achtergrondstraling       | Metten            | Worden we in het dagelijks leven blootgesteld aan straling?  | Leerlingen onderzoeken de waarde van de achtergrondstraling op diverse plekken in het schoolgebouw. Tevens meten zij de straling van natuurlijke bronnen en berekenen de activiteit van verschillende bronnen  |
| Radioactiviteit      | Radon in de lucht         | Metten            | Zit er radioactiviteit in de lucht?  | Leerlingen onderzoeken de invloed van Radonochters in de lucht door middel van een ballon, waarvan zij de hoeveelheid straling bepalen en vergelijken met de achtergrondstraling. Zij bestuderen ook de vervalreeks van radon.   |
| Radioactiviteit      | Alfa, Bèta en Gamma       | Metten            | Hoe kan straling worden gestopt?   | Leerlingen onderzoeken de eigenschappen van alfa, beta en gamma straling. Ze onderzoeken de verschillen tussen dracht en doordringend vermogen van de soorten straling.  |
| Radioactiviteit      | Halveringsdikte           | Metten            | Wat is de halveringsdikte van aluminium en karton?   | Leerlingen onderzoeken de halveringsdikte van materiaal met behulp van een handmatige meting in Coach en een stralingssensor   |
| Relativiteitstheorie | Relativistische mechanica | Modelleren        | Hoe werkt de tweede wet van Newton bij relativistische snelheden?  | Leerlingen onderzoeken met behulp van een model, hoe de relativistische en klassieke mechanica van elkaar verschillen. En zien zo tot welke snelheden er nog klassiek gemeten kan worden en wanneer relativiteitstheorie een rol gaat spelen.  |
| Relativiteitstheorie | Muonverval                | Modelleren        | Hoe snel bewegen de in de atmosfeer gecreëerde muonen die op het aardoppervlak gemeten worden?   | Leerlingen onderzoeken het verband tussen de snelheid van de muonen en de op aarde gemeten muonen. Zij gebruiken daarbij het begrip halveringstijd en passen begrippen uit de relativiteitstheorie toe.  |
| Onderzoek            | Waterraket                | Modelleren        | Welke variabelen beïnvloeden de vlucht van mijn waterraket?  | Leerlingen onderzoeken de vlucht van een waterraket en gebruiken een model om de afmetingen en waarden van hun eigen raket in het model mee te laten rekenen. Tevens wordt gevraagd om vervolgonderzoeken te doen.   |
| Sturen en Regelen    | Reactietijd               | Sturen en Regelen | Wat is je reactietijd?   | Leerlingen onderzoeken de reactietijd met behulp van de actuatorensset en de CoachLabII+. Ze bepalen het gemiddelde van 10 reactietijden om hun gemiddelde reactietijd te bepalen.   |



| <b>Thema</b>      | <b>Titel</b>       | <b>Type</b> | <b>Onderzoeksvraag</b>   | <b>Omschrijving</b>   |
|-------------------|--------------------|-------------|--|---|
| Stofeigenschappen | Dichtheid bepaling | Meten       | Hoe kan de wet van Archimedes worden gebruikt om het volume en de dichtheid van een onbekende stof te bepalen? | Leerlingen meten de opwaartse kracht op verschillende objecten en gebruiken de dichtheid van water om de dichtheid van een object experimenteel te bepalen. |



## CMA Activiteitendatabase - Overzicht Scheikunde

| Thema                | Titel                       | Type   | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|----------------------|-----------------------------|--------|---|---|
| Aggregatietoestanden | Verdamping van water        | Metten | Hoe verandert de temperatuur tijdens het verdampen van vloeistoffen?          | In deze activiteit onderzoekt de leerling de temperatuursverandering tijdens verdamping. Dit doen zij door gebruik te maken van een temperatuursensor en een kleine hoeveelheid water en alcohol te laten verdampen.  |
| Aggregatietoestanden | Verdamping van alcoholen    | Metten | Hoe beïnvloedt de grootte van het molecuul de verdampingssnelheid?            | In deze activiteit onderzoekt de leerling de verdamping van drie verschillende alcoholen. Hiervoor gebruiken zij één of meer temperatuursensoren om de temperatuursverandering tijdens verdamping in kaart te brengen.  |
| Aggregatietoestanden | Afkoelen van stearinezuur   | Metten | Hoe verandert de temperatuur tijdens het afkoelen van vloeibaar stearinezuur? | In dit voorbeeld wordt het afkoelen van stearinezuur waarbij het overgaat van vloeistof naar vaste stof bestudeerd. Het is een basisexperiment waarbij één temperatuursensor wordt gebruikt en de temperatuurmetingen in real-time op het scherm verschijnen.   |
| Aggregatietoestanden | Destillatie van rode wijn   | Metten | Hoe verandert de temperatuur tijdens de destillatie van rode wijn             | In dit voorbeeld wordt het destilleren van rode wijn bestudeerd. Het is een basisexperiment waarbij één temperatuursensor wordt gebruikt en de temperatuurmetingen in real-time op het scherm verschijnen. De methode maakt het mogelijk om de temperatuursverandering tijdens de gehele destillatie waar te nemen, om de mate waarin de temperatuur verandert te onderzoeken en om de resultaten te vergelijken met theoretische voorspellingen.   |
| Aggregatietoestanden | Koken van water             | Metten | Hoe verandert de temperatuur tijdens het verhitten en koken van water?        | In deze activiteit wordt een simpele faseovergang (het koken van water) bestudeerd. Het is een basisexperiment waarbij één temperatuursensor wordt gebruikt en de temperatuurmetingen in real-time op het scherm verschijnen. De methode maakt het mogelijk om het gehele proces van verhitten tot en met het koken waar te nemen, om de mate waarin de temperatuur verandert te onderzoeken en om de resultaten te vergelijken met theoretische voorspellingen. Daarna onderzoeken leerlingen het verschijnsel kookpuntverhoging.  |
| Aggregatietoestanden | Vriespunt van water         | Metten | Hoe verandert de temperatuur tijdens het afkoelen en bevriezen van water?     | In deze activiteit wordt een simpele faseovergang (het bevriezen van water) bestudeerd. Het is een basisexperiment waarbij één temperatuursensor wordt gebruikt en de temperatuurmetingen in real-time op het scherm verschijnen. De methode maakt het mogelijk om het gehele proces van afkoelen tot en met het bevriezen waar te nemen, om de mate waarin de temperatuur verandert te onderzoeken en om de resultaten te vergelijken met theoretische voorspellingen. Daarna onderzoeken leerlingen het verschijnsel vriespuntsverlaging.   |
| Aggregatietoestanden | Kritische micelconcentratie | Metten | Wat is de kritische micelconcentratie van natriumdodecylsulfate?              | In deze activiteit voert de leerling een relatief eenvoudig experiment uit: een zeepoplossing wordt met constante snelheid toegevoegd aan gedestilleerd water. De (toenemende) geleidbaarheid van de oplossing wordt continu gevolgd met behulp van een sensor. Zo ontstaat een diagram waarin de geleidbaarheid is uitgezet tegen de hoeveelheid zeepoplossing die is toegevoegd. Het gaat in deze activiteit om de vorming van micellen. Leerlingen koppelen de beweging van ionen door de oplossing aan de geleidbaarheid van die oplossing. Vervolgens komt de invloed van de omvang van het deeltje er bij: een los ion kan makkelijker door de oplossing bewegen dan een (grote) micel, waardoor de geleidbaarheid minder snel toeneemt dan wanneer alle ionen los voor zouden komen. |



| Thema                | Titel                         | Type   | Onderzoeksvraag  | Omschrijving  |
|----------------------|-------------------------------|--------|--|---|
| Aggregatietoestanden | Zuivere stof of mengsel?      | Metten | Hoe bepaal je eenvoudig of een witte, vaste stof een zuivere stof of een mengsel is? | Deze leerlingactiviteit is volledig open. Er wordt enkel een onderzoeksvraag geopperd die leerlingen moeten beantwoorden. Daarvoor moeten zij zelf een werkplan en lijst met benodigdheden opstellen en deze bespreken met de docent. De activiteit kan afgesloten worden met een verslag of klassikale bespreking. Leerlingen oefenen in deze activiteit vooral het doen van onderzoek en de verslaglegging van onderzoek. Kennis van zaken over zuivere stoffen, mengsels en smeltpunten/smelttrajecten wordt bekend verondersteld  |
| Analysemethoden      | Wet van Lambert-Beer          | Metten | Wat is de relatie tussen de extinctie van licht en concentratie?                     | In deze activiteit onderzoeken leerlingen het verband tussen de extinctie van licht en de concentratie van een opgeloste stof. Dit verband gebruiken ze vervolgens om de onbekende concentratie van een oplossing te bepalen. Leerlingen voeren dus een standaard kwantitatieve analyse m.b.v. spectrofotometrie uit.   |
| Analysemethoden      | Chloridegehalte in sportdrank | Metten | Wat is het chloridegehalte in sportdrank?  | In deze activiteit onderzoeken het chloridegehalte in een sportdrank. Dit doen zij door de aanwezige chloride-ionen neer te slaan met zilverionen en de resulterende troebelheid van het mengsel te meten. Door de gemeten waarde te vergelijken met een ijklijn is de concentratie chloride te bepalen.  |
| Analysemethoden      | Methanol in wijn              | Metten | Wat is het methanolgehalte in wijn?  | In deze activiteit onderzoeken leerlingen het methanolgehalte in witte wijn met behulp van de nano2 gaschromatograaf. Hierdoor doen zij ervaring op met de werking van de gaschromatograaf en maken zij kennis met de praktische mogelijkheden en beperkingen van deze techniek.  |
| Analysemethoden      | Samenstelling van deodorant   | Metten | Wat is de samenstelling van deodorant?   | In deze activiteit onderzoeken leerlingen de samenstelling van deodorant met behulp van de nano2 gaschromatograaf. Hierdoor doen zij ervaring op met de werking van de gaschromatograaf en maken zij kennis met de praktische mogelijkheden en beperkingen van deze techniek.   |
| Analysemethoden      | Waterkwaliteit                | Metten | Wat is de samenhang tussen de troebelheid van drinkwater en waterkwaliteit?          | In dit eenvoudige experiment bepalen leerlingen met behulp van een troebelheidssensor hoe troebel het water uit verschillende bronnen is. Eerst bestuderen zij het water "met het blote oog", waarna ze met de sensor aan de slag gaan. Dit experiment is zeer geschikt voor een eigen onderzoek in de derde klas.  |
| Analysemethoden      | Jodering van aceton           | Metten | Wat is de reactiesnelheidsconstante k in de reactie van jood met aceton?             | In deze activiteit onderzoeken leerlingen het verband tussen de extinctie van licht en de concentratie van een opgeloste stof. Dit verband gebruiken ze vervolgens om de reactiesnelheid van een reactie te bepalen. Leerlingen voeren dus een uitgebreide kwantitatieve analyse. Eerst maken zij een ijklijn m.b.v. oplossingen met een bekende concentratie. Vervolgens bepalen ze met deze ijklijn de relatie tussen extinctie en concentratie. Met deze relatie worden de experimentele gegevens van drie kinetiekproeven omgezet van een extinctie vs. tijd tot concentratie vs. tijd. Daarna bepalen ze aan de hand van deze grafieken de reactiesnelheid en de orde waarmee elke concentratie in de vergelijking voor de reactiesnelheid voorkomt. Vanuit die berekening kan tot slot de waarde voor de reactiesnelheidsconstante k bepaald worden m.b.v. spectrofotometrie uit. |



| Thema           | Titel                              | Type   | Onderzoeksvraag  | Omschrijving  |
|-----------------|------------------------------------|--------|--|---|
| Analysemethoden | Bepaling sulfaatgehalte (titratie) | Metten | Hoe bepaal je experimenteel door het meten van de geleidbaarheid de concentratie van sulfaat in afvalwater?            | In deze activiteit voert de leerling zelf een titratie uit om het sulfaatgehalte in een watermonster te meten. Het equivalentiepunt kan worden bepaald uit de curve. Anders dan bij een pH-curve (waar het equivalentiepunt bij de grootste verandering ligt) is dit bij een curve van de geleidbaarheid het punt waarop de geleidbaarheid het laagst is. In dit geval treedt het minimum in de geleidbaarheidsgrafiek op omdat er een neerslag ontstaat uit het Ba <sup>2+</sup> dat via de titrant wordt toegevoegd en het SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> dat in het watermonster aanwezig is. In eerste instantie slaan ionen neer, waardoor de geleidbaarheid daalt. Wanneer alle sulfationen uit de oplossing verdwenen zijn, resulteert het toevoegen van meer bariumchloride-oplossing in een toename van de ionconcentraties en dus een toename van de geleidbaarheid. |
| Analysemethoden | Samenstelling van aanstekergas     | Metten | Wat is de samenstelling van aanstekergas?  | In deze activiteit onderzoeken leerlingen de samenstelling van aanstekergas met behulp van de nano <sub>2</sub> gaschromatograaf. Hierdoor doen zij ervaring op met de werking van de gaschromatograaf en maken zij kennis met de praktische mogelijkheden en beperkingen van deze techniek.  |
| Analysemethoden | Ijzergehalte in thee               | Metten | Welke bijdrage kan een dagelijks kopje thee leveren aan de ijzerinname?  | In deze activiteit onderzoeken leerlingen het verband tussen de extinctie van licht en de concentratie van een opgeloste stof. Dit verband gebruiken ze vervolgens om de onbekende concentratie van een oplossing te bepalen. Leerlingen voeren een standaard kwantitatieve analyse m.b.v. spectrofotometrie uit. Het leuke aan dit experiment is dat leerlingen ook zelf de extractie van ijzer uit thee kunnen uitvoeren. Hierdoor lijkt het net een "echte" analyse.   |
| Analysemethoden | Zuurgehalte van wijn               | Metten | Wat is het titreerbaar-zuurgehalte van wijn en wat zegt dit over de kwaliteit, oorsprong en eigenschappen van de wijn? | In deze activiteit voert de leerling zelf onderzoek uit naar het titreerbaar-zuurgehalte van wijn. Zij voeren hiertoe een zuur-base titratie uit waarbij het equivalentiepunt via een pH-sensor en/of een geleidbaarheidssensor wordt bepaald. Dit is een algemeen geaccepteerde maat voor de zuurgraad en kwaliteit van wijn en wordt in veel studies gebruikt. Deze activiteit is met name bedoeld als verdieping/differentiatie voor bepaalde leerlingen die zich de standaardlesinhoud over zuren en basen snel eigen hebben kunnen maken. Zij kunnen dan met deze activiteit aan de slag om iets uitgebreider en in een contextrijke opdracht aan de slag te gaan.   |
| Analysemethoden | Het kopergehalte in een muntstuk   | Metten | Wat is het kopergehalte in een muntstuk van 20 cent?   | In deze activiteit onderzoeken leerlingen de samenstelling van een legering. Eerst lossen zij een hoeveelheid van een muntje op in salpeterzuur, waarna met ammoniak een koper-ammoniak complex wordt gevormd. De intensiteit van de ontstane blauwe kleur is een maat voor de concentratie koper(II)-ionen in de oplossing, waardoor het kopergehalte in het muntstuk bepaald kan worden.  |



| Thema       | Titel                            | Type       | Onderzoeksvraag  | Omschrijving   |
|-------------|----------------------------------|------------|--|--|
| Biochemie   | Michaelis-Menten kinetiek        | Modelleren | Hoe verlopen reacties met enzymen?   | <p>In deze activiteit bestuderen leerlingen met behulp van een model de werking van een enzym. Aan de hand van het model beantwoorden zij vragen over de reactiesnelheid en de concentraties van de stoffen op een gegeven moment. Als het model werkt, worden de constanten uit de Michaelis-Menten benadering voor de snelheid van de reactie bepaald. Om dit te controleren maken leerlingen ook een Lineweaver-Burk plot, waarin de snijpunten van de grafiek met de assen informatie over die constanten geven.</p> <p>Dit onderwerp sluit goed aan bij domein G1 (Chemie van het leven), aangezien het over (de werking van) enzymen gaat. Daarnaast wordt het gekoppeld aan de reactiesnelheid en wordt er met modellen gewerkt.</p> <p>Enige voorkennis van grafisch modelleren in Coach is gewenst. Leerlingen beginnen met een basismodel waarin de eerste helft van de reactie al is gemodelleerd. Dit bekijken ze goed en breiden ze uit met de tweede helft van de reactie, waarin het product wordt gevormd.</p> |
| Evenwichten | Gassen in evenwicht              | Modelleren | Hoe kun je het evenwicht tussen $N_2O_4$ en $NO_2$ modelleren?                         | <p>In deze activiteit wordt een bestaand model van de aflopende reactie van <math>N_2O_4</math> tot <math>NO_2</math> uitgebreid tot een model voor het evenwicht. Om leerlingen te leren kritisch naar het model te kijken, wordt de concentratiebreuk gebruikt om hun model te controleren. De nadruk ligt op het gebruik van het model en minder op het begrip van evenwicht.</p>   |
| Evenwichten | Inleiding tot evenwichten        | Metten     | Wat is een chemisch evenwicht?   | <p>In koolzuurhoudend water treedt er een evenwicht op tussen aan de ene kant kalksteen en koolstofdioxide en aan de andere kant opgeloste calciumwaterstofcarbonaat. In deze activiteit gebruiken leerlingen een geleidbaarheidssensor om dit dynamisch evenwicht te bestuderen.</p>  |
| Evenwichten | Verdelingsevenwicht              | Modelleren | Welke factoren beïnvloeden de insteltijd en samenstelling van een verdelingsevenwicht? | <p>In deze activiteit onderzoeken leerlingen het verdelingsevenwicht van het tweelagensysteem jood in water en jood in hexaan (wasbenzine). Leerlingen bouwen een dynamisch model om te bestuderen welke variabelen welke invloed uitoefenen op (het instellen van) een verdelingsevenwicht</p>  |
| Evenwichten | Compartimentenmodel              | Modelleren | Welke factoren beïnvloeden de verdeling van een (schadelijke) stof over het lichaam?   | <p>In deze activiteit onderzoeken leerlingen een compartimentenmodel. Hierin worden de verschillende onderdelen van het lichaam beschouwd als afgesloten eenheden (compartimenten) waartussen uitwisseling van stoffen plaatsvindt. In deze activiteit gaan we een model met drie compartimenten opstellen en gebruiken: weefsel, bloed en botten. Leerlingen bouwen een dynamisch model om te bestuderen welke variabelen welke invloed uitoefenen op (het instellen van) een verdelingsevenwicht. Ook wordt er gewerkt met accumulatie.</p>  |
| Evenwichten | Medicijninname                   | Modelleren | Hoe werkt de opname van een medicijn?  | <p>In deze activiteit onderzoeken leerlingen met behulp van een compartimentenmodel de opname van medicijnen door het lichaam. Het compartimentenmodel uit een eerdere opgave wordt aangepast en uitgebreid om de periodieke opname van medicijnen te modelleren (in tegenstelling tot de continu opname door bijvoorbeeld luchtvervuiling).</p>   |
| Evenwichten | Een chemisch evenwicht verstoren | Modelleren | Hoe kan de ligging van een evenwicht verstoord worden en welk effect heeft dat?        | <p>In deze activiteit gaan leerlingen verder met het chemisch evenwicht zoals dat in een eerdere activiteit gebruikt is. Door het <math>[NO_2]:[N_2O_4]</math> evenwicht te beïnvloeden via voorvallen kan een verstoring van het chemisch evenwicht gemodelleerd worden. Het evenwicht zal zich vervolgens opnieuw instellen. In de nieuwe evenwichtssituatie zijn de concentraties en is het evenwicht verschoven om de verstoring teniet te doen. Op die manier maken leerlingen kennis met het principe van Le Chatelier of diepen hun kennis daarover uit.</p> <p>Voorkennis over de aard van een chemisch evenwicht is vereist voor deze activiteit.</p>   |



| Thema           | Titel                                       | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|-----------------|---|------------|---|---|
| Evenwichten     | Kobalt(II)-complexen in evenwicht           | Meten      | Hoe verandert het evenwicht in een aangezuurde kobalt(II)chloride oplossing?                  | In deze activiteit gebruiken leerlingen een spectrofotometer om het dynamisch evenwicht tussen gehydrateerd en gechloreerd kobalt(II) te bestuderen. De ligging van dit evenwicht is zeer duidelijk, omdat de linker- en rechterkant van de reactievergelijking verschillende kleuren hebben (gehydrateerd kobalt(II) is roze, gechloreerd kobalt(II) is blauw). Daardoor is de verschuiving van het evenwicht ook goed te volgen. Dit evenwicht is vergelijkbaar met het stikstofoxidenevenwicht, omdat ook in dat evenwicht de verschuiving goed te volgen is doordat er een kleurverandering optreedt. Doordat het hier om oplossingen gaat, is het voor leerlingen makkelijker om hands-on aan de slag te gaan. |
| Reactiekinetiek | Reactiesnelheid en reactie-orde             | Meten      | Wat is de reactiesnelheid en reactie-orde van de reactie tussen thiosulfaationen en zoutzuur? | In deze activiteit bekijken leerlingen de reactie tussen thiosulfaat-ionen en zoutzuur. Door met behulp van een troebelheidssensor de hoeveelheid licht die door het mengsel wordt doorgelaten te meten, kan de reactiesnelheid bepaald worden. Door deze meting in de tijd uit te voeren, kan de reactie-orde bepaald worden.  |
| Reactiekinetiek | Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden | Meten      | Welke factoren beïnvloeden de snelheid van een chemische reactie?                             | In deze activiteit bekijken leerlingen de reactie tussen magnesium en zoutzuur onderzoeken. Ze laten de reactie onder verschillende omstandigheden (temperatuur, verdelingsgraad en concentratie) plaatsvinden. Er wordt waterstofgas geproduceerd. Dit zorgt voor een toename van druk in het reactievat. Met behulp van de druksensor kan deze toename in de tijd gemeten worden.   |
| Reactiekinetiek | Reactiesnelheid van magnesium en zoutzuur   | Videometen | Wat is de reactiesnelheid van de reactie tussen magnesium en zoutzuur?                        | In deze activiteit bekijken leerlingen de reactie tussen magnesium en zoutzuur. Dit doen ze aan de hand van een filmpje. Door de hoeveelheid gas die gevormd wordt in de tijd te volgen, kan de reactiesnelheid bepaald worden.   |
| Reactiekinetiek | Modelleren van aflopende reacties           | Modelleren | Hoe verlopen aflopende reacties?  | In deze activiteit bestuderen leerlingen met behulp van modellen het verloop van aflopende reacties. Aan de hand van de modellen beantwoorden zij vragen over de reactiesnelheid en de concentraties van de stoffen op een gegevens moment. Ook ga je zelf veranderingen aan de modellen doen, om het model overeen te laten komen met een "echte" reactie. Deze activiteit bestaat uit drie delen (a, b en c) waarin verschillende soorten aflopende reacties worden bekeken.  |
| Reactiekinetiek | Kristalviolet: model en meting              | Modelleren | Hoe verloopt de reactie tussen kristalviolet en natronloog?                                   | In deze activiteit vergelijken leerlingen een model met een echte meting. Een oplossing van de stof kristalviolet (KV) heeft een paarse kleur. Als deze oplossing gemengd wordt met natronloog (een oplossing van natriumhydroxide in water) vindt er een reactie plaats waarbij de kristalviolet reageert. Leerlingen krijgen hierdoor iets meer gevoel voor wat de variabelen en constanten in een bepaald model voor reactiesnelheid betekenen. Met name de waarde voor k is belangrijk: deze zorgt voor de helling van de grafiek en is daarmee de belangrijkste factor om de fit zo goed mogelijk te maken.  |
| Reactiekinetiek | Invloed van een katalysator                 | Meten      | Wat is de invloed van een katalysator op de ontleding van waterstofperoxide?                  | In deze activiteit onderzoeken leerlingen zelf de gekatalyseerde ontleding van waterstofperoxide. Leerlingen stellen tijdens het experiment ook zelf de reactievergelijking op. Eerst voeren zij een "blanco" meting uit: een gestelde hoeveelheid waterstofperoxide-oplossing en een gestelde hoeveelheid bruinsteen. Vervolgens gaan zij zelf een onderzoeksopzet bedenken om de invloed van (de hoeveelheid van) de katalysator te onderzoeken.  |
| Reactiekinetiek | Invloed van de verdelingsgraad              | Meten      | Wat is de invloed van de verdelingsgraad op de reactiesnelheid?                               | In deze activiteit onderzoeken leerlingen de invloed van de verdelingsgraad m.b.v. bruistabletten. Eerst voeren zij een "blanco" meting uit: een volledige bruistablet wordt gemengd met water. Vervolgens gaan zij zelf een onderzoeksopzet bedenken om de invloed van de verdelingsgraad te onderzoeken.  |





| Thema           | Titel                          | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|-----------------|--------------------------------|------------|---|---|
| Reactiekinetiek | Magnesium met zoutzuur - model | Modelleren | Wat is de reactiesnelheids-vergelijking voor de reactie van magnesium met zoutzuur? | In deze activiteit onderzoeken leerlingen de reactie tussen magnesium en zoutzuur. Dit doen ze aan de hand van een meetresultaat van een videometing en een model. Uit de reactievergelijking blijkt dat er tijdens de reactie een gas wordt gevormd. Door te meten hoeveel gas er gedurende een bepaalde tijd ontstaat, is de reactiesnelheid te bepalen. In deze activiteit gebruiken de leerlingen de metingen uit een bestaande activiteit om een model voor de reactie op te zetten en te bestuderen.  |
| Reactiekinetiek | Invloed van de concentratie    | Metten     | Wat is de invloed van de concentratie op de reactie tussen zoutzuur en magnesium?   | In deze activiteit onderzoeken leerlingen zelf de reactie tussen zoutzuur en magnesium. Dat er gas ontstaat is door de vorming van belletjes duidelijk te zien. De hoeveelheid gas die er per seconde ontstaat kun je met behulp van een gasmeetspuit en draaihoeksensor meten. Door te meten hoe snel er gas ontstaat, krijg je een idee van de snelheid van de reactie. Eerst voeren ze het experiment kwalitatief uit. Een willekeurig stukje magnesium wordt in een willekeurige hoeveelheid zoutzuur geplaatst. Aan deze reactie doen leerlingen waarnemingen (gasontwikkeling, exotherme reactie). Vervolgens doen ze een meting waarbij voor een afgemeten hoeveelheid zoutzuur en gewogen hoeveelheid magnesium de gasontwikkeling daadwerkelijk gemeten wordt. Vervolgens gaan zij zelf een onderzoeksopzet bedenken om de invloed van de concentratie te onderzoeken. |
| Reactiekinetiek | Diffusie in beeld              | Videometen | Hoe verplaatsen deeltjes zich door een oplossing?                                   | In deze activiteit maken leerlingen diffusie zichtbaar. Door een schaalpje te vullen met water waar een indicator aan is toegevoegd en vervolgens een vast zuur en een vaste base aan de buitenkanten in te brengen, zal er een kleurverandering optreden. Dit front zal zich door de oplossing bewegen, totdat de twee opgeloste stoffen met elkaar in contact komen. Aangezien er gewerkt wordt met waterstofcarbonaationen, zal er op het raakvlak koolstofdioxide ontstaan. Dit is met het blote oog waar te nemen: er ontstaan gasbellen. Door van bovenaf een video-opname te maken kan de beweging van het kleurenfront gevolgd worden en kan de snelheid bepaald worden.  |
| Redoxreacties   | Ijzergehalte in staalwol       | Metten     | Wat is het gehalte ijzer in staalwol?   | In deze activiteit voert de leerling zelf een titratie uit om ijzergehalte in staalwol te bepalen. Het equivalentiepunt kan worden bepaald uit de titratiecurve. Als extra dimensie wordt in deze activiteit gebruik gemaakt van een automatische titrator (een stappenmotor met spuit) waardoor de titratievloeistof met constante snelheid kan worden toegevoegd. Daarmee gaat het in dit experiment vooral om het opzetten en analyseren van het experiment. Het tussenliggende deel, de titratie zelf, wordt automatisch uitgevoerd nadat binnen de lesactiviteit op Start gedrukt is   |
| Redoxreacties   | De blauwe fles                 | Metten     | Hoe werkt de blauwe fles?   | In deze activiteit krijgt de leerling een afgesloten erlenmeyer met een kleurloze (of lichtgele) vloeistof. Om de proef in te leiden, kan de docent de vloeistof heftig schudden. Vervolgens gaan de leerlingen zelf onderzoek doen met behulp van onder andere een ORP-sensor.   |
| Thermodynamica  | Endo- en exotherme reacties    | Metten     | Hoe verandert de temperatuur tijdens een chemische reactie?                         | In deze activiteit wordt de temperatuurverandering tijdens vier verschillende chemische reacties gemeten. Vervolgens moeten de leerlingen aangeven of het een endo- of exotherme reactie betreft.   |
| Thermodynamica  | Energie uit voedsel            | Metten     | Hoeveel energie zit er in voedsel?  | In deze activiteit wordt de temperatuurverandering van water ten gevolge van het verbranden van voedsel onderzocht. Daarna berekenen de energie die tijdens de verbranding is vrijgekomen om vervolgens de energie-inhoud van het voedsel te bepalen.   |



| Thema          | Titel                             | Type       | Onderzoeksvraag   | Omschrijving  |
|----------------|-----------------------------------|------------|---|---|
| Thermodynamica | Verbrandingswarmte                | Metten     | Wat is de verbrandingswarmte van magnesium?   | In deze activiteit meten leerlingen de temperatuurverandering van een oplossing ten gevolge van twee reacties. Met deze gegevens en wat literatuurwaarden berekenen zij de energieverandering van de reacties en berekenen zij de verbrandingswarmte van magnesium zonder deze reactie uit te voeren.   |
| Thermodynamica | Energieverandering - wet van Hess | Metten     | Hoe wordt de wet van Hess toegepast?  | In deze activiteit meten leerlingen de temperatuurverandering ten gevolge van drie verschillende, maar vergelijkbare reacties. Met de meetresultaten kan de reactie-energie per reactie berekend worden via $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ . Vervolgens kan, door het combineren van reacties, de geldigheid van de wet van Hess bewezen worden.  |
| Thermodynamica | Temperatuur van vlammen           | Metten     | Waardoor wordt de temperatuur van de vlam beïnvloed?  | Dit experiment is een kwantitatieve uitbreiding op het branderpracticum zoals dat vaak in de tweede en/of derde klas uitgevoerd wordt. In dat practicum wordt een gaasje verticaal in de vlam gehouden, waarna aan de hand van het gloeipatroon bepaald kan worden waar de vlam het warmst is. In dit experiment wordt de temperatuur ook daadwerkelijk gemeten.  |
| Thermodynamica | Warmtepleisters onderzoeken       | Metten     | Hoe werkt een warmtepleister?   | In deze activiteit bestuderen leerlingen de werking van een warmtepleister. Deze kompressen bevatten een mengsel van pyrofoor ijzer, koolstof, zout en water en worden luchtdicht verpakt onder stikstofatmosfeer. Na openen komt het ijzer in contact met zuurstof en begint het ijzer te roesten. Dit is een exotherm proces: het kompres wordt warm. Leerlingen bedenken zelf een experimentele opzet waarmee onderzocht kan worden welke reactie(s) er plaats vinden. Idealiter bedenken ze dat ze de temperatuur en het zuurstofgehalte kunnen meten. Op die manier kunnen leerlingen zelf bevestigen dat er inderdaad zuurstof verbruikt wordt voor het opwarmen. |
| Thermodynamica | Metten met FLIR                   | Videometen | Hoe kan tijdens een meting ook IR video opgenomen worden?   | Tijdens deze activiteit meten de leerlingen de temperatuur van een proces waarbij de temperatuur verandert en combineren de meting met een gesynchroniseerde videometing met behulp van de FLIR IR Camera. Het is aan de docent of hij/zij een standaard experiment laat uitvoeren door de leerlingen, of dat ze zelf een experiment moeten uitproberen met de FLIR.  |
| Zuren en basen | Zuur-base titratie                | Metten     | Hoe bepaal je experimenteel de concentratie van een zure oplossing?                                 | In deze activiteit voert de leerling zelf een titratie uit om de concentratie van een zure oplossing te bepalen. Het equivalentiepunt kan worden bepaald uit de titratiecurve. Alternatief kunt u er ook voor kiezen om van een indicatorvloeistof gebruik te maken.  |
| Zuren en basen | Zuur of basisch?                  | Metten     | Zijn de onderzochte huishoudelijke stoffen zuur of basisch?   | In dit eenvoudige experiment voorspellen leerlingen welke huishoudelijke oplossingen zuur, basisch of pH-neutraal zijn. Aan de hand van metingen met een pH sensor testen zij deze voorspellingen. Dit experiment is zeer geschikt voor de onderbouw als inleiding van het begrip 'pH'.   |
| Zuren en basen | Twee keer kalkwater               | Metten     | Wat is kalkwater en hoe werkt het?  | In dit experiment onderzoeken leerlingen de werking van kalkwater. Leerlingen onderzoeken de capaciteit om CO <sub>2</sub> te binden met behulp van de CO <sub>2</sub> -sensor. Door in een milieu verzadigd met CO <sub>2</sub> kalkwater te introduceren, zal het CO <sub>2</sub> gehalte afnemen. Vervolgens onderzoeken leerlingen hoe de geleidbaarheid van het kalkwater verandert als er continu CO <sub>2</sub> wordt toegevoegd.   |
| Zuren en basen | Colageiser en pH                  | Metten     | Hoe verandert de pH tijdens het "colageiser" experiment en welke variabelen spelen hierbij een rol? | In dit experiment onderzoeken leerlingen de pH-verandering als gevolg van de snelle ontwijking van CO <sub>2</sub> . Door het verwijderen van de CO <sub>2</sub> zal de hoeveelheid koolzuur afnemen en zal de cola minder zuur worden. Als de meting nauwkeurig gedaan wordt, is dit goed te meten. Dit experiment is leerlinggestuurd opgezet. Na een initiële demonstratie van de geiser en instructie over de pH-sensor moeten de leerlingen zelfstandig, zonder al te veel aanwijzingen, aan de slag. Zij bedenken zelf hoe ze het experiment uitvoeren, wat ze willen meten en hoe dit hun metingen beïnvloedt.   |



| Thema          | Titel                                   | Type   | Onderzoeksvraag  | Omschrijving  |
|----------------|---|--------|--|---|
| Zuren en basen | Titratie met de titrator                | Metten | Hoe bepaal je experimenteel de concentratie van een zure oplossing?                                      | In deze activiteit voert de leerling zelf een titratie uit om de concentratie van een zure oplossing te bepalen. Het equivalentiepunt kan worden bepaald uit de titratiecurve. Als extra dimensie wordt in deze activiteit gebruik gemaakt van een automatische titrator (een stappenmotor met spuit) waardoor de titrant met constante snelheid kan worden toegevoegd. Daarmee gaat het in dit experiment vooral om het opzetten en analyseren van het experiment. Het tussenliggende deel, de titratie zelf, wordt automatisch uitgevoerd nadat binnen de lesactiviteit op Start gedrukt is.  |
| Zuren en basen | Geleidbaarheidstitratie met de titrator | Metten | Hoe bepaal je experimenteel door het meten van de geleidbaarheid de concentratie van een zure oplossing? | In deze activiteit voert de leerling zelf een titratie uit om de concentratie van een zure oplossing te bepalen. Het equivalentiepunt kan worden bepaald uit de curve. Anders dan bij een pH-curve (waar het equivalentiepunt bij de grootste verandering ligt) is dit bij een curve van de geleidbaarheid het punt waarop de geleidbaarheid het laagst is. Immers zijn er op het equivalentiepunt relatief weinig geladen deeltjes aanwezig, waardoor de geleidbaarheid laag is. Als extra dimensie wordt in deze activiteit gebruik gemaakt van een automatische titrator (een stappenmotor met spuit) waardoor de titrant met constante snelheid kan worden toegevoegd. Daarmee gaat het in dit experiment vooral om het opzetten en analyseren van het experiment. Het tussenliggende deel, de titratie zelf, wordt automatisch uitgevoerd nadat binnen de lesactiviteit op Start gedrukt is. |
| Zuren en basen | Titratiecurve van een aminozuur         | Metten | Hoe wordt de reactiviteit en vorm van een aminozuur beïnvloedt door de omgeving?                         | In deze activiteit voert de leerling zelf een titratie van een willekeurig aminozuur uit. Het doel is om kennis te maken met amfolyten, het aminozuur als dubbelion, het iso-elektrisch punt en de werking van buffers. Eerst wordt het aminozuur volledig geprotoneerd, waarna titratie met een sterke base plaatsvindt.   |