



Bachelorproef

Atomic Universe

Een Krachtige en Educatieve Werkvorm

Student: Yves De Meersman

Promotoren: Wim Temmerman en Bram Robberecht

Indiendatum: 31/05/2024

1 Voorwoord

Wiskunde, wetenschappen en in het bijzonder chemie: wat mij betreft de ziel voor ontwikkeling en vooruitgang, de grondstoffen voor logisch, kritisch en probleemoplossend denken.

Na het middelbaar onderwijs in wiskunde en wetenschappen heb ik resoluut voor een passie in de horeca gekozen. 15 Jaar ben ik aan de slag geweest als kok en bijna 7 jaar geleden heb ik de switch gemaakt naar het onderwijs, waar ik een nieuwe passie ontdekt heb in mijn onderwijsvakken PV- en TV-Voeding.

Op mijn 39^e, 4 jaar geleden, heb ik de 'Educatieve Bachelor Chemie-Wiskunde' opgestart. Enerzijds vanwege de vele jobwissels in het onderwijs. Anderzijds voelde ik een manco na mijn middelbare studies. Ik wenste graag mijn bachelor alsnog te halen om uiteindelijk de middelbare studies een gunstig gevolg geven.

Chemie en wiskunde zijn dan een logisch gevolg geweest. Ook hierin schuilen passies. De wetenschappen in het algemeen zijn altijd aanwezig geweest in mijn interessegebieden van de voedingsindustrie over het heelal tot het onderwijs. In elk facet trouwens van mijn dagelijks leven sluipt enige zin voor wiskundig en wetenschappelijk denken en handelen.

Als slotstuk in de opleiding zal deze bachelorproef het laatste wapenfeit geweest zijn. De uitkomst van dit onderzoek is een educatieve en creatieve werkvorm. Atomic Universe is een kaartspel dat op verschillende manieren kan ingezet worden in de lessen chemie en antwoord moet bieden aan de leerproblemen en diverse noden binnen het chemie-onderwijs voor de leerlingen van de 2^e graad en bij uitbreiding ook de 3^e graad. De spelvormen kunnen ingezet worden om elementaire basisbegrippen en essentiële concepten van de lessen chemie een gunstig verloop te laten kennen.

De bachelorproef werd uitgetest in twee klassen op het Atheneum De Wispelberg in Gent. Ik dank mijn mentor de heer Bram Blancke om hiervoor tijd te reserveren. Bij uitbreiding dank ik ook graag de twee andere mentoren op De Wispelberg, mevrouw Marieke Verstraete en de heer Simon Oosterlynck, en de directie en de collega's op de school Het Spectrum, eveneens in Gent en waar ik werkzaam ben, voor hun tips en opmerkingen tijdens deze bachelorproef.

Een welgemeende dank aan mijn promotoren de heren Bram Robberecht en Wim Temmerman die me tijdens dit project de nodige begeleiding, flexibiliteit, tips en aandachtspunten aanreikten. Bij uitbreiding dank ik ook alle docenten die me gedurende 4 academiejaren met kennis overspoelden en verrijkten, me van diepte-inzichten in onderwijs, mens en maatschappij vervulden en van wie ik alleen maar mooie herinneringen overhoud. Speciale vermelding gaat hierbij naar de heer Stijn Buysschaert die me als opleidingscoördinator van bij het eerste gesprek wist te overtuigen om me aan de Odisee Co-Hogeschool te verbinden. Daar heb ik op geen enkel moment spijt van gehad. Dat moment kan ondertussen voor mij als 'historisch' gecategoriseerd worden.

Een heel speciale dank gaat ook uit naar het thuisfront. Mijn vrouw en kinderen hebben regelmatig mijn aandacht en aanwezigheid moeten missen. Zij kijken enorm uit naar het einde van de opleiding. Iets in mij zegt dat ook. Iets in mij zegt ook dat mijn honger naar kennis nooit zal gestild worden.

2 Inhoudsopgave

1	Voorwoord.....	3
2	Inhoudsopgave.....	5
3	Samenvatting	7
4	Inleiding.....	9
5	Wetenschappelijke literatuur	11
5.1	Leerproblemen in het chemie-onderwijs	11
5.1.1	Nomenclatuur en symbolen	12
5.1.2	Wiskundig denken en chemische rekenvaardigheden.....	13
5.1.3	Abstract en conceptueel denken	14
5.1.4	Praktische vaardigheden	16
5.2	Besluit.....	16
6	Theoretisch kader	18
6.1	Constructivisme	18
6.2	Executieve Functies.....	19
6.3	Onderzoeksdoel en onderzoeksvraag	19
7	Aanpak.....	21
8	Resultaten.....	22
8.1	Leerlingen	22
8.2	Leerkrachten	24
8.3	Besluit.....	26
8.4	Ontwerpeisen	27
9	Conclusie	30
9	Bronnen	32
10	Bijlagen	34
	Bijlage 1 – Onderzoeksmethoden.....	34
	Bijlage 2 – Interviewleidraad bij leerkrachten.....	35
	Bijlage 3 - Enquête bij leerkrachten	36
	Bijlage 4 – Observatieschema's	38

Bijlage 5 – Tijdsplanning (Gantt-Chart)	43
Bijlage 6 – Woordenwolken	46
Bijlage 7 – Speelkaarten (1 ^e ontwerp).....	47
Bijlage 8 – Verschillende spelvormen	53
A – Spelvorm – Verbindingsspel	53
B – Spelvorm – Challenge !.....	53
C – Spelvorm – Balance !.....	54
D – Spelvorm – Atoomalliantie.....	55
E – Zuren en basen (3 ^e graad).....	56
F – Andere Spelvormen	56
Bijlage 9 – Sfeerbeelden.....	57

3 Samenvatting

‘Atomic Universe’ is een krachtige en educatieve werkvorm in de lessen chemie. Met ‘Atomic Universe’ kan je verschillende kaartspellen spelen in de lessen chemie. Het vernieuwend kaartspel maakt jouw chemielessen rijker en leerzamer.

De speelkaarten bevatten modellen van ruimtelijke structuren en een massa gegevens van de eerste 18 elementen uit het PSE van waterstof tot en met Argon. Atomic Universe kan ingezet worden in de verschillende leerstofonderdelen van de lessen chemie in verschillende jaren van zowel de doorstroom- als dubbele finaliteit.

De kaartspellen verhogen het leerrendement van jouw leerlingen en maken jouw chemielessen boeiender en dynamischer. Daarbovenop zet Atomic Universe in op de x-factor in het onderwijs: binding en verbinding met leerlingen en leerkrachten onderling.

Deze krachtige spelvorm is ontstaan uit het onderzoek naar verschillende leerproblemen in de lessen chemie. Deze leerproblemen zijn heel divers en vaak ook leerlinggebonden. De conclusies uit het vooronderzoek brachten naar voren dat de actieve werkvorm zo divers en verschillend mogelijk dienen ingezet te worden. De impact van de kaartspellen in de testmomenten overtroffen de verwachtingen.

Atomic Universe biedt antwoord op verschillende leerproblemen in de lessen chemie. Met de kaartspellen wordt ingezet op herhaling en vastzetting van diverse basisbegrippen en -concepten.

Kern- en trefwoorden

Chemie – Educatieve werkvorm – Krachtige leeromgeving – Spelvorm – Executieve functies – Kaartspel

Referentielijst

- Becker, N., Stanford, C., Towns, M., & Cole, R. (2015). Translating across macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels: the role of instructor facilitation in an inquiry-oriented physical chemistry class. *Chemistry Education. Research And Practice*, 16(4), 769–785.
- John K. Gilbert, David Treagust, Gilbert, J. K., Treagust, D., Gilbert, J. K., & Treagust, D. (Reds.). (2009). Multiple representations in chemical education. In *Models And Modeling in Science Education* (Vol. 4). Springer Science+Business Media B.V.
- Krisvandenbranden. (2022, 7 januari). *Executieve functies ontwikkelen: het belang van spel, taal en muziek*. DUURZAAM ONDERWIJS
- Üce, M., & Ceyhan, İ. (2019). Misconception in Chemistry Education and Practices to Eliminate Them: Literature Analysis. *Journal Of Education And Training Studies*, 7(3), 202.

Voor vragen, tips en opmerkingen: yves.demeersman@onderwijs.gent.be

4 Inleiding

Tijdens mijn studies in de maand augustus 2023 voor chemie in EP3 stelde ik mij de vraag welke activerende werkvormen er voor dat vak zoal bestaan. Het is geen geheim om te stellen dat leerlingen in de 2^e en 3^e graad van het TSO en ASO vaak met abstracte concepten te maken hebben met de leerstofonderdelen in chemie. De lessen chemie in zijn strikt theoretische vorm bieden weinig concreets of tastbaars voor alles wat zich op nanoschaal afspeelt.

In het *chemiebad* waarin ik me zelf bevond in die maand kreeg ik het idee om een vernieuwend kaartspel te ontwikkelen. Zonder al te veel vooruit te lopen op het product zelf heb ik vervolgens een klein vooronderzoek gedaan naar didactische en activerende werkvormen voor chemielessen. Meer bepaald heb ik ingezoomd op een aantal spelvormen die online te vinden zijn. De eerlijkheid gebiedt mij te zeggen dat er maar weinig te vinden zijn die aantrekkelijk zijn qua vorm en inhoud.

Dit onderzoeksproject kadert in een bachelorproef voor het secundair onderwijs van de 2e en/of 3e graad in het TSO en/of ASO. Met deze bachelorproef wil ik de efficiëntie van het verwerken van de leerstof in de lessen verhogen. Ik wil de leerlingen een beter begrip bijbrengen van de verschillende begrippen en concepten rond atomen en moleculen m.b.t. atoom- of molecuulmassa, atoom- of molecuulgrootte, atoomstraal, elektronegativiteit, aggregatietoestand, oxidatiegetallen, elektronenconfiguratie, smelt- en kookpunt, ...

Daarnaast moet de actieve werkvorm ook uitzicht bieden op uitbreiding van de kennis. Mij lijkt het logisch dat wanneer het frame klaar is met de basisbegrippen heel eenvoudig moet kunnen ingezet worden op de chemische binding, zuurtegraad of alkaliniteit van moleculen.

De resultaten van het onderzoek en de testmomenten moeten inzicht bieden in de effectiviteit van de activerende werkvorm en kunnen bijdragen aan het verbeteren van de lessen chemie in het secundair onderwijs.

Het doel is alvast een positieve invloed te bewerkstelligen op de verschillende concepten van atomen en moleculen, te onderzoeken welke principes verbeterd worden en of de interesse voor de lessen chemie toegenomen is.

Ik wil een didactisch activerend model, product of spelvorm ontwerpen dat een aantal elementaire abstracte begrippen omhelst. Bij voorkeur een spelvorm dat verschillende didactische principes vervat. Een betere beheersing van de leerstofonderdelen hangt onlosmakelijk samen met meer concretisering en aanschouwelijkheid in de chemielessen.

Dat product moet tegelijk ook een innoverende en moderne blik hebben en multi-inzetbaar zijn. De spelvormen online waarvan eerder sprake geven me nogal een *kleurloze* indruk.

Dit product wordt uitgetest tijdens de stageweken in het tweede semester (april-mei). In de weken voorafgaand zullen ook andere onderzoeken en testmomenten plaatsvinden. De heren Wim Temmerman en Bram Robberecht zullen mijn promotoren zijn.

5 Wetenschappelijke literatuur

5.1 Leerproblemen in het chemie-onderwijs

Leerproblemen in het vak chemie kunnen zich manifesteren op verschillende niveaus, variërend van conceptuele misvattingen tot moeilijkheden bij het begrijpen van complexe formules en reacties. Hieronder volgt een neerslag met desgevallend een verwijzing naar de volgende bronnen die diagonaal tot uitgebreid werden bestudeerd.

- J.K. Gilbert en D. Treagust, 'Multiple Representation in Chemical Education', 2009 (hierna genoemd als: "Gilbert et al, 2009")
- Halil Tümay, 'Reconsidering learning difficulties and misconceptions in chemistry: emergence in chemistry and its implications for chemical education', 2016
- Online tijdschrift: 'Chemistry Education Research and Practice' (Hierna vermeld als CER&P, 2024)

Een veel voorkomend struikelblok is het abstracte karakter van chemische concepten, waarbij leerlingen moeite kunnen hebben met het visualiseren van de microscopische wereld en de interacties tussen de deeltjes.

Een ander veel voorkomend probleem is het begrijpen van chemische formules en vergelijkingen. Leerlingen kunnen worstelen met het interpreteren van symbolen en het toepassen van wiskundige concepten in chemische berekeningen. Dit kan leiden tot verwarring bij het balanceren van reactievergelijkingen en correcte berekeningen maken in de stoichiometrie.

Daarnaast ondervinden veel leerlingen moeilijkheden bij het begrijpen van abstracte begrippen zoals elektronenconfiguraties, bindingsstructuren en moleculaire geometrie. Deze concepten vereisen vaak een verschuiving van het gebruikelijke denkpatroon, wat voor sommigen een uitdaging kan vormen.

Praktische aspecten van het vak, zoals laboratoriumwerk, kunnen ook voor problemen zorgen. Leerlingen moeten niet alleen vertrouwd raken met veiligheidsvoorschriften en nauwkeurige metingen, maar ook de link leggen tussen theoretische concepten en experimentele resultaten.

Om deze leerproblemen aan te pakken, is een *gevarieerde didactische aanpak* essentieel. Leerkrachten kunnen gebruik maken van visuele hulpmiddelen (modellen), levensechte voorbeelden uit de industrie en alledaagse voorbeelden in de huis-, tuin- en keukenomgeving met praktische toepassingen om abstracte concepten tastbaar te maken. Actieve betrokkenheid, zoals groepsgesprekken en -discussies en laboratoriumwerk kunnen ook helpen bij het versterken van het begrip en het overwinnen van moeilijkheden in het leerproces van de verschillende leerstofonderdelen.

5.1.1 Nomenclatuur en symbolen

Symbolen worden uitgebreid gebruikt in het chemie onderwijs. Deze symbolische representaties nemen vele vormen aan en vormen een significant leerprobleem in de lessen chemie. Leerlingen worstelen vaak met het correct benoemen van chemische verbindingen en het correct toepassen van wiskundige symbolen en maateenheden.

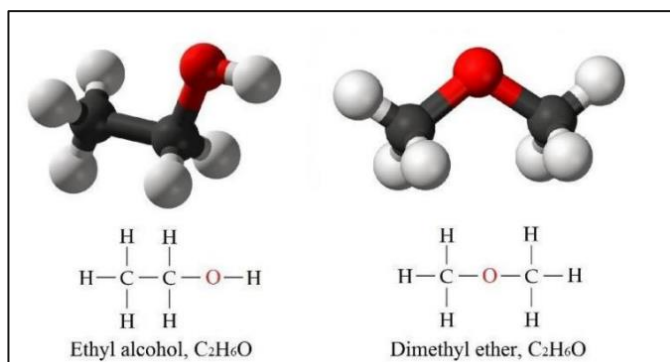
Een overzicht:

- Symbolen van elementen uit het PSE (Periodiek Systeem der elementen): H, He, B, Be, ... en elementen van welke de benaming zijn oorsprong vindt in het Latijn: Au, Pb, Sn, ...
- Atoomnummer A (Atomgewicht) en massagetal Z (Zahl) (oorsprong Duits).
- Grootheden zoals massa (m), volume (V), druk (P), temperatuur t (in °C) of T in K (Kelvin), lading (C), zuurtegraad (pH) ...
- Maateenheden zoals kg, mol, L, m^{-3} , $\frac{mol}{L}$, Pa, $\frac{N}{m^2}$, $\frac{J}{mol \cdot K}$, ...
- Constanten in de chemie: Getal van Avogadro N_A , Gasconstante R, Atomaire massa-eenheid u, massa van een proton, neutron en elektron (m_p , m_n , m_e), ...
- Oxidatiegetallen die gesymboliseerd worden met Griekse cijfers: +I, -I, +II, -II, +IV, -IV, ... en gebruik ervan in de naamgeving zoals ijzer(II)chloride en ijzer(III)chloride.
- Gebruik van andere Griekse letters zoals: ϵ , θ , Δ , Ω , α , β , γ , δ , ϑ , λ , π , φ , ω , ...

Het correct gebruiken en toepassen van een waaier aan symbolen is nochtans essentieel om effectief te communiceren in de taal van de chemie en om een diepgaand begrip te ontwikkelen (Gilbert et al, 2009).

Het gebruik van een overmaat aan (nieuwe) symbolen wordt vaak gecombineerd met een overvloed aan regels binnen de chemische nomenclatuur, waardoor het voor leerlingen uitdagend kan zijn om consistent en nauwkeurig te werken.

Een concreet voorbeeld van nomenclatuurproblemen doet zich voor bij de benaming van organische verbindingen. Leerlingen moeten de IUPAC-regels (International Union of Pure and Applied Chemistry) begrijpen en toepassen om systematische namen toe te kennen aan complexe moleculen. Bijvoorbeeld, het correct benoemen van



3D-molecuulmodel en skeletstructuur van ethylalcohol en dimethylether (CER&P, 2024)

een organische verbinding zoals CH3CH2OH en CH3OCH3 vereist het begrijpen van de prefixen, achtervoegsels en specifieke regels die verband houden met de aanwezige functionele groepen. Leerlingen die moeite hebben met nomenclatuur kunnen de regels verkeerd interpreteren, wat leidt tot onnauwkeurige benamingen en leerproblemen over de structuur van de verbinding.

Een ander aspect van nomenclatuurproblemen komt bijvoorbeeld naar voren bij het werken met ionen en chemische bindingen. Het correct benoemen van positieve en negatieve ionen (respectievelijk kationen en anionen), evenals het vormen van chemische formules, vereist een goed begrip van de ladingen van de ionen en de conventies voor het schrijven van formules. Bijvoorbeeld, het natriumion (Na^+) en het chloride-ion (Cl^-) vormen samen natriumchloride (NaCl). Leerlingen die moeite hebben met nomenclatuur kunnen de ladingen van ionen verwarren of de juiste namen niet associëren met de corresponderende symbolen.

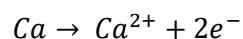
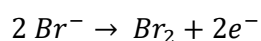
Een ander voorbeeld is wanneer leerlingen onjuiste symbolen gebruiken of deze verwarren met andere elementen. Bijvoorbeeld, het symbool 'O' vertegenwoordigt zuurstof, terwijl 'O₂' verwijst naar een zuurstofmolecuul.

Symbolen zijn dus een integraal onderdeel van de chemische geletterdheid waarbij leerlingen moeten vertrouwd raken met de elementaire symbolen en formules van chemische elementen. Leerlingen die moeite hebben met symbolen kunnen deze verkeerd interpreteren, wat leidt tot verwarring over de samenstelling van stoffen en chemische reacties (Gilbert et al, 2009)

5.1.2 Wiskundig denken en chemische rekenvaardigheden

Wiskundige vaardigheden spelen een cruciale rol in het vak chemie, waarbij leerlingen vaak worstelen met het toepassen van wiskundige concepten op chemische problemen. Het vermogen om wiskunde te gebruiken is cruciaal voor het begrijpen en oplossen van diverse chemische vraagstukken. Veel leerlingen ervaren moeilijkheden bij het integreren van wiskundige principes in hun chemische leerproces.

Een concreet voorbeeld van wiskundige uitdagingen in de lessen chemie ligt bij de stoichiometrie, een fundamenteel concept dat de kwantitatieve relatie tussen uitgangsstoffen en reactanten in chemische reacties onderzoekt. Een veelvoorkomende fout is het niet begrijpen van de wiskundige betekenis van de coëfficiënten in een reactievergelijking, wat kan leiden tot onnauwkeurige berekeningen. Leerlingen moeten balans brengen in chemische vergelijkingen en dat kan wel eens storend werken wanneer omgekeerd geredeneerd moet worden. Zo wordt er bij het optellen en aftrekken van (negatieve) elektronen respectievelijk een negatieve en positieve lading verkregen ("Gilbert et al, 2009").



In de stoichiometrie leren leerlingen rekenen met mol-verhoudingen om de hoeveelheid stoffen in een reactie te berekenen. Dit vereist niet alleen een begrip van chemische principes, maar ook het vermogen om algebraïsche berekeningen uit te voeren. Leerlingen die moeite hebben met wiskundige vaardigheden kunnen deze stap niet effectief volbrengen, wat leidt tot fouten bij het oplossen van stoichiometrische vraagstukken.

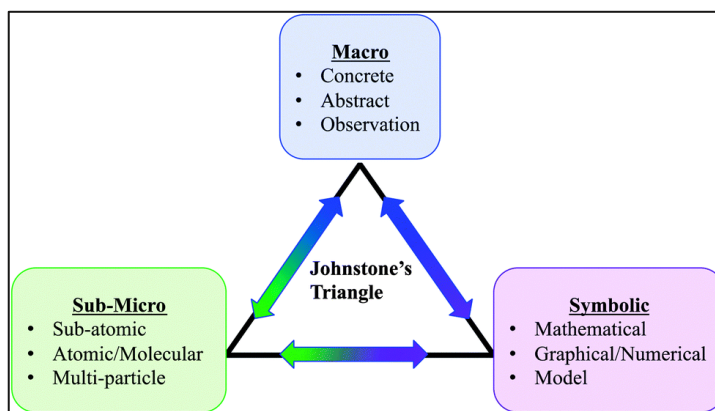
Een veelvoorkomend leerprobleem doet zich voor bij het omrekenen van eenheden, zoals het omzetten van massa naar mol of het bepalen van de concentratie van een oplossing. Leerlingen kunnen moeite hebben met het identificeren van de juiste omrekeningsfactoren en het toepassen van de juiste formules. Bijvoorbeeld, het omrekenen van gram naar mol vereist het gebruik van de molaire massa van de stof. Leerlingen dienen een goed begrip te hebben over hoe deze waarden worden toegepast en omgerekend in de berekeningen.

Bij de begrippen rond gaswetten en kinetiek, waarbij druk, volume, temperatuur en reactiesnelheden worden bestudeerd, kunnen leerlingen problemen ondervinden bij het toepassen van de ideale gaswet of het interpreteren van gegevens van experimenten. Het correct gebruiken van de juiste gasconstante en het begrijpen van de eenheden in de gaswetvergelijkingen zijn heel belangrijk voor een nauwkeurige analyse, maar dit vereist vaak een diepgaand begrip van de wiskundige principes die aan de basis liggen.

Chemische rekenvaardigheden vormen dus een essentieel aspect van het vak chemie. Het leerprobleem met chemische rekenvaardigheden en de toepassing ervan met een veelvoud aan (nieuwe) symbolen kan gepaard gaan met een gebrek aan wiskundige concepten en de toepassing ervan op chemische vraagstukken.

5.1.3 Abstract en conceptueel denken

Abstract denken is een veelvoorkomend leerprobleem in het vak chemie, waarbij leerlingen moeite hebben met het begrijpen van concepten die zich afspelen op microscopisch niveau en niet direct waarneembaar zijn. De discipline vereist het vermogen om te schakelen tussen macroscopische, microscopische en symbolische niveaus van representatie, zoals voorgesteld



Johnstone's MMS-Model (Royal Society of Chemistry, 2016)

door Johnstone's MMS-model (Macroscopisch, Microscopisch, Symbolisch). Het begrijpen van abstracte concepten in de lessen chemie is cruciaal voor een diepgaand begrip van chemische fenomenen, maar veel leerlingen ervaren hierbij uitdagingen (Halil Tümay, 2016).

Een van de concrete voorbeelden van abstract denken in de lessen chemie is het begrip van atomen en moleculen. Terwijl leerlingen op het macroscopische niveau chemische reacties observeren, bijvoorbeeld het mengen van verschillende vloeistoffen, moeten ze in staat zijn om dit te relateren aan de microscopische wereld van atomen en moleculen die op het microscopisch niveau wordt vertegenwoordigd door het symbolisch niveau met chemische

formules en vergelijkingen. Leerlingen die abstract denken moeilijk vinden, hebben vaak moeite om deze schakeling te maken, wat leidt tot leerproblemen en misvattingen over de aard van materie en chemische reacties.

Een ander voorbeeld van abstract denken is te vinden bij het begrijpen van chemische bindingen. Op het macroscopische niveau ervaren leerlingen eigenschappen van stoffen, zoals de hardheid of flexibiliteit van metalen of de broosheid van glas. Om deze macroscopische eigenschappen te verklaren, moeten ze echter begrijpen hoe atomen op microscopisch niveau met elkaar verbonden zijn. Het vereist het vermogen om abstract te redeneren over de aard van chemische bindingen en hoe deze bindingen leiden tot specifieke macroscopische eigenschappen van stoffen (Halil Tümay, 2016; Gilbert et al, 2009).

Abstract denken komt ook naar voren bij het begrip van chemische reactiemechanismen. Leerlingen moeten zich voorstellen hoe atomen en moleculen op microscopisch niveau samenwerken om reacties te vormen en producten te genereren. Dit vereist het kunnen visualiseren van processen die niet direct waarneembaar zijn. Leerlingen die moeite hebben met abstract denken, hebben vaak moeite om deze reactiemechanismen te begrijpen, wat hun vermogen om complexere chemische concepten te begrijpen beïnvloedt.

Een bekend voorbeeld is de synthese van water uit de reactie van waterstof en zuurstof. De eigenschappen van water zijn niet aanwezig in en al zeker niet af te leiden uit de atomen waterstof en zuurstof. De kenmerken van water zijn een gevolg van de moleculaire interacties en configuraties van de samenstellende atomen ('Chemistry Education Research and Practice', 2016). Een ander voorbeeld is het aromatisch karakter, dat niet aanwezig is in de samenstellende atomen en moleculen, van een benzeenmolecuul.

Effectieve interventies om het abstract denken te verbeteren, omvatten het gebruik van visuele hulpmiddelen, modellen en simulaties om abstracte concepten te illustreren. Het benadrukken van concrete voorbeelden en het koppelen van abstracte concepten aan alledaagse ervaringen kan ook helpen bij het overwinnen van dit leerprobleem. Door actief te werken aan het ontwikkelen van abstract denken, kunnen leerlingen beter worden uitgerust om de microscopische wereld van de chemie te begrijpen en te waarderen (Gilbert et al, 2009).

Een ander voorbeeld is te vinden bij het begrijpen van chemische bindingen en moleculaire geometrie. Leerlingen moeten conceptueel begrijpen hoe atomen samenkomen om moleculen te vormen en hoe de geometrie van deze moleculen de fysische eigenschappen beïnvloedt. Het ontwikkelen van een conceptueel begrip vereist niet alleen het memoriseren van feitelijke informatie, maar ook het vermogen om relaties tussen verschillende concepten te zien. Leerlingen die worstelen met conceptueel begrip kunnen moeite hebben om de driedimensionale structuur van moleculen te visualiseren en te begrijpen hoe deze structuur de eigenschappen van de stof bepaalt.

5.1.4 Praktische vaardigheden

Praktische vaardigheden vormen een belangrijk onderdeel van het vak chemie en spelen een cruciale rol bij het uitvoeren van laboratoriumexperimenten, het hanteren van meetinstrumenten en het veilig omgaan met chemicaliën. Desondanks ervaren veel leerlingen leerproblemen met betrekking tot praktische vaardigheden, wat hun vermogen om nauwkeurige en betrouwbare experimenten uit te voeren en wetenschappelijk inzicht te verkrijgen, beïnvloedt.

In dit rapport wordt niet verder ingegaan op de praktische vaardigheden. Het is daarom voldoende om enkele standaard leerproblemen enkel te vermelden.

- Leerlingen hebben soms moeite met het begrijpen van de *theoretische basis* van chemische experimenten. Ze missen *essentiële kennis* over reacties, stoffen en meetmethoden.
- Praktische vaardigheden vereisen nauwkeurigheid en precisie. Leerlingen kunnen worstelen met het correct hanteren van laboratoriumapparatuur, zoals pipetten, buretten en balansen.
- Leerlingen moeten veiligheidsprotocollen volgen in het laboratorium. Het negeren van veiligheidsmaatregelen kan leiden tot ongelukken of foutieve resultaten.
- Het correct analyseren van experimentele gegevens is essentieel. Leerlingen kunnen moeite hebben met het interpreteren van meetresultaten, grafieken en tabellen als gevolg van het tekort schieten in of *ontbreken van de basiskennis*.
- Het correct noteren van observaties, metingen en resultaten is belangrijk. Leerlingen kunnen moeite hebben met het opstellen van nauwkeurige laboverslagen.

(Gilbert et al, 2009; GO! Leerplannen 2^e graad secundair onderwijs – doorstroom- en dubbele finaliteit”, z.d.)

5.2 Besluit

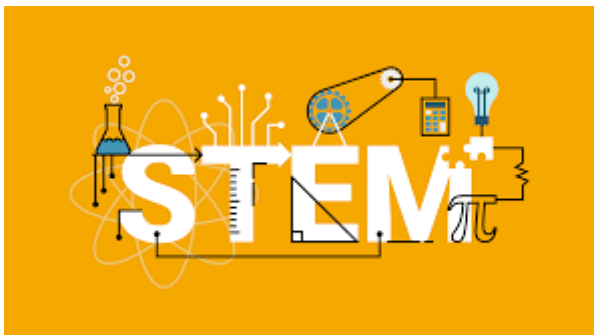
Het fenomeen van een **gebrek aan interesse** door hogervermelde leerproblemen in het vak chemie onder leerlingen is een uitdaging die leerkrachten wereldwijd tegenkomen. Het kan verschillende oorzaken hebben, variërend van de abstracte aard van chemische concepten tot een gebrek aan zichtbaarheid van de praktische toepassingen in het dagelijks leven. Een correct begrip van deeltjes op moleculair niveau, dat voor sommige leerlingen een conceptuele drempel vormt, is dan elementair.

Een gebrek aan interesse kan eveneens ontstaan doordat leerlingen ontmoedigd raken door een gevoel van overweldiging en de uitdaging om de *basisbegrippen* van nomenclatuur en symbolen te beheersen. Veel leerlingen ervaren angst voor de complexe formules en symbolen die inherent zijn aan de chemie.

Het begrijpen van de redenen achter het gebrek aan interesse is essentieel om *effectieve strategieën* te ontwikkelen om de betrokkenheid en motivatie van leerlingen te vergroten. Het is essentieel om deze uitdagingen te begrijpen en aan te pakken om de motivatie en betrokkenheid van leerlingen in het vak chemie te vergroten en zo de leerervaringen dynamischer en boeiender te maken.

Niet toevallig is het STEM-onderwijs ingevoerd vanwege de groeiende rol van wetenschap, technologie, engineering en wiskunde in de samenleving. De vraag naar meer STEM beoogt een antwoord te bieden op een consequente economische groei en innovatie te stimuleren.

De arbeidsmarkt vraagt steeds meer om geschoolde professionals in STEM-gerelateerde beroepen. Het richt zich op het ontwikkelen van kritisch denken, probleemoplossende vaardigheden en creativiteit. Deze vaardigheden zijn waardevol in diverse beroepenvelden en het dagelijks leven.



STEM-onderwijs wil leerlingen voorbereiden op technologische vooruitgang en geletterdheid. Het speelt een cruciale rol bij het aanpakken van mondiale uitdagingen zoals klimaatverandering en gezondheidszorg. Het is een reactie op de steeds grotere invloed van technologische ontwikkelingen op de samenleving. Het draagt bij aan het oplossen van complexe problemen en creëert een duurzame toekomst. Het doel is om leerlingen voor te bereiden op een snel veranderende wereld en bij te dragen aan innovatie en economische groei (www.onderwijsvlaanderen.be).

In het algemeen zijn in het onderwijs de voorbije decennia al heel wat leerstrategieën aangepakt en onderzocht die hun nut hebben bewezen. M.b.t. chemie hieronder een overzicht:

- Actieve werkvormen zoals probleemgestuurd leren, projectmatig onderwijs en onderzoeksproblemen die de relevantie tot het vak chemie kunnen aantonen
- Introduceren van praktische toepassingen in de chemische sector zoals geneeskunde, voeding, materialenleer, biologie, milieu, duurzaamheidsvraagstukken, ...
- Introduceren van multimedia en andere interactieve leermiddelen

Het is aan ons leerkrachten om gebruik te maken van alle mogelijke middelen die voorhanden zijn. Multimedia en interactieve leermiddelen, zoals virtuele laboratoriumsimulaties maken de presentatie van chemische concepten aantrekkelijk en aanschouwelijk. Actieve werkvormen zoals practica en educatieve spelvormen kunnen de betrokkenheid vergroten door de leerervaring dynamischer en boeiender te maken.

6 Theoretisch kader

Deze bachelorproef ging initieel van start vanuit, met enige voorzichtigheid, vaststellingen en gesprekken met collega's in de praktijk. Wetenschappelijke literatuur versterkte mijn buikgevoel. De afnemende interesse in het vak chemie in het bijzonder, de dalende trend in de PISA-resultaten omtrent wetenschappelijke geletterdheid ([PISA \(vlaanderen.be\)](http://PISA.vlaanderen.be)) en het significant tekort aan leerkrachten chemie zijn een gegeven.

Een onderzoek kan dan ook gevoerd worden aangaande de elementaire kennis van de basisbegrippen in het vak chemie. Immers vertrekt van daaruit elke volgende stap in de leerstofonderdelen van chemie als onderwijsvak.

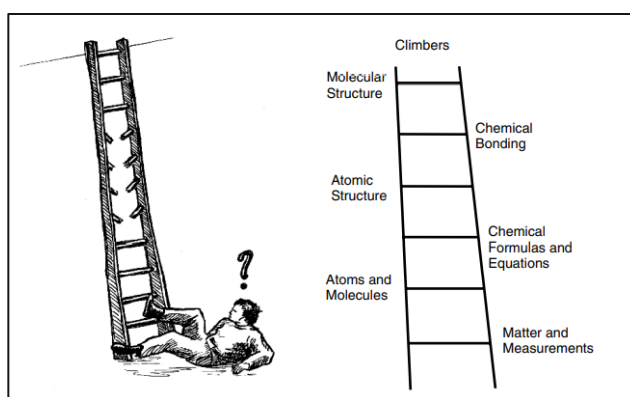
Een goed begrip van de elementaire kennis van de basisbegrippen is essentieel. Verder onderzoek zal uitkomst bieden rond welke basisbegrippen in mijn werkvorm zal gewerkt worden. Deze basiskennis kan zijn: atoom- of molecuulmassa, atoom- of molecuulgrootte, atoomstraal, elektronegativiteit, elektronenconfiguratie, oxidatiegetallen, smelt- en kookpunt, aggregatietoestand, chemische binding, zuurtegraad of alkaliniteit van moleculen.

In dit rapport wil ik verder aanzet geven om een sterk activerende werkvorm te ontwikkelen.

6.1 Constructivisme

Moderne ideeën uit de onderwijspsychologie en het constructivisme voorzien ons van voldoende voorbeelden en theoretische kaders om nieuwe leerstof te stoelen op eerder verworven kennis.

Om de context van chemie te kaderen en te onderwijzen moeten we er ons als leerkracht ten volle van bewust zijn om niet te handelen vanuit de hoogste trede van de trap dat hiernaast wordt geïllustreerd. Een nuchtere kijk is nodig om leerlingen de elementaire basisbegrippen grondig aan te leren (microniveau) alvorens chemische reacties op macroniveau te begrijpen. Het vereist een lastige klim voor leerlingen om van onderaan de trap stap voor stap hogerop te raken.



Het ontwikkelen van hoogtevrees of faalangst als metafoor voor het micro-macro-denken in het chemie onderwijs (Gilbert et al, 2009)

"Starten vanuit dit perspectief is een troef om de lessen chemie niet als saai en betekenisloos te laten ervaren." (Gilbert et al, 2009, p.32)

Het inzetten van een variatie aan actieve werkvormen in de klas biedt aanzienlijke voordelen voor zowel leerkrachten als leerlingen. Ten eerste bevordert het de betrokkenheid en motivatie van leerlingen, omdat afwisselende activiteiten de lessen dynamischer en interessanter maken. Door gebruik te maken van verschillende werkvormen, zoals groepsgesprekken en -discussies, projecten, educatieve spellen en praktische experimenten, kunnen diverse leerstijlen worden aangesproken, waardoor de kans op begripsvorming toeneemt.

Een krachtige leeromgeving ontwikkelen met actieve werkvormen zet daarnaast ook sterk in op enkele didactische pijlers. Getracht wordt om leerlingen te activeren en te motiveren door bijvoorbeeld aanknopingspunten te vinden in de leefwereld van jongeren. Actieve werkvormen kunnen ook sociale vaardigheden, samenwerking en communicatie bevorderen. Een ander voordeel is dat afwisselende werkvormen differentiatie mogelijk maken, waarbij rekening wordt gehouden met verschillende leerbehoeften en niveaus in de klas. Leerlingen krijgen de kans om op hun eigen tempo te leren en worden uitgedaagd op een manier die aansluit bij hun individuele capaciteiten en interesses (Cursus vakdidactiek, KISP, 2017).

6.2 Executieve Functies

Executieve functies zijn essentiële vaardigheden die jongeren helpen om op school en in het dagelijks leven goed te functioneren. Ze sturen gedrag, emoties en gedachten aan en spelen een rol bij redeneren, probleemoplossend denken en plannen. De executieve functies mogen in het kader van mijn bachelorproef zeker niet ontbreken. Ze zijn onontbeerlijk tijdens activerende werkvormen of spelvormen.

Enkele belangrijke executieve functies:

- Impulsonthouding: het vermogen om na te denken voordat je iets doet en impulsen te beheersen.
- Werkgeheugen: het vasthouden van informatie terwijl je complexe taken uitvoert.
- Cognitieve flexibiliteit: volgehouden aandacht bij afleiding en wisselende situaties.
- Emotieregulatie: het reguleren van emoties om doelen te bereiken of gedrag te controleren.

Het ontwikkelen van deze functies is cruciaal voor het leren en sociaal functioneren van jongeren. Ze kunnen worden gestimuleerd via interacties en oefeningen in de klas.

6.3 Onderzoeksdoel en onderzoeksvraag

Context

Het chemieonderwijs wordt vaak geconfronteerd met de uitdaging om abstracte concepten begrijpelijk en tastbaar te maken voor leerlingen. Dit onderzoek richt zich op het ontwikkelen en evalueren van een activerende werkvorm, een spelvorm, om het begrip van atomen en moleculen te verbeteren bij leerlingen in de tweede of derde graad van het TSO en ASO.

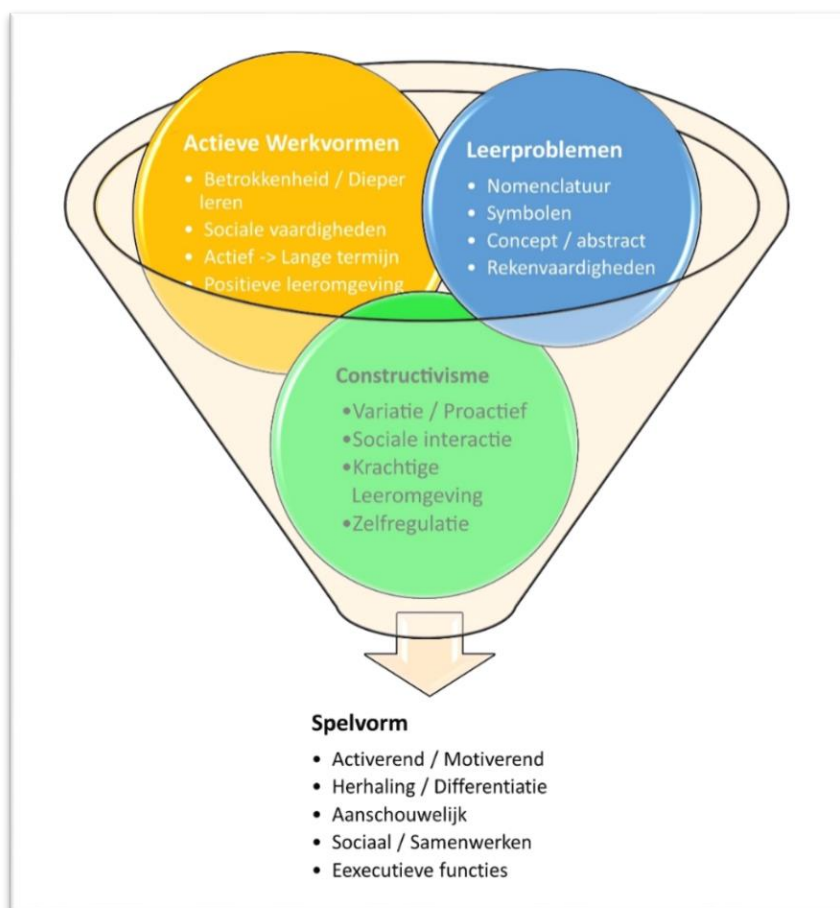
Het doel is om leerlingen te helpen bij het visualiseren en vastzetten van concepten zoals atoom- of molecuulmassa, atoom- of molecuulgrootte, atoomstraal, elektronegativiteit, elektronenconfiguratie, oxidatiegetallen, smelt- en kookpunt, aggregatietoestand, chemische binding, zuurtegraad of alkaliniteit van moleculen.

Onderzoeksdoel

“De impact van een spelvorm met de eerste 18 elementen van het PSE op het begrip en de elementaire kennis van atomen en moleculen bij leerlingen van de 2^e graad”

Onderzoeksvragen

1. Heeft het gebruik van de spelvorm met de eerste 18 elementen van het PSE een positieve invloed op het begrip en de elementaire kennis van atomen en moleculen bij de leerlingen van de 2^e graad ?
2. Welke specifieke concepten worden het meest verbeterd door het gebruik van de spelvorm ?
3. In hoeverre draagt de spelvorm bij aan het vergroten van de interesse van leerlingen in de lessen chemie ?



Eigen model van een theoretisch kader waarbij een spelvorm gefilterd wordt uit de belangrijkste kenmerken van het literatuuronderzoek

7 Aanpak

Om de kwaliteit van mijn praktijkonderzoek te waarborgen wordt er aandacht besteed aan meerdere aspecten zoals validiteit, betrouwbaarheid en transparantie. Door gebruik te maken van gestandaardiseerde instrumenten (interviewleidraden, observatieschema's, soorten vragen, ...) en vooraf bestudeerde en gerichte methodes is er nauwgezet dataverzameling en -analyse in mijn praktijkonderzoek optimaliseren. De resultaten krijgen daardoor meer impact en geloofwaardigheid (triangulatie) (Van Der Donk en Van IJlen, 2018).

Een overzicht van de onderzoeksmethoden vindt u in *bijlage 1*.

Een tijdsplanning vindt u in *bijlage 5*.

Deelvraag 1 is rechteerks gericht op specifieke conceptverbeteringen waarbij klasgesprekken en/of interviews met leerlingen, enquêtes en observatieschema's geïntegreerd worden om een dieper inzicht te krijgen in hun persoonlijke ervaringen en begrip.

Onrechtstreeks is deze deelvraag ook gericht op de leerstofprioriteiten van leerkrachten. Het is van belang om ook hen te enquêteren via een duidelijk gestructureerde interviewleidraad (***bijlage 2***) en een enquête (***bijlage 3***) die zowel kwalitatieve (minder gestructureerde data) als kwantitatieve (gestructureerde data) inzichten oplevert. In verder onderzoek kan ook worden bekeken of toetsengegevens van de voorbije jaren en komende jaren kunnen vergeleken worden.

Voor **deelvraag 2** worden feitelijke resultaten bekomen door *toetsen* vóór en na de interventie. Daarnaast zijn twee observatieschema's (***bijlage 4***) essentieel. Enerzijds wil ik met een gedetailleerd schema meten hoe vaak iets voorkomt. Anderzijds wil ik tijdens de uitrol en het testmoment van het product peilen naar de reacties en betrokkenheid van leerlingen. Deze observatie verloopt eerder beschrijvend en dus minder gestructureerd. Ze kent wel een hoogactieve en participerende rol.

Deelvraag 3 dient de interesse van de leerlingen te onderzoeken. Hier is het nuttig om enquêtes en klasgesprekken vóór en na de interventie te vergelijken. Dit geeft zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens over de veranderingen in hun interesse.

Het beantwoorden van deze deelvragen zal samen met de inzichten uit het theoretisch kader leiden tot een eerste ontwerpstructuur van het uitwerken van mijn product.

8 Resultaten

8.1 Leerlingen

De bevraging bij leerlingen berustte op 4 pijlers: de quiz of enquête, observatieschema's, de klasgesprekken en individuele (of in kleine groep) gesprekken met leerlingen. Tijdens mijn stage had ik een veelvoud aan klassen. Ondanks dat de bachelorproef in een latere fase getest zou worden in 2 klassen heb ik onderzoek gedaan in 8 klassen van de 2^e graad samengebond in 4 polls in Polleverywhere, een online interactieve applicatie.

De interactieve quiz bevatte 2 vragen:

- Formuleer in maximaal 2 woorden: Welke leerstofonderdelen vind je moeilijk in chemie ?
- Wat vind je leuk aan de lessen chemie ?

Onder de **eerste vraag** ontstonden woordenwolken die verschillende termen naar voren brachten. De woorden het meest voorkomen zijn: "*chemisch rekenen, formules en alles*". 'Alles' is in dat opzicht een rijk antwoord. In het klasgesprek dat eraan gekoppeld was, gaven sommige leerlingen duidelijk aan dat het vak chemie hen niet zo goed ligt. Hierin is wel een duidelijk onderscheid te maken tussen de klassen met 1 uur of 2 uur chemie. Onder 'chemisch' koppelden de leerlingen duidelijk terug dat ze hiermee de nieuwe chemische symbolen in reactieschema's bedoelden.

Andere woorden zijn onder andere "*balanceren en elementen*". Doorvragen bij de leerlingen in de klasgesprekken, en ook in de individuele gesprekken, gaf aan dat het balanceren van chemische reacties sterk naar voren kwam als bijkomend moeilijk te beheersen leerstofonderdeel.

Nader onderzoek geeft goed aan dat vele leerstofonderdelen in de 2^e graad in de woordenwolken verschijnen en dus kan men stellen dat bij alle leerlingen wel minstens 1 leerstofonderdeel als moeilijk wordt ervaren. De woordenwolken zijn terug te vinden in **bijlage 6**. Die andere leerstofonderdelen zijn: "ionbinding, atoombinding, periodiek systeem en organische stoffen".

De **tweede vraag** in de quiz was een open vraag. Het viel op dat in de klassen met 1 uur chemie er vaak 'Niets' als antwoord naar voren kwam. Opnieuw een rijk antwoord, want daaruit concludeer ik voorzichtig dat er misschien nood is aan meer creatieve werkvormen. In de klassen met 2 uur chemie kwam er als antwoorden 'Alles', 'Chemisch rekenen en 'Proefjes' naar voren. In de klassen met 2 uur chemie kan besloten worden dat de leerstofonderdelen als 'meer aangenaam en gemakkelijker te verwerken' zijn.

De observatieschema's (**bijlage 4**) zijn doorgegaan in 3MT (1 uur chemie) en 3NWb (2 uur chemie) in respectievelijk een les over de 'Ionbinding' en de 'Oxidatiegetallen'. Alle leerlingen waren actief betrokken en namen actief deel aan het lesgebeuren. De interactie tussen leerlingen en leerkracht was motiverend. Er werd extra aandacht besteed aan voorbeelden die de basisbegrippen illustreerden. Een concreet voorbeeld was hoe de klas van 10 leerlingen in 2 groepen werd verdeeld: 5 positieve leerlingen en 5 negatieve leerlingen. Als 1 negatieve leerling

de klas verliet, bleven er $5 + 5 - (-1) = 6$ leerlingen over. Dit deed de leerkracht om het concept 'lonenvorming' te duiden.

Tijdens de les van de ionbinding werden basisbegrippen en -concepten vaak genoemd. Enkele van deze begrippen waren:

- Periodiek Systeem der Elementen (PSE)
- Aantal chemische bindingen: ion-, atoom- en metaalbinding
- Elektronenconfiguratie
- Edelgasconfiguratie
- Protonen, elektronen, neutronen
- Schilstructuur (K, L, M, N, ...)
- Groepen en periodes, met hun kenmerken
- Enkelvoudige en samengestelde stoffen
- Metaal-niet-metaal-binding

Leerlingen stelden weinig tot geen vragen over de behandelde basisbegrippen en -concepten, wat wijst op een goede studiehouding en voorkennis. Er werd ruimte voor herhaling voorzien tussen eerder bestudeerde en nieuwe begrippen en concepten, zowel bij de start als op het einde van de les.

De leerkracht legde diepgaand uit en er vonden regelmatig discussies plaats over de begrippen en concepten. Schetsen en schema's werden gebruikt om verduidelijking te bieden, en gerichte feedback werd gegeven. Fouten werden op een constructieve manier geëvalueerd, met aandacht voor een positief klasklimaat.

In de reflectie gaven leerlingen aan dat ze de meeste onderwerpen leuk vonden, maar dat de hoeveelheid theorie soms minder aangenaam was. Ze erkenden echter het belang van theorie voor hun leer- en procesontwikkeling. Actieve werkvormen in de lessen chemie waren niet bekend bij de leerlingen, maar ze waren wel open voor het idee van labo's en groepsoefeningen. Het balanceren van chemische reacties werd opnieuw als moeilijk ervaren.

In de les over oxidatiegetallen werd extra aandacht besteed aan voorbeelden die de basisbegrippen illustreerden. Enkele concrete voorbeelden waren:

- Cl in NaCl (keukenzout)
- $MgCl_2$ als strooizout
- Cl_2 in Javel of chloor in het zwembad

Er waren geen momenten van desinteresse of afleiding tijdens de les. Samenwerking tussen leerlingen en leerkracht vond plaats op een bijzonder hoog en aantrekkelijk niveau.

Basisbegrippen en -concepten werden niet vaak genoemd in deze les, omdat de leerlingen zich in de eindfase van hun leerboek bevonden. Na 25 minuten volgde een verdieping over de verschillende roosters (ionrooster, atoomrooster, metaalrooster). De volgende begrippen en concepten werden aangehaald en herhaald:

- Oxidatiegetallen in enkelvoudige en samengestelde stoffen
- Afleiden van oxidatiegetallen uit de plaats in het Periodiek Systeem der Elementen (PSE), behalve groep IV
- Lewisstructuurnotaties
- Elektronenconfiguraties en edelgasconfiguraties

Leerlingen stelden weinig tot geen vragen over de behandelde basisbegrippen en -concepten, wat ook hier wijst op een goede studiehouding en voorkennis. Er was geen specifieke ruimte voor herhaling tussen eerder bestudeerde en nieuwe begrippen en concepten, gezien de gevorderde fase van de leerstof.

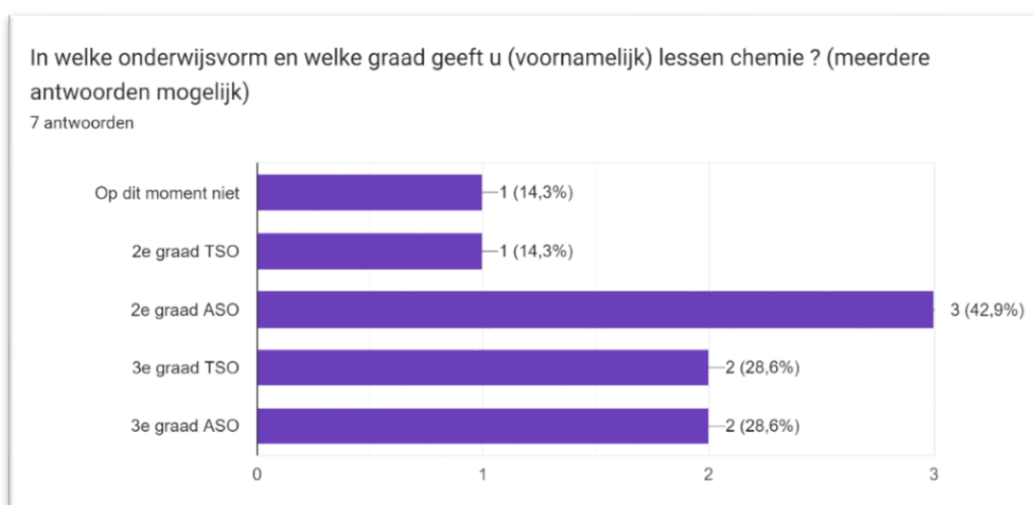
Diepgaande uitleg of discussie over de begrippen en concepten was niet nodig in deze sterke klas. De Lewisstructuurnotaties werden wel aan het bord genoteerd.

In een individueel gesprek gaf een leerling aan dat het balanceren van chemische reacties moeilijk was. Over het algemeen vonden de andere leerlingen de meeste onderwerpen leuk en ervoeren ze de hoeveelheid theorie soms als minder aangenaam. Ze erkenden echter het belang van theorie voor hun leer- en procesontwikkeling. Actieve werkvormen en spelvormen in de lessen chemie waren niet bekend bij de leerlingen.

8.2 Leerkrachten

De resultaten van de interviews (**bijlage 2**) en de enquête (**bijlage 3**) worden hieronder samengevat. Ik heb 7 leerkrachten kunnen onderwerpen aan het onderzoek. Nog 5 anderen werden uitgenodigd voor de enquête. Zij hebben de enquête niet beantwoord. Met 4 van de 7 leerkrachten heb ik naast het interview nog vele gesprekken gehad, vooral tijdens de stage. Ook verder in de uitwerking van het product ben ik met hun tips aan de slag gegaan.

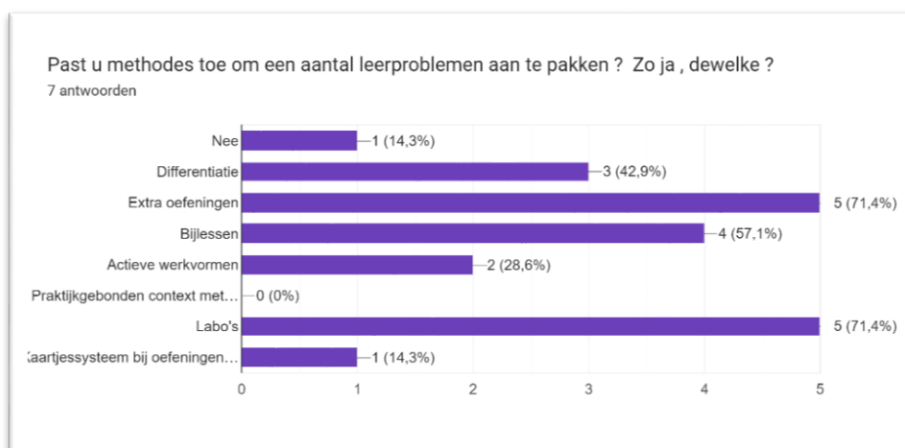
De respondenten hebben minstens 5 tot 20 jaar ervaring in het chemie-onderwijs. Allen geven ze les in de 2^e en/of 3^e graad van zowel het ASO en het TSO.



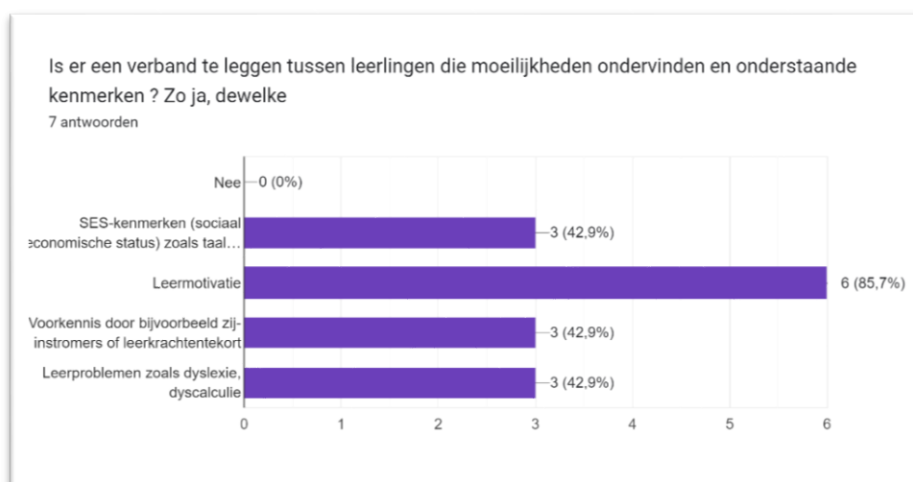
Op de 2 vragen ‘Welke leerstofonderdelen de leerlingen als moeilijk ervaren?’ en ‘Welke leerstofonderdelen cruciaal zijn voor de 2^e graad om op een degelijke manier de lessen chemie in de 3e graad aan te vatten?’ kreeg ik een hele waaier voor de kiezen. Los van de verschillende leerstofonderdelen komt wel in beide vragen duidelijk naar voren dat de kennis van de basisbegrippen en -concepten als elementair en cruciaal beschouwd worden.

Zo wordt bij de eerste vraag de ‘finesse van de begrippen’ naar voren geschoven tot een beter begrip van de samenhang van de verschillende basisbegrippen en -concepten. In de tweede vraag geeft iemand uitgebreid aan dat de gehele opbouw van het atoom (met nadruk op de elektronegatieve waarde = ENW) en het periodiek systeem der elementen (PSE) beter gekend moet zijn om de verschillende soorten bindingen, moleculen en chemische reacties te kunnen verklaren.

Het antwoord ‘Actieve werkvormen’ op de enquêtevraag of bepaalde methoden worden gebruikt om leerproblemen aan te pakken, ligt vrij laag. Er moet wel rekening gehouden worden met het vrij lage aantal respondenten.



De ‘Leermotivatie’ scoort bijzonder hoog op de vraag of er een verband te leggen is tussen leerlingen die moeilijkheden ondervinden en onderstaande kenmerken.



De afsluitende open vragen peilden naar welke actieve werkvormen in de lessen chemie ingezet worden. De practica werden daarbij uitgesloten en het gebruik van het woord spelvorm kwam niet in de vraag voor. De antwoorden varieerden van groepswerk en het maken van mindmaps tot PHET-simulaties.

Bij de laatste vraag vroeg ik of er al een spelvorm ingezet werd. 3 Van de 7 respondenten antwoordden 'nee'. De anderen hun antwoorden varieerden van domino en een online quiz tot een escape room.

8.3 Besluit

Uit het vooronderzoek kunnen volgende zaken vastgesteld worden:

- Focus op en vastzetten van volgende leerstofonderdelen:
 - chemisch rekenen, balanceren van chemische reacties, een goed begrip van chemische formules en symbolen, ionbindingen en atoombindingen
 - basisbegrippen rond de opbouw van het atoom (elektronen, protonen en neutronen) en het PSE (atoomstraal, atoommassa, ENW, nomenclatuur, symbolen, oxidatiegetallen, smeltpunt, kookpunt, ...)
- Positieve leerervaringen in de klassen met 2 uren chemie en over de gehele lijn door actieve werkvormen zoals practica en groepswerk.
- Nood aan actieve, interactieve en creatieve werkvormen, vooral in de klassen met 1 uur chemie.
- Extra visuele hulpmiddelen zijn welkom, vooral in de klassen met 1 uur chemie.
- Leermotivatatie trachten te verhogen door meer actieve werkvormen te integreren.

Het onderzoek spitst zich verder toe op enkel die leerlingen van het 3^e jaar met 1 uur chemie of 2 uur chemie. De klassen van het 4^e jaar met 2 uur chemie tonen zich sterker en gemotiveerder in de lessen.

8.4 Ontwerpeisen

Ontwerpeisen	Onderbouwing
De actieve werkvorm zet in op basisbegrippen en concepten voor leerlingen van het 3^e jaar.	• Leerproblemen in chemie (zie conclusie 5.2) • LEERPLAN TWEEDE GRAAD SECUNDAIR ONDERWIJS Specifiek gedeelte: doorstroom Graad: tweede graad Leerjaar: eerste en tweede leerjaar Leerplannummer: 2021/004 Nummer inspectie: SO-2021-47-1-adv-V-22 09.01.02* De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor anorganische stoffen. 09.01.07* De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen. 09.01.10* De leerlingen stellen een reactievergelijking van een eenvoudige anorganische reactie op. 09.04.01* De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen
De actieve werkvorm verhoogt de betrokkenheid en de motivatie bij de leerlingen, zet in op differentiatie, herhaling, aanschouwelijkheid en geleidelijkheid en is mede een pijler van een authentieke en krachtige leeromgeving.	Het gebruik van diverse actieve werkvormen in de klas heeft voordelen voor zowel leerkrachten als leerlingen. Het bevordert betrokkenheid en motivatie, maakt lessen dynamischer en spreekt verschillende leerstijlen aan. Groepsgesprekken, projecten, educatieve spellen en praktische experimenten zijn effectieve methoden om begrip te vergroten (Cursus vakdidactiek, KISP, 2017). (Zie ook Constructivisme 6.1)
De actieve werkvorm draagt bij tot een verdere ontwikkeling van de executieve functies.	Executieve functies zijn essentiële vaardigheden die jongeren helpen om op school en in het dagelijks leven goed te functioneren. Ze sturen gedrag, emoties en

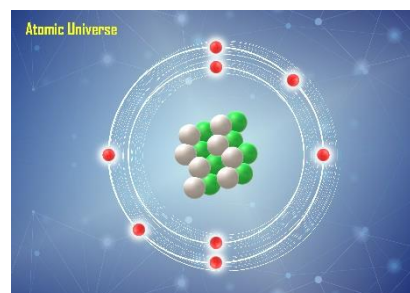
	gedachten aan en spelen een rol bij redeneren, probleemoplossend denken en plannen. Executieve functies bevorderen sociale vaardigheden, samenwerking en communicatie. (Zie ook Executieve functies 6.2)
--	---

De actieve werkvorm is modern en aantrekkelijk opgebouwd en multi-inzetbaar. Hierbij zijn speelkaarten ontworpen van de eerste 18 elementen uit het PSE.

De voorkant stelt de atoomopbouw voor met elektronen op de verschillende energieniveau's en protonen en neutronen in de kern. Op de achterkant krijg je verschillende gegevens te zien van dat element. In het eerste ontwerp (*zie bijlage 7*) voor het testmoment ontbraken wel nog de ENW en de oxidatiegetallen. In een tweede ontwerp zijn deze gegevens aangevuld. Dat vergroot de reikwijdte van de verschillende spellen die er mee gespeeld kunnen worden.

Hiermee wordt ingezet op volgende basisbegrippen en -concepten in de ontwerpeisen:

- Atoomopbouw met elektronen, protonen en neutronen
- De verschillende energieniveau's waarop elektronen zich kunnen bevinden
- Symbolen en nomenclatuur
- Indeling van het atoom in het PSE volgens atoomnummer, reeks, groep en periode
- Chemische eigenschappen zoals atoomstraal, atoommassa en elektronenconfiguratie, elektronegatieve waarde (ENW) en de oxidatiegetallen
- Fysische eigenschappen zoals smelt- en kookpunt en aggregatietoestand.



Voorkant speelkaart van het zuurstofatoom

8 O Zuurstof 15,999		ALGEMEEN Niet-metaal Groep 6 Kleurloos Periode 2 Ontdekt in 1774 n. Chr.	
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN Smeltpunt (°C) -218 Kookpunt (°C) -183 Aggregatietoestand (20°C) gas		CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN Atoomstraal 48 pm Atoommassa 15,999 u Elektronenconfiguratie 1s²2s²2p⁴	
ENW	3,44		
Oxid.get.	-II		

Achterkant speelkaart van het zuurstofatoom

Het kaartspel is vernieuwend in die zin dat er verschillende spellen mee gespeeld kunnen worden afhankelijk van de leerstofonderdelen in de verschillende leerjaren en graden.

De verschillende spellen die voorlopig gespeeld kunnen worden zijn:

- Verbindingspel
- Challenge !
- Balance !
- Atoomalliantie
- Zuren en basen (3^e graad)

- Bingo (in ontwerp)
- Kwartet (in ontwerp)

Deze verschillende spelvormen bieden een antwoord op de andere 2 ontwerpisen waarbij via de interactie van leerlingen en leerkracht binnen de educatieve en actieve werkvorm ook ingezet wordt op binding en verbinding met elkaar en op herhaling van verschillende leerstofonderdelen.

- Een overzicht van een eerste ontwerp van de speelkaarten vindt u in **bijlage 7**.
- **Belangrijk !** Het tweede ontwerp is nog in de ontwikkelingsfase.
- Een overzicht van de 5 spellen (4 ervan zijn uitgetest) vindt u in **bijlage 8**.
- Een aantal sfeerbeelden uit het testmoment zijn terug te vinden in **bijlage 9**.

9 Conclusie

Het gebruik van de spelvorm heeft een positieve invloed gehad op het begrip en de elementaire kennis van atomen en moleculen bij leerlingen van de 2e graad. Tijdens de testmomenten kon ik tot mijn groot plezier vaststellen dat de leerlingen heel actief en met veel enthousiasme betrokken waren.

De 4 spelvormen werden uitgetest in telkens 2 klassen: een klas met 1 uur chemie (3MT) en een klas met 2 uur chemie (3Nwa). De spelvormen die uitgetest werden hielpen hen om enkele begrippen en concepten te verduidelijken en te herhalen. In de klasgesprekken die erop volgden kwam dit heel sterk naar voren. Aangezien in het vooronderzoek het 'balanceren van chemische reacties' als moeilijk ervaren werd, heb ik hier op beide klassen ingezoomd met het spel 'Balance !'. De klas met 1 uur chemie heeft ook nog het 'Verbindingsspel' en 'Challenge !' gespeeld. De klas met 2 uur chemie heeft daarnaast 'Challenge !' en 'Atoomalliantie' gespeeld.

Wat ook sterk opviel is de creativiteit waar mee leerlingen aan de slag gingen. De insteek tijdens de testmomenten was ook om op zoek te gaan naar manco's en aandachtspunten in de spelregels. De spelregels, zoals ze in **bijlage 8** terug te vinden zijn, hadden tijdens het testmoment nog niet de vorm zoals ze nu hebben.

Niet enkel de creativiteit, ook de interesse lag hoog. Vooral in de klas met 1 uur chemie kon vastgesteld worden dat deze actieve werkvorm in de smaak viel. De spelvorm rond de atoomopbouw in het verbindingsspel werd als verrijkend ervaren. Er was duidelijk een behoefte aan meer creatieve en interactieve werkvormen om de interesse te verhogen.

In de volgende spellen kregen een aantal andere begrippen en concepten uit de lessen chemie beter en meer vorm dankzij deze spellen. Opnieuw beaamden de leerlingen in de klasgesprekken een betere kennis en vastzetting m.b.t leerstofonderdelen van de verschillende typen binding en het balanceren van chemische reacties.

Voor- en nametingstoetsen zijn niet kunnen doorgaan. Hiervoor zou mijn onderzoeksproject nog langer moeten lopen. De grootste reden daarvoor was tijd en ruimte vinden. Mijn stageperiode was in dat opzicht vrij beperkt in tijd en schaars in ruimte vanwege een veelvoud aan klassen. De vele klassen hadden wel een gunstig aandeel in het vooronderzoek van deze bachelorproef. Deze studie heeft vele leerproblemen van leerlingen in kaart kunnen brengen.

Een tweede reden lag ook in het feit dat het bijzonder moeilijk was om de vele en verschillende facetten van de leerstofonderdelen te onderwerpen aan die voor- en nametingstoetsen. Tegelijk kampte ik ook met het probleem met de mogelijke uitkomsten van die resultaten in functie van de krappe en beschikbare tijd in het onderzoeksproject. Met enige voorzichtigheid in deze conclusie zouden nametingstoetsen altijd betere resultaten opleveren dan de toetsen vóór de interventie. In 'testing to the test' wilde ik dan ook niet langer aandacht besteden.

De voor- en nametingstoetsen zijn dan ook voer voor verder onderzoek en kunnen ruim aandacht krijgen over een langere periode van het testen van de spelvormen. Over meerdere schooljaren heen zou dan ook een focus kunnen gegeven worden aan de vergelijkingen van

schoolresultaten over de jaren heen. Dit onderzoek uitvoeren gebeurt met sterke voorkeur dan ook door eenzelfde leerkracht, die het best geplaatst is om de langetermijneffecten van de onderzoeksresultaten te vergelijken tussen de verschillende klassen en jaren.

Samengevat is een degelijk antwoord geboden, zij het enkel via kwalitatieve data door observatie en klasgesprekken, op de onderzoeksvragen. Basisbegrippen- en concepten werden herhaald, vastgezet en de spelvormen werden door de leerlingen als verrijkend ervaren m.b.t. de leerstofonderdelen. De interesse en het enthousiasme lagen bijzonder hoog tijdens de actieve werkvorm en de spelvorm had een bijzonder positief effect op de motivatie doordat verschillende basisbegrippen en -concepten verduidelijkt werden.

Het product van het onderzoek werd zowel door de leerlingen, de mentor als mezelf op een kritische wijze benaderd. Grosso modo werd het frame als uitdagend en vernieuwend ervaren. Met de tips ligt een tweede ontwerp van de speelkaarten bovenaan in de schuif. Een tweede ontwerp dat nog meer data zal toevoegen achteraan op de speelkaarten en een 'lichtere' look aan de voorkant van de speelkaarten. Het ontwerp viel aan de voorkant te 'donker' uit. Deze opmerkingen werden niet als storend ervaren gedurende de kaartspelen.

Op dit moment zijn er 5 spelvormen terug te vinden (**zie bijlage 8**) en 2 in ontwerp. Eveneens voer voor verder onderzoek: "Zijn er nog meerdere spelvormen mogelijk?" De speelkaarten bieden vele uitwegen in de verschillende leerstofonderdelen van de verschillende jaren in zowel de 2^e graad als de 3^e graad van de doorstroom- en dubbele finaliteit. Dit gezegd zijnde kan ook nagegaan worden of deze speelkaarten een ingang kunnen vinden binnen andere wetenschappen in de curricula van het secundair onderwijs.

Ik pleit alvast om de leermotivatie te verhogen en op de 'droge' leerstof van de chemielessen een antwoord te bieden om, naast de labo's, groepswork en online media, nog meer actieve werkvormen in te zetten zoals dit kaartspel 'Atomic Universe'.

9 Bronnen

- *Activerende werkvormen in de lessen chemie*. (z.d.). Universiteit Gent. <https://www.ugent.be/we/nl/diensten/ipvw-ices/nascholing/chemie1.htm>
- Becker, N., Stanford, C., Towns, M., & Cole, R. (2015). Translating across macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels: the role of instructor facilitation in an inquiry-oriented physical chemistry class. *Chemistry Education. Research And Practice*, 16(4), 769–785. <https://doi.org/10.1039/c5rp00064e>
- *CHEMIELEERKRACHT VAN HET JAAR. Onderwerp: het periodiek systeem. Liesbeth Van Goethem - PDF Gratis download*. (z.d.). https://docplayer.nl/44375699-Chemieleerkracht-van-het-jaar-onderwerp-het-periodiek-systeem-liesbeth-van-goethem.html#google_vignette
- Cheung, D. (2014). Secondary School Students' Chemistry Self-Efficacy: Its Importance, Measurement, and Sources. In *Springer eBooks* (pp. 195–215). https://doi.org/10.1007/978-3-662-45085-7_10
- *Cursus Vakdidactiek*. (2016). Kisp, Hogeschool.
- Van Der Donk, C., & Van Lanen, B. (2022). *Praktijkonderzoek in de school*
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009a). MODELS AND MODELING IN SCIENCE EDUCATION. In *Models And Modeling in Science Education* (Vol. 4). Springer Science+Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009b). MODELS AND MODELING IN SCIENCE EDUCATION. In *Models And Modeling in Science Education* (Vol. 4). Springer Science+Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>
- Goossens, S. (2023, 5 april). *Meegroeien met je leerlingen: "Ik ben veel meer dan die van chemie"*. Klasse. <https://www.klasse.be/235632/meegroeien-met-leerlingen/>
- Karpudewan, M., Md. Zain, A. N., & Chandrasegaran, A. L. (2017). *Overcoming Students' Misconceptions in Science: Strategies and Perspectives from Malaysia*. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3437-4>
- Krisvandenbranden. (2022, 7 januari). *Executieve functies ontwikkelen: het belang van spel, taal en muziek*. DUURZAAM ONDERWIJS. <https://duurzaamonderwijs.com/2022/01/07/executieve-functies-ontwikkelen-het-belang-van-spel-taal-en-muziek/>
- NVON | *De alkanenslang, een activerende werkvorm*. (z.d.). <https://www.nvon.nl/nvox/de-alkanenslang-een-activerende-werkvorm>
- Pedagogische begeleidingsdienst. (2024a). DOMEINOVERSCHRIJDEND LEERPLAN TWEEDE GRAAD SECUNDAIR ONDERWIJS SPECIFIEK GEDEELTE DOORSTROOM. In *NATUURWETENSCHAPPEN*.
- Pedagogische begeleidingsdienst. (2024b). DOMEINOVERSCHRIJDEND LEERPLAN TWEEDE GRAAD SECUNDAIR ONDERWIJS SPECIFIEK GEDEELTE DOORSTROOM. In *Pedagogische Begeleidingsdienst*.

- *STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics*. (z.d.). <https://onderwijs.vlaanderen.be/nl/onderwijs-in-een-notendop/studie-en-beroepskeuze/begeleiding-bij-studie-en-beroepskeuze/stem-science-technology-engineering-mathematics>
- Tümay, H. (2016). Identifying students' misconceptions and learning difficulties, and finding effective ways of addressing them has been one of the major concerns in chemistry education. However, the chemistry education community has paid little attention to determining discipline-specific aspects of chemistry that can lead to learning difficulties and misconceptions. In this article, it is argued that emergence plays a critical role in the epistemology and the ontology of chemistry and hence it should be taken into account for understanding learning difficulties and finding ways of addressing them in chemistry. It is particularly argued that one of the fundamental source of learning difficulties and chemical misconceptions is learners' failure to understand the emergent nature of chemical entities, their properties, and interactions. *Chemistry Education Research And Practice*, 1–15. <https://doi.org/10.1039/x0xx0x>
- Üce, M., & Ceyhan, İ. (2019). Misconception in Chemistry Education and Practices to Eliminate Them: Literature Analysis. *Journal Of Education And Training Studies*, 7(3), 202. <https://doi.org/10.11114/jets.v7i3.3990>
- Vakgroep onderwijskunde, PISA. (2023, 4 december). *Vlaamse resultaten*. Vakgroep Onderwijskunde, PISA. <https://www.pisa.ugent.be/resultaten/pisa-2000/vlaamse-resultaten>
- Valcke, Compennolle, U., Struyven, U., Van Bruggen, U., Grell, U., Hoogeveen, U., & Winkels, U. (z.d.-a). *Samenvatting didactische werkvormen*. <https://www.vppk.be/wp-content/uploads/2020/12/SV-didactische-werkvormen.pdf>
- Valcke, Compennolle, U., Struyven, U., Van Bruggen, U., Grell, U., Hoogeveen, U., & Winkels, U. (z.d.-b). *Samenvatting didactische werkvormen*. <https://www.vppk.be/wp-content/uploads/2020/12/SV-didactische-werkvormen.pdf>
- Verlinden, M. H. J. H. & Eindhoven University of Technology. (2016b). *De activerende lesvorm in de klas* [Thesis]. <https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/46943631/851990-1.pdf>
- Vlaanderen & Commissie van Wijzen. (z.d.). Prioriteit voor Professionaliteit. In *Prioriteit voor Professionaliteit*. <https://data-onderwijs.vlaanderen.be/documenten/bestanden/rapport-commissie-van-wijzen.pdf>
- *Zet je EF-bril op*. (z.d.). Geraadpleegd op 10 april 2024, van <https://www.ef-bril.be/>

10 Bijlagen

Bijlage 1 – Onderzoeksmethoden

Onderzoeksvraag	
Deelvraag 1	• Interviews met verschillende collega's • Enquête aan verschillende collega's • Klasgesprek en/of interviews met (groepjes) leerlingen. • Korte enquête bij leerlingen • Observatie tijdens de uitrol en het testmoment van het product
Deelvraag 2	• <u>Observaties:</u> ○ Tijdens de observatiestage (eerder gering door de Beperkte tijd) ○ Tijdens de uitrol en het testmoment van het product (veel meer intens, focus op reacties en betrokkenheid bij de leerlingen)
Deelvraag 3	• Klasgesprek en/of interviews met (groepjes) leerlingen. • Enquête vóór en na de interventie rond de interesse in chemie.

Bijlage 2 – Interviewleidraad bij leerkrachten

1. Voorstellen van mezelf + bedanking + eventueel mijn achtergrond (voor nieuwe collega's)
2. Doel van het interview (detecteren van moeilijkheden in de leerstofonderdelen van de lessen chemie voor leerlingen van de 2^e graad in het secundair onderwijs)
3. Hoeveel jaar geeft u al les chemie of hebt u al lessen chemie gegeven ?
4. Welke leerstofonderdelen vindt u moeilijk om te geven ?
5. Welke leerstofonderdelen ervaren leerlingen als moeilijk ?
6. Past u methodes toe om deze leerproblemen aan te pakken ? (differentiatie, extra oefeningen, bijlessen, actieve werkvormen, praktijkgebonden context, labo's, ...)
7. Zijn er verschillen of bepaalde verbanden op te merken tussen de leerproblemen die typisch zijn bij bijvoorbeeld dyslexie of andere (taal, motivatie, voorkennis, leerkrachtentekort, leerproblemen zoals dyslexie, dyscalculie, ...) ?
8. Heeft u al eens een spelvorm toegepast in de lessen chemie ? Zo ja, dewelke ?
9. Heeft u nog aanvullingen of feedback over dit interview ? Wil u nog iets kwijt ?

Bijlage 3 - Enquête bij leerkrachten

Link: <https://forms.gle/ugteTobLve14QpA2A>

Welkom in deze enquête. Deze enquête heeft als doel om enkele leerproblemen in de lessen chemie te detecteren. Met de opgedane kennis wil ik vervolgens aan de slag gaan om een actieve werkvorm te ontwikkelen in de lessen chemie.

1. Hoeveel jaar geeft u al les chemie of hebt u al lessen chemie gegeven ?
2. In welke onderwijsvorm en welke graad geeft u (voornamelijk) lessen chemie ? (meerdere antwoorden mogelijk)
 - ☐ Op dit moment niet
 - ☐ 2e graad TSO
 - ☐ 2e graad ASO
 - ☐ 3e graad TSO
 - ☐ 3e graad ASO
 - ☐ Anders...
 - ☐ Optie toevoegen
3. In de volgende vraag wil ik een aantal leerstofonderdelen detecteren. Ter inspiratie geef ik u vanuit de leerplannen enkele begrippen en concepten mee.
 - nomenclatuur (namen, symbolen), stoffeigenschappen (zuivere stof, mengsel, atoommassa, atoomstraal, massadichtheid, smeltpunt, kookpunt, geleidbaarheid, oplosbaarheid, molecuulmassa, molecuulgrootte), organische en anorganische stoffen, ...
 - PSE: groep, periode, atoomnummer, massagetal, opbouw i.f.v. atoommodel, edelgasconfiguratie, ...
 - elektronegativiteit, oxidatiegetallen, chemische reacties en vergelijkingen, redoxreacties, chemische structuren (naamgeving, Lewisstructuur, IUPAC), chemische formules (index, coëfficiënt, Griekse telwoorden), chemisch evenwicht, stoichiometrie, zuren, basen, zouten, ...
 - chemische bindingen: ion-, metaal- en covalente binding, ...
4. Welke leerstofonderdelen ervaren leerlingen als moeilijk ?
5. Welke leerstofonderdelen ervaart u als 'cruciaal' in de 2e graad van het secundair onderwijs om op een degelijke manier de lessen chemie in de 3e graad aan te vatten ?
6. Past u methodes toe om een aantal leerproblemen aan te pakken ? Zo ja , dewelke ?
 - ☐ Nee
 - ☐ Differentiatie
 - ☐ Extra oefeningen
 - ☐ Bijlessen
 - ☐ Actieve werkvormen
 - ☐ Praktijkgebonden context met voorbeelden uit de chemische sector
 - ☐ Labo's
 - ☐ Anders...

7. Welke leerstofonderdelen vindt u zelf moeilijk om te geven ?
8. Is er een verband te leggen tussen leerlingen die moeilijkheden ondervinden en onderstaande kenmerken ? Zo ja, dewelke ?

- ☐ Nee
- ☐ SES-kenmerken (sociaal economische status) zoals taal, cultuur, ex-OKAN, ...
- ☐ Leermotivatie
- ☐ Voorkennis door bijvoorbeeld zij-instromers of leerkrachtentekort
- ☐ Leerproblemen zoals dyslexie, dyscalculie
- ☐ Anders...

9. Uitgezonderd labo's heeft u al andere actieve werkvormen in de lessen chemie toegepast ? Zo ja, dewelke ?
10. Heeft u al een spelvorm toegepast in de lessen chemie ? Zo ja, dewelke ?
11. Dankuwel voor het invullen van deze enquête. Ik kan verder aan de slag om een actieve werkvorm te ontwikkelen. Er rest mij nog 1 vraag:
Heeft u nog aanvullingen of feedback over deze enquête ? Wil u nog iets kwijt over de leerproblemen in de lessen chemie ?

Bijlage 4 – Observatieschema's

Observatieschema 11/3/24 – 3MT (1u chemie) – Lesonderwerp (Ionbinding) - 12 lln.

Actieve betrokkenheid		Praktische toepassingen	
Hoeveel leerlingen lijken actief betrokken bij de les ?	Allemaal. Een hoog niveau van deelname en participatie aan het lesgebeuren. De wisselwerking tussen leerlingen en leerkracht is als motiverend te noemen.	Wordt er extra aandacht besteed met voorbeelden die de basisbegrippen illustreren ?	Jazeker. Een heel concreet voorbeeld is hoe de klas van 10 lln. in 2 gesplitst wordt. 5 Zijn de positieve leerlingen, 5 de negatieve leerlingen. Als er 1 negatieveling de klas verlaat, wat blijft er dan meer over ? $-5 + 5 - (-1) = +1$ Ook andere schema's of schetsen worden goed gebruikt om begrippen te duiden (elektronenconfiguratie richting edelgasconf.)
Zijn er momenten van desinteresse of afleiding ?	Nee.	Vindt er samenwerking plaats tussen leerlingen en/of leerkracht onderling rond de basisbegrippen ?	Ja. Op een bijzonder hoog en aantrekkelijk niveau.
Basisbegrippen en -concepten		Worden er verbanden gelegd tussen eerder bestudeerde en nieuwe begrippen en concepten ?	Bij de start van de les. De les wordt opgebouwd met eerder bestudeerde kennis om tot het lesonderwerp van de dag te komen: de ionbinding. Op het eind van de les wordt de les over de ionbinding mooi samengevat en wordt op een constructieve manier vooruitgekeken naar de atoom- of covalente binding → <i>Metaal-niet-metaal-binding vs niet-metaal-niet-metaal-binding</i>
Hoe vaak worden basis- begrippen en -concepten vermeld tijdens de les ?	Vaak. In deze les over de ionbinding worden volgende begrippen en concepten aangehaald: • PSE • # chemische bindingen: ion-, atoom- en metaalbinding • Elektronenconfiguratie • Edelgasconfiguratie • Protonen, elektronen, neutronen • Schilstructuur (K, L, M, N, ...)		

	• Groep, periode, kenmerken ervan • Enkelvoudige en samengestelde stoffen • Metaal-niet-metaal-binding			
Hoe vaak stellen leerlingen vragen over de behandelde basisbegrippen en -concepten ?	Weinig tot geen. De leerlingen beschikken over een uitstekende studiehouding. Voorgaande kennis en lesonderwerpen die hierop aansluiten zijn gekend.	Wordt er ruimte voor herhaling voorzien tussen eerder bestudeerde en nieuwe begrippen en concepten ?	Jazeker. Zie ook hoger antwoord. Bij de start en op het eind van de les.	
Wordt er in de diepte uitgelegd of gediscussieerd over de begrippen en concepten?	Jazeker. Er wordt op regelmatige basis door de leerkracht met schetsen en schema's verduidelijkt en/of doorgevraagd bij bepaalde onderwerpen (elektronenconfiguratie, edelgasconfiguratie, ...). Er wordt ook gericht en duidelijke feedback gegeven. De evaluatie bij een fout van de leerling gebeurt op een constructieve manier met aandacht voor een positief klasklimaat.			
Reflectie	Leerling(en) 1	Leerling(en) 2	Leerling(en) 3	Leerling(en) 4
(Indien mogelijk) Wat is moeilijk ? Wat is leuk ? Wat kan je zelf beter doen ? Wat kan beter gedaan worden ? Wat met abstracte begrippen en concepten ? Spelvormen in chemie ?	Een kort interview met 3 leerlingen. <u>De besluiten:</u> • Ze vinden de meeste onderwerpen leuk. • De hoeveelheid aan theorie ervaren zij als minder aangenaam. Ze erkennen wel het belang ervan voor leer- en procesontwikkeling zowel op individueel vlak als inhoudelijk. • Een actieve werkvorm in de lessen chemie kennen zij niet. Wanneer ik verduidelijk en zeg dat een actieve werkvorm ook een labo kan zijn of oefeningen in groep maken dan beamen zij dat. • Een spelvorm in de lessen chemie kennen ze niet.			

	Het balanceren van chemische reacties in de voorgaande maanden ervaren zij als moeilijk. Dat kwam er als enige moeilijk te ervaren lesonderwerp uit.	
--	--	--

Observatieschema 11/3/24 – 3NWb (2u chemie) – Lesonderwerp (Oxidatiegetallen) - 12 lln.

Actieve betrokkenheid		Praktische toepassingen	
Hoeveel leerlingen lijken actief betrokken bij de les ?	Ook in deze les allemaal. Een hoog niveau van deelname en participatie aan het lesgebeuren. De wisselwerking tussen leerlingen en leerkracht is als motiverend te noemen. Dit is een zeer sterke groep die op datum van 11/3/24 al aan het eind van hun cursus gekomen. Er wordt uitgekeken voor deze groep om uitbreiding en verdieping te geven of lesonderwerpen van het 4^e jaar al te behandelen.	Wordt er extra aandacht besteed met voorbeelden die de basisbegrippen illustreren ?	<u>Jazeker:</u> Cl in NaCl (keukenzout) MgCl₂ als strooizout Cl₂ in Javel of chloor in zwembad
Zijn er momenten van desinteresse of afleiding ?	Nee.	Vindt er samenwerking plaats tussen leerlingen en/of leerkracht	Ja. Op een bijzonder hoog en aantrekkelijk niveau.

		onderling rond de basisbegrippen ?	
Basisbegrippen en -concepten		Worden er verbanden gelegd tussen eerder bestudeerde en nieuwe begrippen en concepten ?	
Hoe vaak worden basis- begrippen en - concepten vermeld tijdens de les ?	Niet vaak in deze les. Met als onderwerp 'oxidatiegetallen' zijn de IIn. in de eindfase van hun leerboek gekomen. Na 25' volgde een verdieping over de verschillende roosters (ionrooster, atoomrooster, metaalrooster). Volgende begrippen en concepten werden aangehaald en herhaald: • Oxidatiegetallen in enkelvoudige en samengestelde stoffen • Oxidatiegetallen afleiden uit de plaats in het PSE, behalve groep IV (C) • Lewisstructuurnotaties • Elektronenconfiguraties, edelgasconf.		Niet direct van toepassing in deze les en in deze heel sterke groep.
Hoe vaak stellen leerlingen vragen over de behandelde basisbegrippen en - concepten ?	Weinig tot geen. De leerlingen beschikken over een uitstekende studiehouding. Voorgaande kennis en lesonderwerpen die hierop aansluiten zijn gekend.	Wordt er ruimte voor herhaling voorzien tussen eerder bestudeerde en nieuwe begrippen en concepten ?	Niet direct van toepassing in deze les en in deze heel sterke groep.
Wordt er in de diepte uitgelegd of gediscussieerd over de			

begrippen en concepten?	Weinig. Dat is ook niet nodig in deze heel sterke klas. De Lewisstructuurnotaties worden wel aan bord genoteerd.				
Reflectie	Leerling(en) 1	Leerling(en) 2	Leerling(en) 3	Leerling(en) 4	
<i>(Indien mogelijk)</i> Wat is moeilijk ? Wat is leuk ? Wat kan je zelf beter doen ? Wat kan beter gedaan worden ? Wat met abstracte begrippen en concepten ? Spelvormen in chemie ?	1 leerling individueel: Conclusie: Bij het overlopen van de inhoudstafel van de lesonderwerpen haalde hij er ook, net zoals in de vorige groep, het balanceren van chemische reacties uit.				

Bijlage 5 – Tijdsplanning (Gantt-Chart)

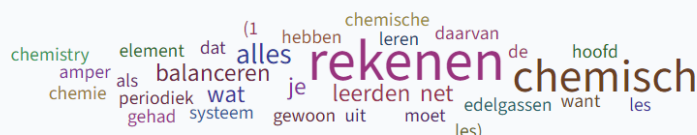
Verzamelen en analyseren																					
Onderzoeksmethode	Actie	Jan				Feb				Maart				April				Mei			
		W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
Verzamelen en analyseren																					
Onderzoeksmethode	Actie																				
Observatie (meten) D2	Observatieschema opstellen voor IIn (2 ^e gr. DSF) waarin gepeild wordt naar het voorkomen van kernbegrippen								X												
	Uitvoeren observatie tijdens observatiestage (Wispelberg)									X	X										
	Analyseren observatie									X	X										
Observatie (beschrijvend) D2 en D3	Observatieschema opstellen voor IIn (2 ^e gr. DSF) waarin gekeken wordt naar een positieve invloed													X							
	Uitvoeren observatie tijdens stage (Wispelberg)															X					
	Analyseren observatie															X					
Interview (individueel) D1	Interviewleidraad uitwerken voor collega's chemie (en wetenschappen) in DSF en DF waarin gepeild wordt naar de leerproblemen								X												

	Afnemen interview in Spectrum Gent en Wispelberg									X	X	X									
	Analyseren interview									X	X	X									
Interview (groep) D3 en D4	Interviewleidraad uitwerken voor IIn (2 ^e gr. DSF) waarin onderzocht wordt of de kennis in bepaalde concepten en interesses in chemie zijn toegenomen								X												
	Afnemen interview tijdens stage (Wispelberg)											X									
	Analyseren interview											X	X								
Enquête vóór de interventie D3	Uitwerken voor IIn (2 ^e gr. DSF) waarin onderzocht wordt hoie het gesteld is met de kennis in bepaalde concepten en interesses in chemie										X										
	Afnemen tijdens stage (Wispelberg)											X									
	Analyseren													X							
Enquête na de interventie D3	Uitwerken voor IIn (2 ^e gr. DSF) waarin onderzocht wordt of de kennis in bepaalde concepten en interesses in chemie zijn toegenomen														X						
	Afnemen tijdens stage (Wispelberg)																X				
	Analyseren																	X			

Vergelijken van methodes	Literatuurstudie, observaties, toetsen, enquêtes, documenten en interviews														X	X		X	X			
Kunnen bepaalde collega's in de DF de actieve werkvorm inzetten in hun lessen en de resultaten doorgeven?												X	X				X	X	X	X	X	
Concluderen en ontwerpen																						
Oplijsten van de ontwerpeisen op basis van (1) de probleemstelling met theoretische kader en (2) resultaten van de eerste onderzoeksfase.																X	X					
Eerste ontwerp maken																	X	X				
Voorleggen van het eerste ontwerp aan mijn promotor en externe begeleider.																	X	X				
Aanpassen ontwerp (optioneel)																						
Ontwerp uittesten																			X			
Evalueren van het ontwerp																			X	X		
Rapporteren en presenteren																						
Product finaliseren																				X	X	
Rapport finaliseren																				X	X	
Journalistiek artikel finaliseren																					X	

Bijlage 6 – Woordenwolken

Formuleer maximaal in 2 woorden ? Welke leerstofonderdelen vind je moeilijk in chemie ?



Woordenwolk uit 3MT - 3HW - 3EWa (1 uur chemie)

Formuleer maximaal in 2 woorden ? Welke leerstofonderdelen vind je moeilijk in chemie ?



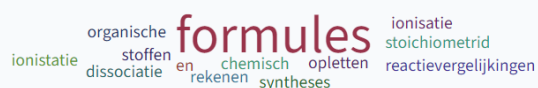
Woordenwolk uit 4MT - 3HWa (1 uur chemie)

Formuleer maximaal in 2 woorden ? Welke leerstofonderdelen vind je moeilijk in chemie ?



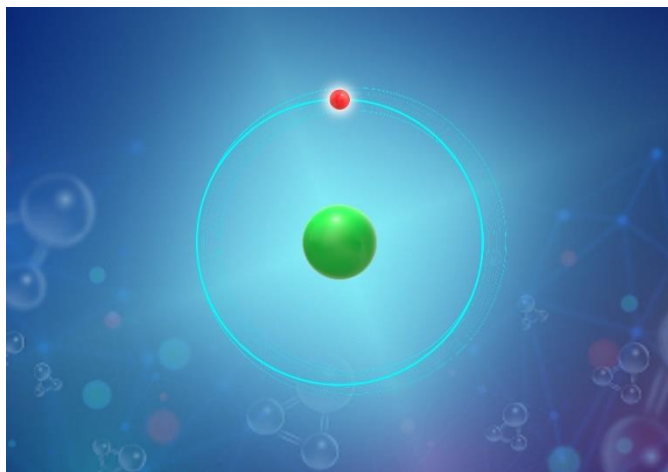
Woordenwolk uit 3NWb (2 uur chemie)

Formuleer maximaal in 2 woorden ? Welke leerstofonderdelen vind je moeilijk in chemie ?

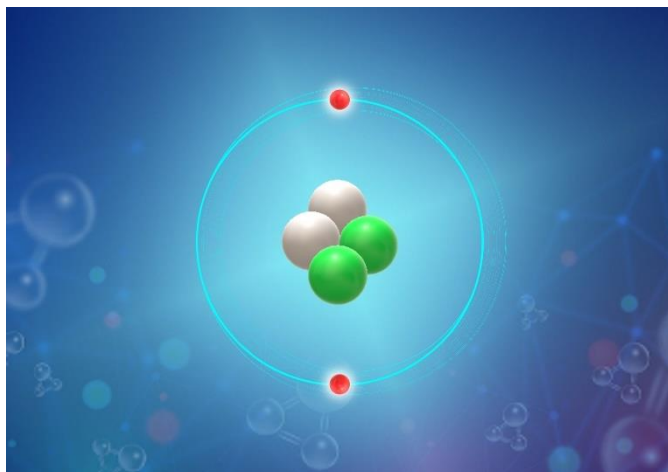


Woordenwolk uit 4LA - 4NWb (2 uur chemie)

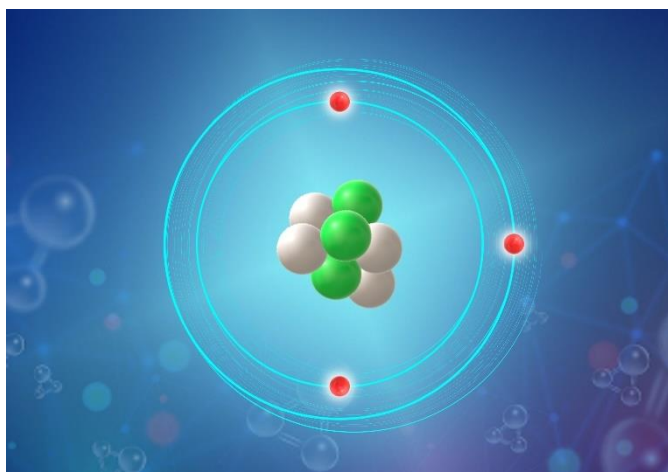
Bijlage 7 – Speelkaarten (1^e ontwerp)



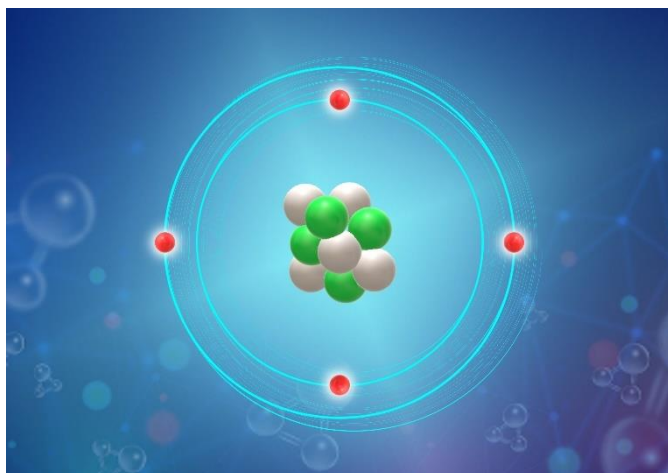
ALGEMEEN	
Niet-metaal	Groep 1
Kleurloos	Periode 1
Ontdekt in	1766 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	37 pm
Atoommassa	1,008 u
Elektr.conf.	1s ¹
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	- 259,1
Kookpunt (°C)	- 252,9
Aggregatiet. (20°C)	gas



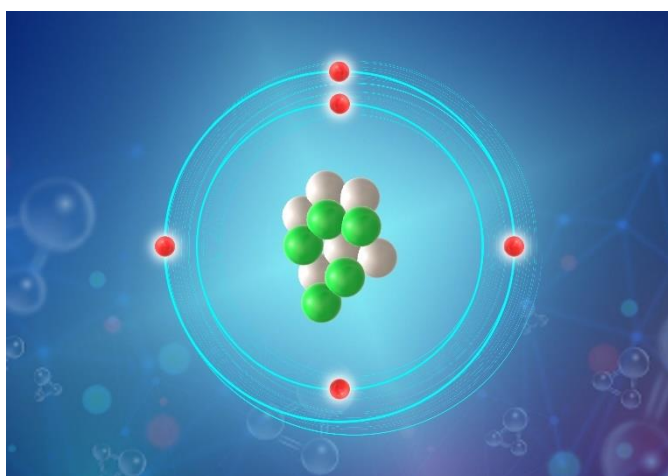
ALGEMEEN	
Edelgas	Groep 8
Kleurloos	Periode 1
Ontdekt in	1895 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	31 pm
Atoommassa	4,0026 u
Elektr.conf.	1s ²
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	/
Kookpunt (°C)	- 269
Aggregatiet. (20°C)	gas



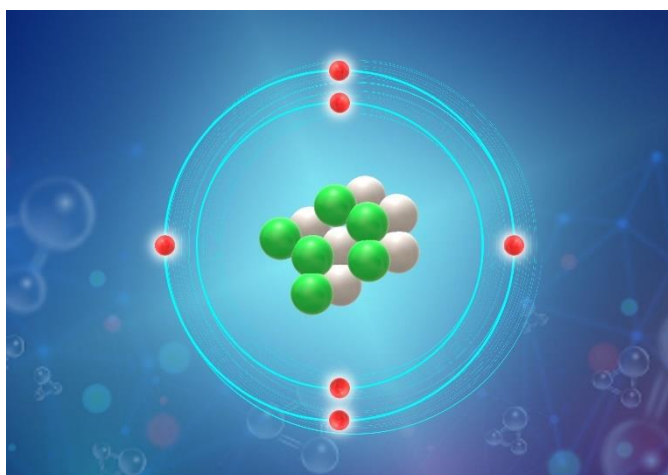
ALGEMEEN	
Alkalimetaal	Groep 1
Kleurloos	Periode 2
Ontdekt in	1817 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	152 pm
Atoommassa	6,941 u
Elektr.conf.	1s ² 2s ¹
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	180,54
Kookpunt (°C)	1342
Aggregatiet. (20°C)	vast



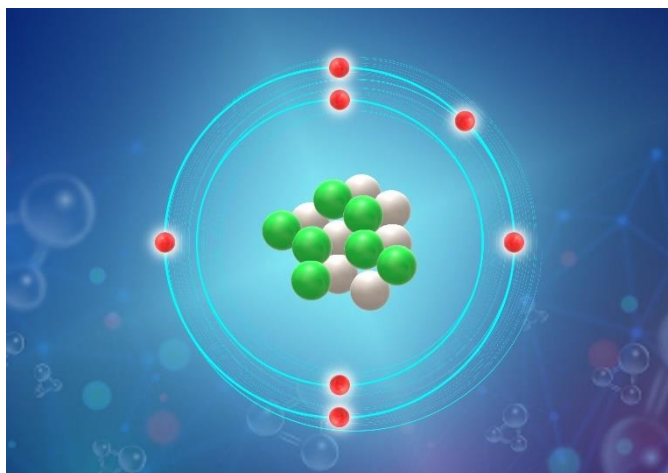
ALGEMEEN	
4	Aardalkalimetaal Groep 2
Be	Kleurloos Periode 2
Beryllium	Ontdekt in 1797 n. Chr.
9,0122	
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	112 pm
Atoommassa	9,0122 u
Elektr.conf.	1s ² 2s ²
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	1287
Kookpunt (°C)	2470
Aggregatiet. (20°C)	vast



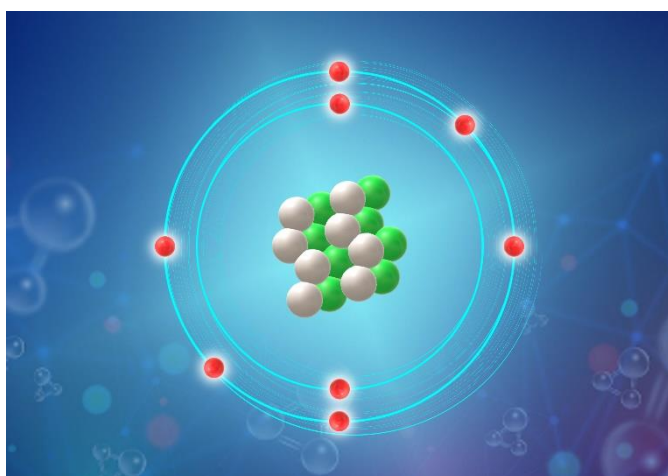
ALGEMEEN	
5	Metalloïde Groep 3
B	Kleurloos Periode 2
Boor	Ontdekt in 1808 n. Chr.
10,81	
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	87 pm
Atoommassa	10,81 u
Elektr.conf.	1s ² 2s ² 2p ¹
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	2075
Kookpunt (°C)	4000
Aggregatiet. (20°C)	vast



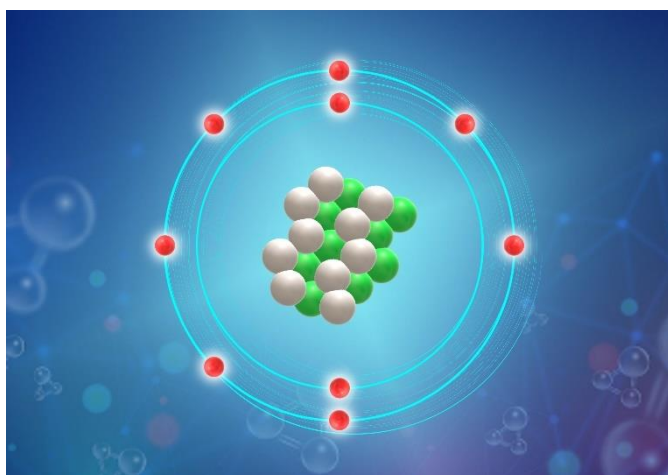
ALGEMEEN	
6	Niet-metaal Groep 4
C	Kleurloos Periode 2
Koolstof	Ontdekt in 3750 v. Chr.
12,011	
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	67 pm
Atoommassa	12,011 u
Elektr.conf.	1s ² 2s ² 2p ²
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	3642
Kookpunt (°C)	3642
Aggregatiet. (20°C)	vast



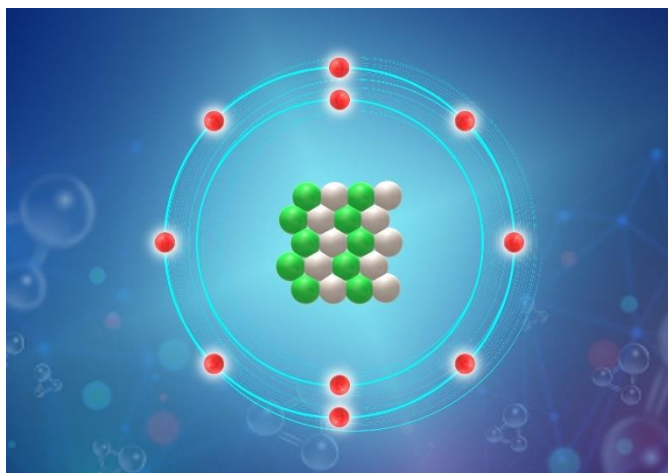
ALGEMEEN	
7	
N	
Stikstof	
14,007	
Niet-metaal	Groep 5
Kleurloos	Periode 2
Ontdekt in	1772 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	56 pm
Atoommassa	14,007 u
Elektr.conf.	1s ² 2s ² 2p ³
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	- 210,1
Kookpunt (°C)	- 195,8
Aggregatiet. (20°C)	gas



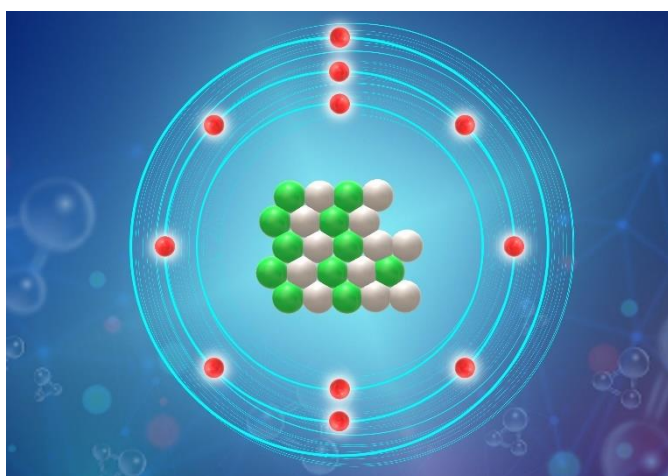
ALGEMEEN	
8	
O	
Zuurstof	
15,999	
Niet-metaal	Groep 6
Kleurloos	Periode 2
Ontdekt in	1774 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	48 pm
Atoommassa	15,999 u
Elektr.conf.	1s ² 2s ² 2p ⁴
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	- 218
Kookpunt (°C)	- 183
Aggregatiet. (20°C)	gas



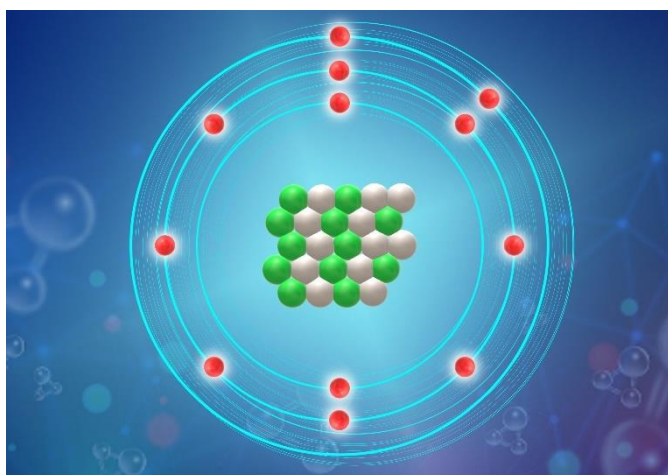
ALGEMEEN	
9	
F	
Fluor	
18,998	
Niet-metaal	Groep 7
Kleurloos	Periode 2
Ontdekt in	1886 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	42 pm
Atoommassa	18,998 u
Elektr.conf.	1s ² 2s ² 2p ⁵
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	- 220
Kookpunt (°C)	- 188,1
Aggregatiet. (20°C)	gas



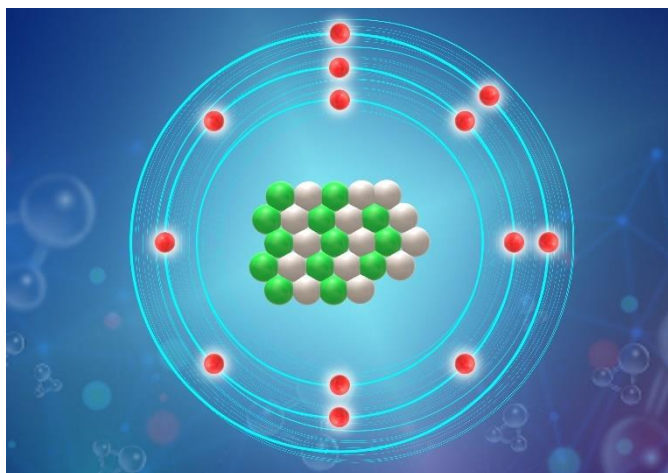
10 Ne Neon 20,180		ALGEMEEN	
Edelgas	Groep 8		
Kleurloos	Periode 2		
Ontdekt in	1898 n. Chr.		
		CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	71 pm		
Atoommassa	20,180 u		
Elektr.conf.	$1s^2 2s^2 2p^6$		
		FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	- 248,6		
Kookpunt (°C)	- 246,1		
Aggregatiet. (20°C)	gas		



11 Na Natrium 22,990		ALGEMEEN	
Alkalimetaal	Groep 1		
Kleurloos	Periode 3		
Ontdekt in	1807 n. Chr.		
		CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	186 pm		
Atoommassa	22,990 u		
Elektr.conf.	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$		
		FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	97,7		
Kookpunt (°C)	882,9		
Aggregatiet. (20°C)	vast		



12 Mg Magnesium 24,305		ALGEMEEN	
Aardalkalimetaal	Groep 2		
Kleurloos	Periode 3		
Ontdekt in	1755 n. Chr.		
		CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	145 pm		
Atoommassa	24,305 u		
Elektr.conf.	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$		
		FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	650		
Kookpunt (°C)	1090		
Aggregatiet. (20°C)	vast		



13
Al
Aluminium
26,982

ALGEMEEN

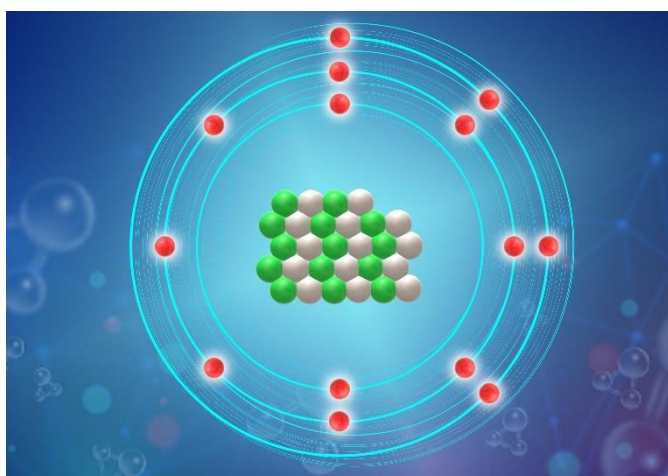
Hoofdgroepmetaal Groep **3**
Kleurloos Periode **3**
Ontdekt in **1825 n. Chr.**

CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN

Atoomstraal **118 pm**
Atoommassa **26,982 u**
Elektr.conf. **$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$**

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN

Smeltpunt (°C) **660,3**
Kookpunt (°C) **2519**
Aggregatiet. (20°C) **vast**



14
Si
Silicium
28,085

ALGEMEEN

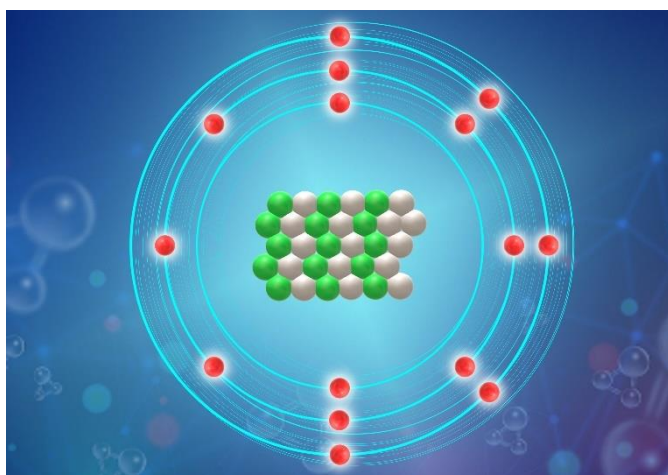
Metalloïde Groep **4**
Kleurloos Periode **3**
Ontdekt in **1824 n. Chr.**

CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN

Atoomstraal **111 pm**
Atoommassa **28,085**
Elektr.conf. **$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$**

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN

Smeltpunt (°C) **1414**
Kookpunt (°C) **2900**
Aggregatiet. (20°C) **vast**



15
P
Fosfor
30,974

ALGEMEEN

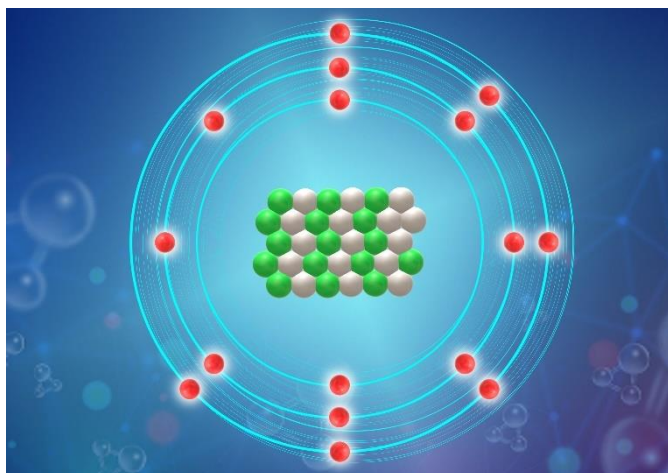
Niet-metaal Groep **5**
Kleurloos Periode **3**
Ontdekt in **1669 n. Chr.**

CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN

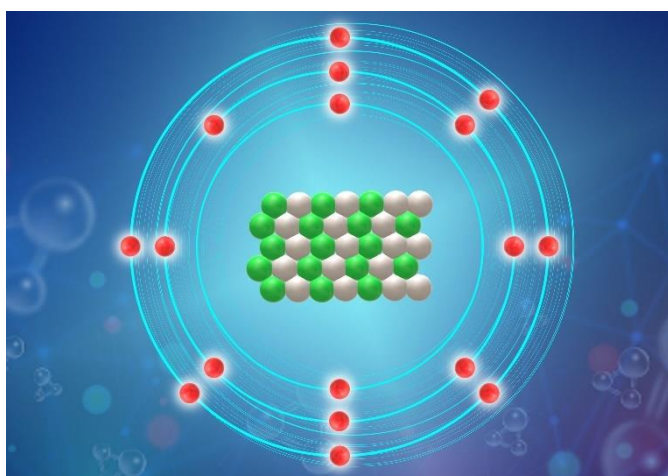
Atoomstraal **98 pm**
Atoommassa **30,974 u**
Elektr.conf. **$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$**

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN

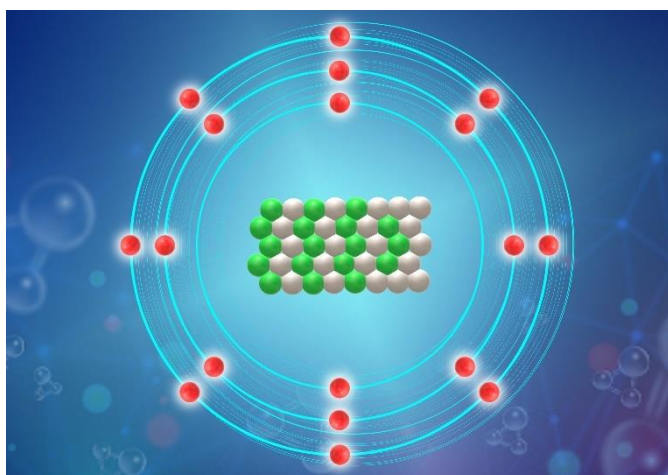
Smeltpunt (°C) **44,15**
Kookpunt (°C) **280,5**
Aggregatiet. (20°C) **vast**



ALGEMEEN	
Niet-metaal	Groep 6
Kleurloos	Periode 3
Ontdekt in	500 v. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	88 pm
Atoommassa	32,06 u
Elektr.conf.	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	115,2
Kookpunt (°C)	444,7
Aggregatiet. (20°C)	vast



ALGEMEEN	
Niet-metaal	Groep 7
Kleurloos	Periode 3
Ontdekt in	1774 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	79 pm
Atoommassa	35,45 u
Elektr.conf.	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	- 101,5
Kookpunt (°C)	- 34
Aggregatiet. (20°C)	gas



ALGEMEEN	
Edelgas	Groep 8
Kleurloos	Periode 3
Ontdekt in	1894 n. Chr.
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	
Atoomstraal	98 pm
Atoommassa	39,948 u
Elektr.conf.	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	
Smeltpunt (°C)	- 189
Kookpunt (°C)	- 186
Aggregatiet. (20°C)	gas

Bijlage 8 – Verschillende spelvormen

A – Spelvorm – Verbindingsspel

- Voor 2-4 spelers.
- Benodigdheden: alle kaartjes dubbel (eerste 18 uit het PSE) = 36 kaartjes
- Draai 18 kaartjes met de ruimtelijke structuur naar boven. Doe hetzelfde met de 18 andere kaartjes, dit keer met de eigenschappen naar boven (bij voorkeur verdeelt de leerkracht dit van tevoren).
- Bepaal op een creatieve manier wie als eerste aan zet is en speel vervolgens in klokwijzerzin.
- Ga om beurten op zoek welke ruimtelijke structuur bij welke eigenschappen van een element past.
- Controleer door de kaart om te draaien.
- Het doel is om zoveel mogelijk kaarten te verzamelen en tegelijkertijd meer te leren over de elementen.

B – Spelvorm – Challenge !

- Voor 2-4 spelers
- Benodigdheden: de eerste 18 kaarten (volgens het PSE) uit het spel.
- Verdeel de kaarten volgens een gelijk aantal per speler. De overige kaarten leg je aan de kant en heb je niet nodig.
- Bepaal op een creatieve manier wie als eerste aan zet is en speel vervolgens in klokwijzerzin.
- Daag elkaar uit ! Kies een kaart en zet in op (grootste/kleinste) atoomstraal of atoommassa, (laagste/hogste) smeltpunt of kookpunt, jaar van ontdekking,
- Het doel is om zoveel mogelijk kaarten te verzamelen en tegelijkertijd meer te leren over de elementen. Wie zonder kaarten valt, verliest !
- Spelvariant: i.p.v. klokwijzerzin te spelen zou je ook elkaar kunnen uitdagen.

C – Spelvorm – Balance !

- Voor 2-4 spelers
- Benodigheden:
 - alle kaartjes zijn 4-dubbel (eerste 18 uit het PSE) = 72 kaartjes
 - Haal de edelgassen (12 kaarten) eruit en voeg 8 kaarten van het zuurstofatoom en 8 kaarten van het waterstofatoom toe. Deze zitten reserve in de speldoos. Je hebt dan in totaal 76 speelkaarten.
 - Lijst met reactieschema's.
 - Eventueel pen en papier om een puntenlijst op te schrijven.
- Geef iedere speler 7 kaarten. De overige kaarten belanden in het midden van de speeltafel.
- Het eerste reactieschema wordt bepaald door de eerste kaart om te draaien van de stapel.
- Bepaal op een creatieve manier wie als eerste aan zet is en speel vervolgens in klokwijzerzin.
- Kies een reactieschema uit de lijst (zie bijlage onderaan) a.d.h.v. de eerste kaart en vul de chemische reactie aan met jouw kaarten. Deze lijst kan ook geprojecteerd worden op het scherm door de leerkracht.
- Spreek onderling af hoe het reactieschema op tafel komt te liggen.
- Indien er meerdere speelkaarten van hetzelfde atoom dienen gespeeld te worden dan plaats je deze dakpansgewijs onder elkaar (zie voorbeeld foto rechts)
- Enkele voorbeelden van aanvullingen op het reactieschema:
 - N_2 = er dienen 2 speelkaarten te liggen van **N**
 - $2H_2$ = er dienen 4 speelkaarten te liggen van **H**
 - $2BeO$ = er dienen 2 speelkaarten van zowel **Be** als **O** te liggen, dus 4 in totaal
- Indien je niet kan spelen, trek je een kaart van de stapel en is jouw beurt over.
- Wanneer een reactieschema compleet is, worden deze kaarten onderaan het deck gelegd.
- Het doel is om als eerste jouw kaarten weg te spelen of om zo weinig mogelijk kaarten over te houden en tegelijkertijd meer te leren over het in evenwicht brengen van chemische reacties.
- Wie zonder kaarten valt, wint !
- Spelvariant: i.p.v. klokwijzerzin te spelen zou je ook elkaar kunnen uitdagen.
- Spelvariant: Je kan ook kiezen om zelf een chemische reactie neer te schrijven.
- Bijlage:
 - $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
 - $4Li + O_2 \rightarrow 2Li_2O$
 - $2Be + O_2 \rightarrow 2BeO$
 - $2B + 3H_2O \rightarrow B_2O_3 + 3H_2$
 - $C + O_2 \rightarrow CO_2$

17		Algemeen	
Cl	Chloor	Niet-metale	Groep 7
		Kleurloos	Periode 3
		Ontdekt in 1774 n. Chr.	
		Chemische eigenschappen	
		Atoomstraal	79 pm
		Atoommassa	35,45 u

17		Algemeen	
Cl	Chloor	Niet-metale	Groep 7
		Kleurloos	Periode 3
		Ontdekt in 1774 n. Chr.	
		Chemische eigenschappen	
		Atoomstraal	79 pm
		Atoommassa	35,45 u
		Elektronenconf.	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
		Fysische eigenschappen	
		Smeltpunt (°C)	-101,5
		Kookpunt (°C)	-34
		Aggregatietoestand (20°C)	gas

Cl₂ in het reactieschema

6. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
7. $2C + O_2 \rightarrow 2CO$
8. $2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2$
9. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
10. $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
11. $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$
12. $Si + O_2 \rightarrow SiO_2$
13. $S + O_2 \rightarrow SO_2$
14. $Cl_2 + 2Na \rightarrow 2NaCl$

D – Spelvorm – Atoomalliantie

- Voor 2-4 spelers
- Benodigdheden:
 - Alle kaartjes zijn dubbel (eerste 18 uit het PSE) = 36 kaartjes
 - PSE
- Geef iedere speler 5 kaarten. De overige kaarten belanden in het midden van de speeltafel.
- Bepaal op een creatieve manier wie als eerste aan zet is en speel vervolgens in klokwijzerzin.
- De eerste kaart van de stapel wordt omgedraaid. Op deze eerste kaart spelen jullie verder
- De speler die begint kiest een type binding en legt een speelkaart af die voldoet aan de gekozen binding. De bindingen die kunnen gekozen worden zijn:
 - Ionbinding (binding tussen metaal en niet-metaal)
 - Atoombinding (binding tussen 2 niet-metalen)
 - Metaalbinding (alle elementen met een metaalkarakter kunnen gespeeld worden)
- De volgende speler heeft nu 4 mogelijkheden:
 - Hij/zij speelt verder op de gekozen binding met een andere kaart
 - Hij/zij speelt verder op de gekozen binding met eenzelfde kaart
 - Hij/zij kan niet spelen en trekt een kaart van de stapel. Zijn of haar beurt is voorbij.
 - De edelgassen zijn de jokers. Zij gaan geen enkele binding aan. Het spelen van deze kaart betekent dat hij/zij een nieuwe binding mag kiezen.
- Het doel is om als eerste jouw kaarten weg te spelen of er zo weinig mogelijk over te houden en tegelijkertijd meer te leren over de verschillende typen binding.
- Spelvariant: i.p.v. klokwijzerzin te spelen zou je ook elkaar kunnen uitdagen.

E – Zuren en basen (3^e graad)

- Voor 2-6 spelers
- Benodigdheden:
 - Alle kaartjes zijn dubbel (tot max. 3 spelers) of driedubbel (tot max. 6 spelers) (eerste 18 uit het PSE) = 36 of 54 kaartjes
 - Haal de edelgassen (6 of 9 kaarten) eruit en voeg 8 kaarten van het zuurstofatoom en 8 kaarten van het waterstofatoom toe. Deze zitten reserve in de speldoos. Je hebt dan in totaal 52 of 70 speelkaarten.
 - Lijst met zuren (van sterk naar zwak) en basen (van sterk naar zwak).
 - Eventueel pen en papier om een puntenlijst op te schrijven.
- **Doel van het spel: zo sterk mogelijke zuren en basen vormen !**
- Bepaal op een creatieve manier wie als eerste deelt en laat vervolgens in klokwijzerzin de volgende speler de kaarten delen.
- Geef iedere speler 1 kaart. Geef vervolgens iedere speler een tweede kaart.
- Leg 5 kaarten omgekeerd op de tafel.
- Draai de eerste 3 kaarten om.
- De deler bepaalt (a.d.h.v. zijn kaarten) of jullie met zuren of basen spelen.
- Bekijk welke (sterke) zuren of basen je kan vormen eventueel m.b.v.d lijst.
- De speler die het sterkste zuur of base vormt, wint.
- De kaarten worden opnieuw geschud.
- Tip: houd een scoresysteem bij waarbij de winnaar 5 punten verdient, de tweede 4, ...

F – Andere Spelvormen

Spelvorm – Bingo (in ontwerp)

Spelvorm – Kwartet (in ontwerp)

Bijlage 9 – Sfeerbeelden

