

De Heraut

van de

Gereformeerde Kerken in Nederland.

Het auteursrecht van den inhoud van dit blad wordt verzekerd overeenkomstig de wet van 28 Juni 1881 (Staatsblad No. 124.)

Dit blad wordt geregeld des Vrijdags aan de geabonneerden verzonden. Lijfdragen van medewerkers, ingezonden stukken en alles wat verder den inhoud van dit blad betreft, te adresseren aan de REDACTIE, Abonneementen en Advertentie aan de ADMINISTRATIE: Bureau: Warmoesstraat 96, te Amsterdam. Inzendingen, die later dan Donnerdag's namiddags te 12 uren worden ontvangen, kunnen voor het nummer van die week niet meer in aanmerking komen.

Zondag 26 November 1899. No. 1144.

Abonnementen: franco aan huis, per drie maanden f 1.20, voor het Buitenland per jaar f 6 bij vooruitbetaling. Afzonderlijke nummers aan het Bureau 10 Cent. Abonneementen worden aangenomen door alle Boekhandelaars, Postdirecteuren enz. en aan het Bureau te Amsterdam. Advertentie: van tot 6 regels f 1.20, voor elke regel meer 20 Cent. Aanvragen en vermelding van liefdegaven en Verslagen van vereen. 12 Ct. p. regel.

BIJVOEGSEL.

JAARVERSLAG

DER VEREENIGING VOOR

Voorbereidend Universitair Onderwijs

TE AMSTERDAM.

UITGERACHT IN DE ALGEMEENE VERGADERING VAN 21 NOVEMBER 1899.

Voorafgegaan door eene VERHANDELING van Prof. Dr. J. WOLTJER

OVER HET ONDERWIJS IN DE

PHYSICA EN CHEMIE.

Thans ga ik spreken over het onderwijs in physica en chemie, om de beginselen aan te toonen, die dat onderwijs moeten beheerschen. Dat ik die twee onderdelen der natuurwetenschap tegelijk bespreek, zal niemand verwonderen, die ook maar oppervlakkig met den stand van het wetenschappelijk onderzoek in den tegenwoordigen tijd bekend is. De physica en chemie hebben beide tot voorwerp de kennis der levenloze lichamen, hunne eigenschappen en verhoudingen. De theorie van de moleculaire samenstelling der lichamen is aan beide gemeen, maar de physica behandelt die veranderingen der lichamen, waarbij de moleculen intact blijven, terwijl de chemie daarentegen die processen behandelt, waarbij de samenstelling der moleculen verandert. In den laatste tijd nu is juist het grensgebied van beide wetenschappen met onvermoeden ijver en rijke vrucht onderzocht; de aggregaattoestanden der lichamen, in 't bijzonder de gasvormige en de vloeibare, de physieke en chemische eigenschappen van mengsels en oplossingen, de spanning en dichtheid van gassen en dampen, de aard, beweging en samenstelling der moleculen enz., waardoor zeer merkwaardige resultaten zijn bereikt en nieuwe verrekende theorieën opgesteld.

Wij kunnen dus deze twee wetenschappen met hetzelfde recht verbinden als plant- en diervetenschap, en dat vooral waar wij de paedagogische beginselen gaan bespreken, die het onderwijs in deze vakken moeten beheerschen.

Algemeen verbreid is onder de zoogenaamd ontwikkelde menschen, ja zelfs onder mannen van wetenschap, het denkbeeld, dat physica en chemie met zedelijke en godsdienstige beginselen niets hebben uit te staan en dat daarom goed onderwijs in deze vakken op een Gereformeerd gymnasium niet anders gegeven kan worden dan op een openbaar of op ieder ander gymnasium. Dat godsdienstonderwijs verschil maakt spreekt van zelf; ook voor geschiedenis stemt men toe dat er verschil in opvatting is; zelfs kan voor plant- en diervetenschap geloof en ongelooft van invloed zijn op het onderwijs. Physica en chemie, echter, zoo zegt men, hebben met geloof en ongelooft niets uit te staan: deze wetenschappen hebben immers de verschijnselen in de stoffelijke wereld, wat door de zinnen waargenomen wordt, wat gemeten en gewogen kan worden, wat men door proeven onwederlegbaar kan aantoonen, tot voorwerp. Deze wetenschappen zijn exact: wie daar geloof en ongelooft bij te pas brengt, verlaat het gebied der wetenschap, vermengt geheel verschillende dingen en bewijst reeds daardoor dat hij op dit terrein zich niet bewegen moet.

Zoo is, mag ik wel zeggen, de algemeene opvatting, die ook door menschen, welke voor geen geld ter wereld tot de ongelooften zouden willen behooren, gedeeld en verdedigd wordt. Hare oppervlakkigheid echter moet voor een ieder, die met de eischen van opvoedend onderwijs bekend is, in het oog springen. Zoo het onderwijs zich daartoe bepaalde om uiteen te zetten hoe thermometers en barometers, luchtpompen, stoommachines en elektrische werktuigen worden samengesteld en werken, zoo het zich dus tot eenige praktische kundigheden beperkte, zou het mogelijk zijn dat de vraag van geloof of ongelooft niet te pas kwam. Men kan in Amsterdam, Londen of Parijs, in de Alpen of op een steppe goed den weg weten en anderen tot gids dienen, zonder dat men de vraag weet te beantwoorden of de aarde een plat vlak is of een bol, of zij om de zon draait of de zon om haar; zoo ook kan men verschijnselen in de natuur kennen en van die kennis praktisch voortreffelijk gebruik maken, zonder dat men van het verband en den samenhang der dingen en de oorzaken der verschijnselen ook maar eenig besef heeft. Maar even weinig als de kennis van dien eersten persoon aardrijkskunde, zoo men de kennis van dezen natuurkunde kunnen noemen.

Vooraf bij deze twee vakken, de physica en de chemie, moet het verschil in acht worden genomen tusschen theorie en praktijk. De wetenschap wil weten en om daartoe te komen tracht zij de waargenomen verschijnselen met elkander in verband te brengen en te verklaren; zij stelt hypothesen en theorieën op om tot deze verklaring te komen. De praktijk daarentegen bekomt zich om de verklaring

weinig of niet; zij vraagt naar toepassing in het leven. Nu zijn in deze eeuw de physica en de chemie niet alleen praktisch maar ook theoretisch tot een hoogte gekomen, die verre overtreft wat vroegere tijden ooit aanschouwden; maar de roem, dien deze wetenschappen over de geheele aarde genieten, is toch in de eerste plaats te danken aan de praktische resultaten, die rechtstreeks of zijdelings door haar verkregen zijn; deze zijn het, die iederen dag voor de aandacht komen en vooral ook tot de phantasie spreken. Dit maakt echter de waarde der wetenschappen niet geringer. Ook hij, wien het alleen om wetenschap te doen is, zal zich daarin verheugen, de praktijk is waarlijk geen onverschillige zaak; zij steunt op velerlei wijze de wetenschap; zij schept eenen zeer wijden kring van belangstellenden en daardoor ook veelzins de vervulling der voorwaarden, waardoor de wetenschap tot bloei kan komen. Maar toch die praktische resultaten zijn niet de wetenschap; daarnaar moet niet de waarde en de betekenis van de wetenschap voor het hooger onderwijs worden beoordeeld. Voor dat onderwijs gelden alleen de beginselen, de methode en de wetenschappelijke resultaten. En nu zegge men niet, dat deze dingen bij het onderwijs aan de gymnasien niet doordringen in het bewustzijn der leerlingen. Want in de eerste plaats is dat niet de vraag. Beginselen en methode werken ook waar zij niet tot het bewustzijn doordringen, zij bepalen de richting en de wijze van het denken en het onderzoeken, en komen later in het bewustzijn op in dien vorm, waarin zij eerst onbewust zijn opgenomen.

Maar bovendien is het niet waar dat de beginselen en de methode en de vraagstukken, die daarmede samenhangen, bij de lessen in physica en chemie niet zouden worden besproken. Het zou uit paedagogisch oogpunt natuurlijk niet te verdedigen zijn, wanneer een leerling met zijne leerlingen over beginselen en methode gerageld ging philosophieren; de jongens zijn daar niet rijp voor; het zou slechts de oppervlakkigheid in de hand werken. Maar van den anderen kant is het moeilijk te gelooven, dat bij een onderwijs, gedurende twee of drie jaren een paar uren in de week aan jongelieden van 16 tot 20 jaren leeftijd gegeven, niet meer dan één enkele grondbeginsel der natuurbeschouwing, vragen die den oorsprong en het doel, het hoe en het waarom van het samenstel der dingen betreffen, zouden ter sprake komen. Dat deze bespreking overeenkomstig den geest des tijds gewoonlijk in negatieve, ongelooften zin zal plaats hebben is zeker te betruwen, maar het geschiedt. Een leerling zegt bijv. naar aanleiding van een hoofdstuk uit de physica op een les tot zijne leerlingen: „Nu zijn er wel die zeggen dat er nog iets achter deze stoffelijke wereld is, maar je weet dat wel beter. Die menschen, die dat zeggen, hebben niet beter geleerd, laat jullie ze maar stil praten. Jullie weet beter, nu je eenmaal zooveel geleerd hebt van de physica; je begrijpt, die stof is er nu eenmaal, is er altijd geweest en zal er altijd zijn; daar zit niets en niemand achter”. 1)

Hoezeer ik eene dergelijke verklaring van eenen leerling uit meer dan één oogpunt ook wraak, formeel is het niet te wraken dat de dieper liggende beginselen ter sprake komen. Wel is waar kan de leerling denken dat hij uiterlijk geen aanstoot geeft, kan hij zijne meening slechts laten doorschijnen, niet uitspreken, maar dat maakt de zaak principieel en paedagogisch niet beter. En waar de leerling ook zou trachten het gebied der algemeene beginselen te vermijden, daar zullen toch de nadenkende leerlingen er bij zichzelf denken, want ook hun geest streeft naar eenheid en samenhang in het denken.

Maar eindelijk, al ware het ook, dat de leerlingen met de beginselen, die aan de wetenschap der physica en chemie ten grondslag liggen, niet te maken hadden, dan moet toch de leerling ze kennen, en moet hetgeen hij zegt en leert met de door hem erkende beginselen in overeenstemming zijn. Deze kennis moet er hem toe leiden om op zijne hoede te zijn, waar zijne leerlingen eenen dwaalweg zouden kunnen inslaan, onjuiste begrippen opnemen, verkeerde gevolgtrekkingen maken. Al kan hij niet overal en altijd duidelijk verklaren, waarom deze of die uitdrukking niet juist, de eene of andere beschouwing of gevolgtrekking verkeerd is, toch moet hij het voor zichzelf weten en als leidman van anderen een helder inzicht hebben in het verband der dingen, die hij leert, en in de beginselen, die aan zijne beschouwing ten grondslag liggen.

Onder de wetenschappen dragen die, welke de studie der natuur omvatten, eene onderscheidende en eerende qualificatie: de exacte, de Engelschen noemen haar: science, en niet zelden wordt, onder dien invloed, ook bij ons, onder de wetenschap de natuurwetenschap verstaan.

Het is niet overbodig in 't kort eens na te gaan, waarop deze onderscheiding rust en in hoeverre zij terecht bestaat. Daarbij zullen van zelf de beginselen ter sprake komen, waar de physica en de chemie op rusten en van uitgaan. Waar in bestaat het exacte, het wetenschappelijk nauwkeu-

rige? Over het antwoord, op die vraag te geven, bestaat reeds verschil van meening. Volgens sommigen bestaat het exacte in de juiste definieering der grondbegrippen en de logische, deductieve redenering daarop volgende; volgens anderen daarin, dat de verhoudingen, welke de wetenschap tot voorwerp heeft, quantitatief, naar maat en getal, kunnen worden bepaald. Naar den eersten maatstaf kunnen de wetenschappen worden genoemd, maar niet de chemie, de botanie en zoologie; naar den tweeden maatstaf de chemie wel, maar de zoologie en de botanie niet. Tegenwoordig wil een groep van natuurkundigen van verklaring niet weten, maar zoekt het exacte in de nauwkeurige beschrijving der verschijnselen; dan kunnen natuurlijk ook botanie en zoologie tot de exacte wetenschappen worden gerekend. Maar hoe men het begrip exact ook opvat, nooit is het een kenmerk van alle natuurwetenschappen tegenover de andere. Doch later daarover meer.

In de eerste plaats acht ik noodig op te merken dat ook de natuurwetenschappen, niet het minst de physica en de chemie, het karakter bezitten van alle menselijke wetenschap, dat zij namelijk zijn een samenstel van begrippen aangaande de dingen en hunne verhoudingen. Die begrippen zijn symbolen, teekens, van de dingen, niet de dingen zelf. Dat ligt, wel is waar, voor de hand, maar juist daarom is het noodig zich daarvan rekenschap te geven. Laat ons een voorbeeld nemen.

Het begrip water is een symbool, dat onze geest zich gevormd heeft naar aanleiding van de substantie, die wij met dat woord aanduiden. Hoe dat geschiedt, ga ik thans niet na; ik merk alleen op, dat het niet gaat langs den weg van abstractie, zoals men zich dat gewoonlijk voorstelt. Of wij vooris voor dat begrip de klanken voorgesteld door de teekens hydro of aqua of water of iets anders zeggen, is wel niet onverschillig, maar ook op dat punt kunnen wij thans niet ingaan.

Dat gedachtenbeeld of begrip water heeft eenen samen-gestelden inhoud, omvat bijv. als onderdelen: nat, bewegelijk, helder, vuurblusschend, dorstles-schend enz. De zaak zelf echter heeft veel meer eigenschappen en hoedanigheden dan in het begrip zijn opgesloten: de wetenschap heeft er reeds bijgevoegd: lichtbrekend, weinig samendrukbaar, slecht geleidend enz., en er is geen enkele reden, waarom we niet nog veel meer zouden vermoeden.

Wanneer nu in het dagelijksche leven het begrip als teekenaar, als beeld van de zaak wordt gebruikt, wordt telkens één zijde, één deel van den inhoud op den voorgrond gesteld of in 't oog gevat, bijv.: er is brand, men roept om water; iemand heeft dorst en vraagt om water; een moeder zegt: kind, kom niet te dicht bij 't water.

Kort geleden sprak ik aan zee met een kunstbewoner over het zee-water, dat dien dag troebel was. Ja, mijnheer, zei hij, 't water is van dag dik, maar in 't begin van de week, toen was het mooi, helder, ziet u, en klaar als echt water. Het begrip water was voor hem klaarlijk het beeld van het heldere duinwater, dat hij dronk, 't zee-water was niet het echte.

De begrippen die de wetenschap gebruikt, zijn ook symbolen, teekens, beelden; zij onderscheiden zich van die, welke in het dagelijksche leven voorkomen, in zooverre als zij meer het wezenlijke uitdrukken of de dingen in bepaalde verhoudingen opvatten. Voor den physicus is het begrip water een beeld van zuiver, onvermengd water; kleurloos, reukloos, smaakloos; het heeft voor hem tal van kenmerken ontleend aan verhoudingen, die in het dagelijksche leven niet opgemerkt worden; dichtheid, brekingsvermogen, geleidingsvermogen enz. Voor den chemicus is het voornaamste element in het begrip de samenstelling van water: eene verbinding van twee volumina waterstof tegen één volume zuurstof; het teken voor zijn symbool is H₂O. Op dezelfde wijze zijn begrippen symbolen van allerlei verhoudingen in en tusschen de dingen, wanneer ik bijv. spreek van moleculaire constante van optische isomeren en dergelijke.

Natuurlijk is het steeds het streven der wetenschap deze symbolen zoo nauwkeurig als mogelijk is te laten beantwoorden aan de objectief gegeven dingen en verhoudingen, maar het blijven symbolen, niet de dingen en verhoudingen zelf. Zij zijn daarom steeds voorwijziging vatbaar.

Dit karakter onzer begrippen, waarvan het gevolg is, dat wij altijd slechts ten deele kennen, verhindert echter niet, dat onze kennis wel degelijk kennis is, niet schijn. De wetenschap zelf bewijst dit, want het is mogelijk, wanneer wij alleen uit deze begrippen redeneeren, te komen tot de kennis van objectief bestaande toestanden en dingen, die nog nooit waargenomen zijn 2). Om nu niet te spreken van de bekende ontdekking van de planeet Neptunus door Adams en Leverrier, haal ik een voorbeeld aan uit de physica en de chemie. Prof. v. d. Waals vond theoretisch uit de afwijking der gassen van de wet van Boyle eene

2) Deze gedachte is reeds uitgesproken door Huygens in zijn *Traité de la lumière*, Deutsche uitgave van Lommel, Ostwald's Klass. der exakten Wissensch. No. 20 p. 4.

theorie, die niet alleen deze afwijkingen verklaart, en over de natuur der gassen licht verspreidt, maar ook in den aard van den vloeibaren aggregaattoestand een nieuw inzicht gegeven heeft. 3). Evenzoo vond de Amerikaan Gibbs langs theoretischen weg eene wet, die door latere experimentele onderzoekingen doorgaande bevestigd werd. 4). Toen Prof. Bakhuis Roozeboom de kromme lijn, die de oplosbaarheid van een hydraat voorstelt, onderzocht, stootte hij op zekere onregelmatigheden, die hem het bestaan van een nieuw hydraat deden vermoeden, dat hij daarna ook vond. Zonder zulk een systematisch onderzoek, dat wil zeggen de logische verbinding van de symbolen der dingen, zou dit hydraat, door empirie, wel nooit gevonden zijn. 5) De grootste overeenkomst met Leverrier's ontdekking toont misschien nog de ontdekking van drie nieuwe elementen, wier bestaan vermoed kon worden uit Mendeleeff's periodisch systeem der elementen.

Ook de physica en de chemie streven er dus naar een logisch en daardoor systematisch verband der begrippen, waarmede zij opereren, te verkrijgen. Om daarin te slagen is het noodig heldere, wel gedefinieerde, juiste grondbegrippen te hebben, uit welke deductief andere begrippen kunnen worden afgeleid. Voor zoover dit gelukt, kunnen deze wetenschappen exact worden genoemd. Daarbij blijft echter natuurlijk de eisch, dat het stelsel van symbolen past op hetgeen objectief in de natuur gegeven is, en dat strikt genomen, zóó, dat alles, wat de natuur vertoont, verklaard worde, en dat er geen deducties gemaakt worden, die niet in de natuur hare corresponderende werkelijkheid hebben. Veilig kan echter worden verklaard dat de wetenschap daartoe nooit zal komen; de wereldformule, die sommige geleerden zich voorstellen, zal zij nooit vinden. Daargelaten nog de vraag of geheel de natuur, ook zelfs zonder zonde, eenen logischen grond en samenhang heeft in den hier bedoelden zin, zou de mensch met zijn denken toch nooit die eerste beginselen, waarna al het andere deductief zou volgen, kunnen bereiken.

Maar daaruit volgt niet, dat niet voor een deel en in eene bepaalde richting, een logische samenhang mag worden gezocht en kan worden gevonden. De physica is in dezen zin en niet zonder vrucht beoefend. Men heeft getracht alle verschijnselen op physisch gebied uit het oogpunt van beweging te beschouwen en alzo te verklaren en de chemie is begonnen de physica op dien weg te volgen. De levenloze natuur zou dus naar de beginselen der mechanica worden verklaard. Dat bedoelden ook de Principia van Newton. Maar hoever men op dien weg ook gekomen is, het blijkt dat men niet tot het einde kan komen. „Ten gevolge van gebreken in de principes geeft het stelsel (der mechanica) aan den eenen kant te veel, aan den anderen kant te weinig; het kan voeren op vraagstukken, die met de natuur niets te maken hebben en kan daarentegen van sommige natuurlijke bewegingen geen rekenschap geven” 6). Natuurlijk lag het voor de hand deze principes dan te herzien, zooals Heinrich Hertz gedaan heeft in zijn werk: *Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhang dargestellt*.

In hoeverre nu de principes verbeterd en het systeem dus juist en doelmatiger geworden is, staat niet aan mij te beoordeelen. Wanneer echter Hertz zegt, dat van het standpunt, dat zijn werk toont, „auch der Begriff der Kraft wie die übrigen mechanischen Grundbegriffe den letzten Restes von Dunkelheit entkleidet erscheinen” (p. XXV), en wanneer ik dan als definitie van Kracht lees: „Unter einer Kraft verstehen wir den selbstständig vorgestellten Einfluss, welchen das eine von zwei gekoppelten Systemen zufolge des Grundgesetzes auf die Bewegung des anderen ausübt” (p. 208), dan verklaar ik, dat voor mij, ik zeg niet dezelfde, maar evenveel duisterheid in het alzo omschreven begrip van kracht ligt, als in de vroegere definities. Zulk een „zelfstandig voorgestelde invloed” is, dunkt mij, al even mythisch als eene Griekse nymf. Trouwens die duisterheid laat zich door definities niet verdrijven. Een physicus en een chemicus blijven mensch, spreken menschen taal en denken op menschenwijze d. w. z. zij denken in begrippen en spreken in woorden. Hoezeer die begrippen ook gelouterd en door definities omschreven zijn, het blijven begrippen, wel betrouwbare in het algemeen, maar toch nijn of meer eenzijdig en bovendien subjectief-menschelek. Een volkomen logisch systeem der begrippen, zoodanig dat hij deductie uit het algemeene het bijzondere kan worden afgeleid is voor de chemie nog volkomen onmogelijk, voor de physica, wat hare mechanische zijde betreft, wel gezocht en ten deele gevonden, maar niet volkomen, en waarschijnlijk onbereikbaar.

Vragen wij nu, in de tweede plaats, langs welken weg de physici en de chemici deze begrippen over de objectieve wereld verkrijgen, dan moet het antwoord luiden: zij verkrijgen hunne begrippen of symbolen door waarneming, toetsen ze door het experiment, zoeken en

3) Nernst, Theoretische Chemie 2te Aufl. 1898. p. 210.

4) O. L. p. 563.

5) Nernst, pag. 578.

6) Dr. W. H. Julius. Kritik in de Natuurkunde, Rede 1896; pag. 29.