

CHEMISCH WEEKBLAD

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING

Redactie-Commissie: Dr. C. A. Lobry de Bruyn, voorzitter, Dr. T. van der Linden, secretaris, Prof. Dr. J. A. A. Ketelaar, M. D. Rozenbroek, Prof. Dr. Jan Smit en Prof. Dr. J. P. Wibaut.

Verantwoordelijk Redacteur: Dr. T. VAN DER LINDEN, 's-Gravenhage, tel. 721636.
Redactie-bureau: 's-Gravenhage, van Alkemadeaan 9, telefoon 776480.

N.V. D. B. CENTEN's Uitgevers-Maatschappij, Amsterdam-C., O.Z. Voorburgwal 115, telefoon 48695, postrekening 39514.

INHOUD: Mededeelingen van het Secretariaat. — Agenda van Vergaderingen. — Symposium over Fotografie, Fotochemie en Fotophysica. — Examen voor klinisch analyst (herexamens). Adresband Chemisch Weekblad. — Prof. Dr. J. A. A. Ketelaar, Dipoolmoment en molecuulstructuur. — Prof. Dr. E. Cohen, Chemisch-historische aantekeningen XXII. Nieuwe bijdragen tot de geschiedenis van het lachgas. — Boekaankondigingen. — Chemische Kringen. — Personalia. — Bond voor Materialenkennis. — Aangeboden betrekkingen, werk, subsidies, — enz. — Gevraagde betrekkingen. — Vraag en Aanbod. — Verbetering.

MEDEDEELINGEN VAN HET SECRETARIAAT DER NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING
(Van Alkemadeaan 9, 's-Gravenhage, telefoon 776480, postrekening 7680).

Nieuwe leden.

De in het Chemisch Weekblad van 24 Januari 1942 onder 102 t/m 104 genoemde candidaat-leden zijn thans aangenomen als gewone leden.

Candidaat-leden.

139: Koeman (Ir. C.), Aalsmeer, Uiterweg 86, rijksstuinbouw-consulent; voorgesteld door Mej. Ir. Ch. M. van Dijk en Dr. T. van der Linden, beiden den Haag.

VERBETERINGEN EN AANVULLINGEN VAN DE LEDENLIJST 1941.

Blz. 36: Couvée—Burck (Mevr. dra. D. J.), den Haag, Sweelinkstraat 76.
„ 48: Hammen (Dr. J. P. van der), den Haag, Fred. Hendrikplein 17.
„ 53: Huisman (H. O.), chem. cand., Groningen, Reigerstraat 19.
„ 86: Spengens (N. J. van), ap., Amsterdam-O., Archimedesweg 51.
„ „: Spruit (D.), chem. cand., Utrecht, Catharijnesingel 18D bis.
„ 87: Steenbergens (Ir. H. D.), Nijmegen, Javastraat 90.
„ 97: Werker (drs. W.), Enschede, Goolkatenweg 188.

Wie kent het adres van:

R. Th. Roskam, chem. cand., vroeger den Haag, Thorbeckelaan 250.

Met mededeeling zal men den Secretaris zeer verplichten.

* * *

Het Secretariaat en het Redactie-bureau zijn gesloten van Vrijdag 3 April t/m Maandag 6 April a.s.

* * *

De Secretaris is in den regel dagelijks op het Secretariaat van gemaakte afspraak, zoowel over Vereenigingszaken als over die, de Commissie T. en C. betreffende, te spreken. Het Bureau is in den regel geopend iederen werkdag van 9.30—12 en van 2—4.30, des Zaterdagds van 9.30—12 uur.

Dr. T. VAN DER LINDEN,
den Haag, telefoon 721636 (na 6 u. n.m.).

Agenda van Vergaderingen.

- 28 Maart. Nederl. Natuurk. Ver. (Utrecht): Symposium over „Hoofdfiguren uit de geschiedenis der Optica“. Zie het volledige programma in Chem. Weekblad, pg. 129.
31 „ Kring Eindhoven der Ned. Nat. Ver. (Eindhoven, Geheerzaal Philips' Bedrijfsschool, Kastanjelaan, 19.45 uur): Prof. Dr. Ir. F. K. Th. van Iterson (Heerlen), Eenige plasticiteitsproblemen.
31 „ Haagsche Chemische Kring (den Haag); Prof. Dr. D. H. Wester, Leerlooierij en de nieuwe synthetische looimiddelen. Zie Chem. Weekblad, pg. 155.
30 „ } Natuurphilosophisch Studentencongres (Utrecht):
31 „ } Zie Chem. Weekblad, pg. 156.
1 April }
7, 8, 9 en 10 April. Bond voor Materialenkennis (Delft): Vacantie cursus over poreuze stoffen. Zie Chem. Weekblad, pg. 168.

Symposium over Fotografie, Fotochemie en Fotophysica.

Onder verwijzing naar hetgeen over het Verslag van dit symposium in het Chemisch Weekblad van 21 Maart j.l. is medegedeeld, vestigen wij er de aandacht op, dat de termijn van aanvraag voor dit verslag heden afloopt. Aan aanvragen, die na heden worden ingediend, zal naar alle waarschijnlijkheid niet kunnen worden voldaan.

Examen voor klinisch analyst. Herexamens.

Te Utrecht zijn in Februari 1942 geslaagd voor het tweede gedeelte van het analystexamen (herexamen) de dames: G. Boltje, M. J. Boss, J. M. v. d. Brink, C. A. M. Bulder, M. C. Dek, E. Ganz-Auerbach, C. Nieuwenhuis, N. Plantema, F. Pluim, E. T. Vlas, J. M. v. d. Staij. Afgewezen 1 candidate.

Te Leiden zijn geslaagd de dames: E. A. Beyerinck, A. den Boer, R. Braunius, I. Denijs, C. A. van Dijk, A. A. Eriks, N. v. d. Ham, H. A. M. Heijer, A. W. Hoeven, W. L. M. Ingenhousz, A. J. van der Loeff, J. C. A. Meesters, C. van Rijssel, Chr. Scheffer, A. Visser, H. C. Vlieland, G. E. Ypma. Alle candidaten slaagden.

Adresband Chemisch Weekblad.

Ingevolge een op grond der papierschaarschte ontvangen voorschrift, dat de adresbanden niet breder mogen zijn dan een kwart van de lengte van het tijdschrift, wordt het Chemisch Weekblad van heden af wederom dubbelgevouwen verzonden en met een adresband van slechts 7½ cm breedte. De kans op beschadiging of vuil worden tijdens transport en bezorging is door dit laatste uiteraard gestegen.

Aangeboden betrekkingen.

Zie blz. 168.

539.133 : 541.67
 DIPOOLMOMENT EN
 MOLECUULSTRUCTUUR ¹⁾).

door

J. A. A. KETELAAR.

In talloze onderzoeken heeft men op het voetspoor van Debye uit de experimenteel bepaalde waarde van het elektrische moment gevolgtrekkingen gemaakt omtrent de structuur van het desbetreffende molecuul. Men stelde daarbij, dat, zo het molecuul geen meetbaar moment vertoont, de structuur symmetrisch zal moeten zijn; is er daarentegen wel een moment, dan zal het molecuul niet symmetrisch of althans lager symmetrisch zijn.

[Strenger gezegd: een molecuul heeft geen dipoolmoment, wanneer het als symmetrie-elementen bezit: een centrum van symmetrie (C_1), dan wel drie onderling loodrechte tweetallige assen (D_2) of een drietalige as met loodrecht hierop drie tweetallige assen (D_3) of een drietalige as met loodrecht hierop een vlak van symmetrie (C_{3h})].

Aldus zijn uit dit kwalitatieve verschil reeds belangrijke gegevens omtrent de molecuulstructuur af te leiden. Dat het vooral door de onzekerheid van de correcties voor de atoompolarisatie soms moeilijk is te beslissen of het moment nul is of slechts zeer klein, zij hier niet besproken. Uit de aanwezigheid van een meetbaar moment zal men echter wel steeds tot de afwezigheid van bepaalde symmetrie-elementen kunnen besluiten. Zo volgt uit het dipoolmoment van ammoniak, $\mu = 1.48 D$, naar de algemeen verbreide mening met zekerheid een pyramidale structuur van het ammoniakmolecuul ²⁾.

Slechts was er verschil van mening over de vraag of de regelmatige driezijdige pyramide met het stikstofatoom als top stomp of spits was. Het bleek nader uit de waarden der traagheidsmomenten, dat de pyramide slechts een hoogte van 0.38 \AA bezit en dus stomp is ($NH = 1.02 \text{ \AA}$, $\angle HNH = 107^\circ$).

Ook andere onderzoeken, in het bijzonder de aanvankelijke onderzoeken over het infrarode spectrum, schenen dit model geheel te bevestigen. Het verdere onderzoek van het ammoniak spectrum, in het bijzonder van de banden bij 3μ en 10μ , afkomstig van de trillingen, waarbij het stikstofatoom zich langs de as van symmetrie beweegt, bracht evenwel een eigenaardige verdubbeling van de spectraallijnen aan het licht ³⁾.

Dennison en Uhlenbeck ⁴⁾ verklaren, deze verdubbeling als een gevolg van kernresonantie. Zij merken op, dat er twee posities van gelijke potentiële energie voor het stikstofatoom zijn, daar het zich zowel aan de ene als aan de andere zijde van het vlak der waterstofatomen kan bevinden. Dat dit onder-

scheid niet triviaal is, blijkt, wanneer wij ons de atombewegingen betrokken denken op een met het molecuul vast verbonden assenstelsel. Het betreft hier eenzelfde onderscheid als tussen de beide Kékulé-structuren van benzeen, welke men in schijn ook door een draaiing in elkaar kan overvoeren. Door het „merken”, zoals in o.dichloorbenzeen, ontstaat daar een onderscheidbaar verschil; bij ammoniak dienen wij te bedenken, dat bij vervanging van de drie waterstofatomen door drie ongelijke substituenten beide vormen de twee optische isomeren representeren.

De potentiaalcurve, de potentiële energie als functie van de afstand van het stikstofatoom tot het vlak van de waterstofatomen, vertoont twee minima, links en rechts op 0.37 \AA van het midden, gescheiden door een potentiaalberg ter hoogte van 5.90 kcal/mol . ⁵⁾ Zo er voor het stikstofatoom in de grondtoestand van ammoniak, zoals dit in de klassieke mechanica het geval zou zijn, geen mogelijkheid bestond de potentiaalberg te doordringen en aldus aan de andere zijde van het vlak van de waterstofatomen te geraken, zou er links en rechts één energieniveau zijn op gelijke hoogte. Het „tunneleffect”, berustende op het golfkarakter, ook van zware deeltjes, levert echter een mogelijkheid de potentiaalberg te doordringen ⁶⁾. De mogelijkheid zowel aan de ene als aan de andere zijde van de berg te zijn leidt tot quantummechanische resonantie, waarbij nu, in plaats van twee niveaus op gelijke hoogte ν , niveaus s en a ontstaan respectievelijk ter hoogte $\nu - \delta$ en $\nu + \delta$ ⁷⁾. De frequentie δ is hierbij de frequentie, waarmee het stikstofatoom heen en weer kan „pendeln” tussen beide energiemina. In het klassieke analogon van de twee gekoppelde slingers is deze δ de frequentie, waarmee de oscillatie-energie van de ene op de andere slinger overgaat ⁸⁾.

Wanneer de splitsing zo groot is, dat bij normale temperatuur vrijwel alle moleculen zich in de laagste toestand zullen bevinden, is de energie van het resonerende stelsel dus een bedrag van $h\delta$ kleiner dan de energie zou zijn van de geïsoleerde vorm zonder resonantie. Dit bedrag is de resonantie-energie, welke zoals bekend in het geval van benzeen dit molecuul stabiliseert ten opzichte van een hypothetisch normaal onverzadigd cyclohexatriën.

Op eenvoudige wijze laat zich het gezegde met de formules van de golfmechanica voorstellen. In plaats van de golf functies φ_L en φ_R , welke respectievelijk de afzonderlijke vormen beschrijven, beantwoorden de werkelijke stationaire toestanden tengevolge van de resonantie aan de functies $\Phi_S = \varphi_L + \varphi_R$ en

⁵⁾ M. F. Manning, J. Chem. Phys. 3, 136 (1935).

⁶⁾ Gemakshalve wordt steeds gesproken van het doordringen van het stikstofatoom door het vlak van de waterstofatomen. Men kan echter ook zeggen: de waterstofatomen schuiven over het stikstofatoom heen. In verband met hun geringere massa en daarmee samenhangende grotere de Broglie-golflengte ($\lambda = h/mc$) zijn de waterstofatomen ook beter in staat een potentiaalberg te doordringen, waartoe immers diens dikteafmeting vergelijkbaar moet zijn met deze golflengte.

⁷⁾ Deze resonantie is volkomen analoog aan het meest eenvoudige geval van electronenresonantie, de binding in het waterstofmolecuulion H^+_2 . (resonantie tussen HH^+ en H^+H).

⁸⁾ Bij koppeling van twee gelijke slingers, bijv. door de uiteinden door een slappe veer te verbinden, ontstaat een beweging; waarbij dan de ene en dan de andere slinger in beweging is. Bij analyse blijken in de beweging de perioden $\nu + \delta$ en $\nu - \delta$ aanwezig te zijn. Tot zover is er analogie met de gekoppelde oscillatoren, de verlaging van de energie van het gekoppelde systeem, de resonantie-energie valt echter niet aan te wijzen in het voorbeeld van de slingers.

¹⁾ Voordracht op de vergadering van de secties voor fysieke chemie en voor colloïdchemie te Wageningen op 24 Juli 1941. Figuur verstrekt door den schrijver.

²⁾ F. Hund, Z. Physik 31, 81 (1925), A. E. van Arkel en J. de Boer, Chemische Binding als Electrostatistisch Verschijnsel, Amsterdam 1930, p. 115.

³⁾ E. F. Barker, Phys. Rev. 33, 684 (1929).

⁴⁾ D. M. Dennison en G. Uhlenbeck, Phys. Rev. 41, 313 (1932). Reeds F. Hund, Z. Physik 43, 805 (1927) had het twee-minima-probleem behandeld.

$\Phi_A = \varphi_L - \varphi_R$ ⁹⁾). De stationnaire toestanden, en uitsluitend deze toestanden bezitten fysieke realiteit, beantwoorden echter als model van het ammoniakmolecuul *niet* aan een pyramide, maar aan een symmetrische bipyramide met het stikstofatoom gelijkelijk in beide toppen. Immers de waarschijnlijkheid het stikstofatoom ergens aan te treffen wordt gegeven door Φ_S^2 en Φ_A^2 resp., en beide functies zijn symmetrisch ten opzichte van het middenvlak (zie fig. 1). Hier

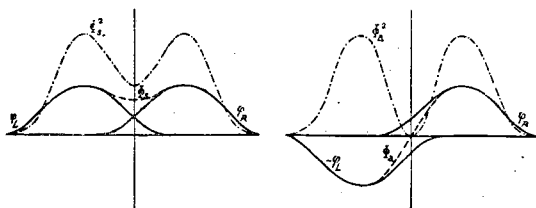


Fig. 1. Golfvuncties voor een potentiaalkromme met twee maxima.

treedt eenzelfde symmetrie-verhoging op als bij de overgang van de drietallige symmetrie ener *K e k u l e*-structuur naar de zestallige symmetrie van de stationnaire toestand van benzeen.

Het is duidelijk, dat zowel voor de onderste symmetrische als voor de antisymmetrische toestand het elektrisch moment nul is, daar de ladingsverdeling gegeven door Φ_S^2 en Φ_A^2 symmetrisch is. Het elektrisch moment in de *X*-richting is namelijk:

$$e \int_{-\infty}^{+\infty} x \Phi_{S,A}^2 dx = e \int x \varphi_R^2 dx + e \int x \varphi_L^2 dx \pm 2e \int x \varphi_R \varphi_L dx = \mu - \mu \pm 0 = 0$$

wanneer wij voor

$$e \int_{-\infty}^{+\infty} x \varphi_R^2 dx = -e \int_{-\infty}^{+\infty} x \varphi_L^2 dx$$

schrijven = μ , d.w.z. het moment, dat aan de geïsoleerde pyramidale vorm zal moeten worden toegekend. De conclusie is, dat ammoniak in zijn stationnaire toestanden symmetrisch gebouwd is en geen elektrisch moment bezit. Deze uitspraak betreft zowel de toestand van laagste energie *s*, als die van iets hogere energie (1.25 cm^{-1} of 3.6 cal/mol.) *a*, de antisymmetrische toestand ¹⁰⁾.

⁹⁾ Het is beter $\Phi_{s,a} = 1/2 \sqrt{2} \varphi_R \pm 1/2 \sqrt{2} \varphi_L$, te stellen, daar dan ook $\Phi_{s,a}$ genormaliseerd zijn, zo dit met $\varphi_{L,R}$ het geval is. Zowel φ^2 als Φ^2 toch stellen waarschijnlijkheden voor, wier geïntegreerde waarden zoals gebruikelijk één moeten zijn. Deze functies φ en Φ zijn symbolen voor de totale golfvunctie en omvatten dus zowel de elektronen- als de kerncoördinaten. Voor ons doel is niet de quantitative waarde dezer functies van belang, maar slechts de symmetrie-eigenschappen i. b. in de *X*-richting, de molecuulas. De symmetrie rondom deze as is drietallig bij ammoniak en voor het te bespreken lineaire model (HF_2^-) is cylinder-symmetrie aanwezig.

¹⁰⁾ Ten einde verwarring van de antisymmetrische en symmetrische toestanden met het klassieke pyramidale en het juiste symmetrische molecuulmodel te voorkomen, worden verder deze toestanden slechts met *s* en *a* aangeduid.

Dat de symmetrische toestand ook hier (vgl. H^+ , H_2 en benzeen) de laagste energie heeft, is toe te schrijven aan het feit, dat in deze toestand een ophoping optreedt in het gebied in het midden waar de potentiële energie lager is geworden dan

Dat bij de diëlectrische metingen geen exact statisch veld wordt gebruikt, maar een wisselveld van bijv. $\lambda = 300 \text{ m}$ of een frequentie van 1000 kilohertz (golftal $0.3 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$) verandert niets aan de moeilijkheid, immers deze frequentie is tienduizend maal kleiner dan de frequentie, waarmee het stikstofatoom door het vlak van de waterstofatomen schiet ($\lambda \approx 2.5 \text{ cm}$, frequentie = $1.2 \times 10^7 \text{ kHz}$, golftal = 0.4 cm^{-1}). Er kan dus geen sprake zijn van een elektrisch moment, dat zich volgens de theorie van *Debye* instelt in het uitwendige veld. Wij hebben nu bij ammoniak het paradoxale geval van een symmetrisch molecuul, dat niettemin blijkens de hoge en sterk temperatuurafhankelijke diëlectriciteitsconstante zich gedraagt als ware het de drager van een aanzienlijk elektrisch moment. De oplossing dezer paradox, welke door enige auteurs¹¹⁾ wel is onderkend, maar nog nimmer werd behandeld, is gelegen in de toepassingen voor dit geval van de juiste, quantummechanische theorie van de diëlectriciteitsconstante¹²⁾ ter vervanging van de klassieke theorie van *Debye*. Het zou te ver voeren deze eerstgenoemde theorie hier volledig uiteen te zetten; de algemene gedachte wil ik echter wel schetsen om zodoende ook de oplossing voor het geval van ammoniak te kunnen aanduiden.

Evenals in de klassieke theorie is het noodzakelijk de statistische middelwaarde van het moment in de veldrichting te berekenen. Dan is namelijk

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \frac{M}{d} = P = \frac{4}{3} \pi N \frac{\bar{\mu}_z}{F}$$

Debye vormt, zoals bekend, de middelwaarde aldus:

$$\bar{\mu}_z = \frac{\int_0^\pi \mu \cos \vartheta e^{-W/kT} d\Omega}{\int_0^\pi e^{-W/kT} d\Omega} \quad \text{met} \quad W = -\mu F \cos \vartheta$$

Volgens de quantentheorie is

$$\bar{\mu}_z = \frac{\sum_{n,j,m} \mu_{n,j,m}^F e^{-W_{n,j,m}/kT}}{\sum_{n,j,m} e^{-W_{n,j,m}/kT}}$$

hierin zijn *n* een quantengetal van de vibraties, *j* het rotatiequantumgetal en *m* het „elektrisch” quantumgetal, dat de projectie van *j* op de richting van het veld, de *Z*-richting aangeeft. ($-j \leq m \leq j$). De index *F* resp. *o* geeft aan, dat bedoeld is de waarde van μ bij aan- of afwezigheid van een veld. Verder moet de tijdmiddelwaarde van μ in de *Z*-richting worden gebruikt, vandaar $\bar{\mu}_{n,j,m}^z$. Feitelijk moet in teller en noemer geschreven worden $W_{n,j,m}^F$, maar daar geldt

in geval van een potentiaalcurve met slechts één minimum. Bij de antisymmetrische toestand is dit energetisch gunstige gebied juist zwakker bezet.

¹¹⁾ P. M. Morse en E. C. G. Stueckelberg, *Helv. Phys. Acta* 4, 337 (1931); H. Hellmann, *Quantenchemie*, Wien 1937, blz. 301.

¹²⁾ L. Mensing en W. Pauli, *Physik. Z.* 27, 509 (1926); R. de L. Kronig, *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.* 12, 488, 608 (1926). C. Manneback, *Physik. Z.* 27, 563 (1926). Zeer algemeen: J. H. van Vleck, *Phys. Rev.* 29, 727 (1927).

$$W_{n j m}^F = W_{n j m}^o - F \bar{\mu}_{n j m}^F$$

ontstaat bij verwaarlozing in de ontwikkeling van termen van hogere orde in F en met $\bar{\mu}_{z n j m}^o = 0$ het eenvoudige resultaat, dat wij slechts $W_{n j m}^o$ behoeven te gebruiken.

Volgens de quantummechanische storingsrekening geldt:

$$\bar{\mu}_{z n j m}^F = \bar{\mu}_{z n j m}^o - \frac{2F}{h} \sum_{n' j' m'} \frac{|\mu_{n j m n' j' m'}^o|^2}{\nu_{n j m n' j' m'}}$$

Hierbij valt op te merken, dat $\bar{\mu}_{z n j m}^o$ gelijk aan nul is voor een molecuul als HCl, ook in de rotatieloze toestand ($j = 0$). De betekenis van $\bar{\mu}^o = 0$ is slechts deze, dat bij de afwezigheid van een veld er geen resulterend moment is, dus geen permanente electriciteit, hetgeen voor een gas vanzelfsprekend is. Dit betekent ook dat bij ontwikkeling van de energie in het veld $E_F = E_0 + c_1 F + \frac{1}{2} c_2 F^2$ c_1 steeds nul is (geen lineair Stark-effect), terwijl $c_2 \neq 0$ ($= -\alpha$ voor dipoolloos molecuul). Echter is $\bar{\mu}^2$ in het algemeen niet gelijk nul, maar veeleer gelijk het kwadraat van het klassieke moment μ van de desbetreffende toestand.

De grootheden $\mu_{n j m n' j' m'}^o$ zijn zogenaamde overgangsmomenten behorende bij de overgangen van het niveau gekenmerkt door $n j m$ naar een ander niveau $n' j' m'$ en $\nu_{n j m n' j' m'}$ is de bijbehorende frequentie. Hierbij zijn zowel emissie als absorptie-overgangen inbegrepen, in het laatste geval moet echter ν het negatieve teken worden gegeven. Deze overgangsmomenten hangen direct samen met de intensiteiten van de straling, die bij de spontane overgang zou optreden. Volgens de klassieke theorie toch wordt een monochromatische straling uitgezonden, wanneer wij een periodiek veranderlijk elektrisch moment hebben.

Omgekeerd associeren wij nu met iedere overgang in de quantumtheorie een moment van nul verschillend voor een als emissie of absorptie lijn geoorloofde overgang. Wanneer wij de berekende waarden dezer momenten invullen, bijv. voor de rotatieovergangen, waarbij dus $j \rightarrow j' = j + 1$, $m = m'$ en $j \rightarrow j' = j - 1$, $m = m'$ en voeren wij de sommatie over m uit, dan blijkt het resultaat steeds nul te zijn, behalve voor de toestand $j = 0$, $m = 0$. Dit betekent, dat voor het diëlectrisch gedrag alleen de rotatieloze grondtoestand van belang is. De met één of meer quanten roterende moleculen leveren geen bijdrage tot de statistische middelwaarde van het moment. Dit resultaat heeft zijn analogon in de klassieke theorie. Reeds spoedig namelijk werd opgemerkt, dat in de oorspronkelijke formulering van Debye slechts de potentiële energie van de moleculen en niet tevens de kinetische energie was beschouwd bij het opmaken van de middelwaarde. Alexandrow¹³⁾ heeft aangetoond, dat wanneer men deze verbetering wel aanbrengt het eindresultaat (daar het moment niet afhangt van de kinetische energie) hetzelfde is als bij de berekening volgens Debye, maar tevens vond hij, dat alle moleculen met een kinetische energie groter dan $\mu F (1 + \cos \vartheta)$ en die dus in het veld door de stand van hoogste potentiële energie heen kunnen doordraaien geen bijdrage tot de

polarisatie leveren. Daar bij de afleiding van de klassieke uitkomst uit de quantummechanica naast de klassieke benadering $\mu F \ll kT$ het ook noodzakelijk is te veronderstellen $\mu F \ll$ het rotatiequantum $\frac{h^2}{8\pi^2 J}$ behoren dus alle moleculen, welke volgens Alexandrow te geringe kinetische energie hebben om door te draaien, inderdaad tot de rotatieloze quantumtoestand. De analogie is dus volkomen.

Aldus hebben wij verder slechts rekening te houden met de rotatieloze toestanden (met $j = 0$) en de overgangen, die van hieruit plaats kunnen vinden. Bij een normaal molecuul zoals HCl is de verdere berekening zeer eenvoudig. De enige overgang is hier $j = 0 \rightarrow j = 1$ en voor deze overgang is het overgangsmoment $|\mu_z^o|^2$ gelijk aan $1/3 \mu^2$. De factor $1/3$ ontstaat hierbij zeer in het algemeen wegens de gelijkwaardigheid van de drie asrichtingen. (Verg. bijv. de eenvoudige gaskinetische afleiding van $p\nu = 1/3 nmv^2$). De overgangsfrequentie

$$\nu_{0 \rightarrow 1} \text{ is } - \frac{2h}{8\pi^2 J}$$

(absorptie, dus negatief teken).

De statistische middelwaarde $\bar{\mu}_z$ is nu dus slechts het gemiddelde moment van de rotatieloze toestand

$$\bar{\mu}_z^F = \frac{2F}{h} \cdot \frac{1}{3} \mu^2 \cdot \frac{8\pi^2 J}{2h}$$

vermenigvuldigd met de fractie van de moleculen in deze grondtoestand. De fractie is

$$1 / \sum_{j=0}^{j=\infty} (2j+1) e^{-j(j+1)h^2/8\pi^2 J kT}$$

of wel, indien $\frac{h^2}{8\pi^2 J k} \ll T$, zoals in alle praktisch voorkomende gevallen toegelaten is (bij HCl is deze uitdrukking $15^\circ K$), wordt deze fractie $\frac{h^2}{8\pi^2 J k T}$.

Dit volgt indien wij in verband met dezelfde onderstelling de sommatie door een integratie vervangen. Zo ontstaat dus voor $\bar{\mu}_z$ de klassieke uitkomst

$$\bar{\mu}_z = F \cdot \frac{\mu^2}{3kT}$$

Aldus wordt volgens de quantummechanica voor het gebruikelijke temperatuurgebied en voor lage veldsterkten¹⁴⁾ hetzelfde resultaat als de klassieke theorie bereikt langs een schijnbaar geheel andere weg. Niettemin is een volledige correspondentie aan te wijzen. In de klassieke theorie ontstaat de polarisatie d.i. de verlaging van de energie van het gas in een elektrisch veld, doordat de niet roterende moleculen oscilleren om de stand van laagste potentiële energie. In de quantumtheorie wordt ook de energie gewijzigd en wel van ieder niveau $n j m$ aldus:

$$W_{n j m}^F = W_{n j m}^o - F \mu_{n j m}^F$$

De niveaus met $j \neq 0$ splitsen zich in het veld naar gelang van de waarde van het elektrisch quantumgetal m , daarbij worden sommige verhoogd, sommige verlaagd en wel zodanig tot het totaal effect van het veld

¹⁴⁾ Hier buiten zijn de uitkomsten echter wezenlijk verschillend. (F. Brouwer, Dissertatie Utrecht 1930).

¹³⁾ W. Alexandrow, Physik. Z. 22, 258 (1921).

op iedere groep niveaus met verschillende m -waarden nihil is. Alleen de energie van de rotatieloze toestand met $j = 0$ (en dus $m = 0$) wordt verlaagd en alleen deze draagt dus tot de polarisatie bij. Inderdaad hebben wij zoals boven vermeld gezien, dat μ_{njm}^F alleen niet nul is voor $\mu_{j=0}^F$, in het geval van een normaal molecuul zoals HCl en eveneens dat $\sum_m \mu_{njm}^F = 0$ is.

Hoe is dit nu alles bij ammoniak. Wij zullen voor de eenvoudigheid niet het echte ammoniak-molecuul, een molecuul met drie rotatieassen beschouwen, maar een lineair asymmetrisch molecuul met twee minima: $AB A$ in resonantie met $A B A$. Ook hier is de stationnaire toestand symmetrisch, zoals de $(HF_2)^-$ groep bijvoorbeeld¹⁵⁾, zodat evenmin als voor een molecuul als CO_2 een zuiver rotatiespectrum in emissie of in absorptie geoorloofd is¹⁶⁾. Er is echter wel een spectrum (voor NH_3 bij ongeveer 100μ), dat als rotatiespectrum betiteld wordt, naar analogie met spectra als van HCl in dit gebied, feitelijk echter is dit spectrum een rotatie-vibratiespectrum, want het is de combinatie van de overgangsfrequentie $s \rightleftharpoons a$ met rotatiefrequenties. Deze overgangen zijn dus van het type $s, j \rightarrow a, j + 1$ en omgekeerd $s, j \rightarrow a, j - 1$ in emissie; overgangen $s, j \rightarrow s, j \pm 1$ en $a, j \rightarrow a, j \pm 1$ zijn, zoals reeds gezegd, verboden, daar het overgangsmoment hier nul is wegens de symmetrische ladingsverdeling van het molecuul in de stationnaire toestand, hetzij de s , hetzij de a toestand. Het overgangsmoment bij de genoemde wel toegelaten overgangen berust dus op de met de sprong in het rotatiequantengetal verbonden overgang van de s naar de a toestand of omgekeerd. Dit overgangsmoment

$$\mu_{s \rightarrow a} = \mu_{a \rightarrow s} = e \int_{-\infty}^{+\infty} x \Phi_s \Phi_a dx = e \int x (1/2 \nu_2 \varphi_R + 1/2 \nu_2 \varphi_L) \\ (1/2 \nu_2 \varphi_R - 1/2 \nu_2 \varphi_L) dx = 1/2 e \int x \varphi_R^2 dx - 1/2 e \int x \varphi_L^2 dx = \\ = 1/2 \mu + 1/2 \mu = \mu,$$

dus gelijk aan het klassieke moment. Immers zoals reeds gezegd, is

$$e \int x \varphi_R^2 dx = - e \int x \varphi_L^2 dx = \mu$$

gelijk aan het klassieke dipoolmoment van één van de afzonderlijke structuren.

Aldus ontstaat nu analoog aan hetgeen boven werd geschreven

¹⁵⁾ J. A. A. Ketelaar, Rec. trav. chim. 60, 523 (1941).

¹⁶⁾ Dit model verschilt wel in sommige opzichten essentieel van een niet-lineair model, maar voor de afleiding van de statistische middelwaarde van het elektrisch moment maakt deze vereenvoudiging uiteindelijk geen verschil. Zo treden bij het lineaire model verbodsregels op, zodat bijv. zo A geen kernspin heeft, zoals stikstof, s -toestanden alleen mogelijk zijn met oneven rotatiequantumtoestanden ($j = 1, 3, 5 \dots$) en a -toestanden alleen met $j = 0, 2, 4$ enz. (vergelijk orthowaterstof met $j = 1, 3, 5$ en parawaterstof met $j = 0, 2, 4$). De overgang $s \rightleftharpoons a$ zonder sprong in j is dus in dit lineaire model verboden, niet echter voor de driedimensionale rotator, behalve voor $j = 0$.

De merkwaardige absorptieband van ammoniak in het gebied van de ultrakorte radiogolven (1.5 cm) beantwoordende aan deze overgang is voor het lineaire model dus verboden. (Formeel spectroscopisch is deze overgang de Q-tak van het vibratie-rotatiespectrum, waarvan P- en R-tak bij omstreeks 100μ liggen).

$$\bar{\mu}_z^F = \frac{2F}{h} \left| \frac{\mu_{z a, 0 \rightarrow s, 1}}{\nu_{a, 0 \rightarrow s, 1}} \right|^2 = \frac{2F}{h} \cdot 1/3 \frac{\mu^2}{8 \pi^2 J}$$

Immers ook hier is alleen de rotatieloze toestand ($j = 0$) van belang. Daar verder de afstand van bij elkaar behorende s en a niveaus gering is in vergelijking met de afstand van de rotatieniveaus (bij NH_3 respectievelijk 1.25 cm^{-1} en 90 cm^{-1}) kan voor $\nu_{a, 0 \rightarrow s, 1}$ zonder meer de zuivere rotatiefrequentie $\nu_{a, 0 \rightarrow a, 1}$ (of wel $\nu_{s, 0 \rightarrow s, 1}$) worden ingevuld nl.

$$\frac{2h}{8 \pi^2 J}$$

Ter berekening van de statistische middelwaarde moet nog als boven met de fractie der moleculen in de rotatieloze toestand worden vermenigvuldigd, dus met

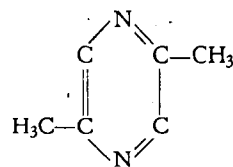
$$1 / \sum_{j=0}^{\infty} (2j+1) e^{-j(j+1) h^2 / 8 \pi^2 J k T} \approx \frac{h^2}{8 \pi^2 J k T}$$

voor de benadering van hoge temperaturen. Aldus

$$\bar{\mu}_z = F \cdot \frac{\mu^2}{3 k T},$$

dus ook hier ontstaat dezelfde uitkomst als de naïeve theorie voor een pyramidaal model zou doen verwachten.

Dat voor de diëlectriciteitsconstante toch het klassieke bedrag wordt gevonden, laat zich inzien, wanneer men bedenkt, dat het blijkens de quantummechanische afleiding aankomt op de rotatieniveaus en de overgangen daartussen. Nu is de overgangsfrequentie klein ten opzichte van de frequentie van de rotatie. Dit wil echter zeggen, dat het ammoniak-molecuul vrijwel geheel roteert als ware het inderdaad in één der beide pyramidale structuren gefixeerd. Het resultaat van onze beschouwing is, dat een door resonantie in de stationnaire toestand symmetrisch molecuul wel degelijk een schijnbaar aanzienlijk elektrisch moment kan vertonen, zoals in het voorbeeld van ammoniak. Daartoe is nodig, opdat tenminste aan de verwachting volgens de klassieke theorie voldaan zij, dat de overgangsfrequentie klein is ten opzichte van de rotatiefrequentie. Ook reeds indien voor deze overgangsfrequentie geldt $h\nu \approx kT$ kan een temperatuurafhankelijke diëlectriciteitsconstante en dus een schijnbaar moment ontstaan. Omgekeerd vertonen nu een aantal moleculen, waarvoor men ten gevolge van elektrische resonantie een symmetrische bouw mag verwachten niettemin een duidelijk elektrisch moment. Het schijnt niet gewaagd, ook al laat zich dit voorshands niet bewijzen, hier aan een geval, analoog met dat van ammoniak, te denken. Zo bezit 2.5 dimethylpyrazine ook



volgens de laatste nauwkeurige metingen en berekeningen een elektrisch moment van 0.35 D ¹⁷⁾. De

¹⁷⁾ J. L. Snoek, Physik. Z. 35, 196 (1934). C. J. F. Böttcher, Diss. Leiden 1940. M. Lebreit, Diss. Leiden 1941.

stationnaire toestand met gelijkwaardige bindingen heeft een symmetrie-centrum en kan dus geen moment hebben. De geïsoleerde structuren kunnen echter wel degelijk een moment bezitten¹⁸⁾. Een ander voorbeeld is 2.6 dichloornaphtaleen, waarvoor door sommigen een moment van 0.2 D resp. van 0.6 D wordt opgegeven¹⁹⁾.

Aan het bovenstaande zij nog een enkele opmerking toegevoegd betreffende het fysisch-chemisch gedrag van ammoniak voor zover dit samenhangt met de diëlectrische eigenschappen. Zullen de attractiekrachten in de gastoestand voor ammoniak anders zijn dan voor het klassieke pyramidale model met een belangrijk permanent moment verwacht kon worden?

Bij normale temperatuur is de gemiddelde snelheid van een ammoniakmolecuul 6.5×10^4 cm/sec. Daar de tijd, waarin het stikstofatoom zich naar de andere zijde van het vlak der waterstofatomen beweegt 0.4×10^{-8}

sec $\left(\frac{1}{2v}\right)$ bedraagt, legt het molecuul in deze tijd gemiddeld 2.6×10^{-4} cm af. De afstand, waarop de attractiekrachten een merkbare bijdrage leveren, is slechts een fractie van dit bedrag, zodat dus de wisselwerking van twee ammoniakmoleculen praktisch zo zal zijn alsof het molecuul slechts de enkele pyramidale gestalte bezit. Bovendien is de tijd tussen twee botsingen onder normale omstandigheden van dezelfde orde als de tijd van overgang.

In de vloeistofoestand zal in verband met de veel kleinere botsingstijd zeker geen invloed te verwachten zijn van de overgang op de cohaesie-energie; lang voor dat de configuratie van het molecuul door het omklappen van de pyramide zou zijn veranderd, is de wederzijdse oriëntatie reeds door botsingen gewijzigd.

Thans wat de vaste toestand betreft. In verbindingen, zoals in de ammoniakaten, zal onder invloed van het veld van het centraalatom één van de pyramidale vormen zozeer gestabiliseerd zijn, dat overgang in de andere vorm niet meer mogelijk is. Omtrent de configuratie in vaste ammoniak zelf, kan nog niets met zekerheid worden gezegd. Het onderzoek van de kristalstructuur is onvolledig. Een pyramidale structuur lijkt niet strijdig te zijn met hetgeen gevonden werd, maar een bipyramidale structuur is evenmin uitgesloten. Het onderzoek van vaste ammoniak, wat betreft kristalstructuur en spectrum wordt ter hand genomen.

Aldus kan een molecule wiens stationnaire toestand symmetrisch en dus niet polair is zich toch gedragen alsof het een groot dipoolmoment bezit, zoals uit de quantummechanische theorie ook blijkt.

Summary: The large dipole moment found for the ammonia molecule seems to be contradictory to the doubtless bipyramidal symmetry for the stationary state as due to the well-known protonic resonance in

ammonia. It is shown that the quantum-mechanical theory however reconciles the two facts. It is shown that a symmetric and thus non polar molecule will behave as if it had a large dipole moment when the resonance frequency is low compared with the rotation frequency. It is shown also that the cohaesion energy for the ammonia molecule with a symmetric stationary state will be practically the same as would be expected for a single pyramidal structure.

Discussie.

Dr. J. H e r m a n s. Hoe moeten we begrijpen, dat de bijdrage van de „gewone” polariseerbaarheid tot de diëlectriciteitsconstante wel temperatuuronafhankelijk is? De quantummechanische behandeling van deze „gewone” polariseerbaarheid kan toch niet wezenlijk verschillen van die, welke door spreker werd uiteengezet.

S p r e k e r. De behandeling van de „gewone”, d.i. de elektronenpolariseerbaarheid is inderdaad geheel gelijk, daar echter in dit laatste geval $h\nu_{njm'n'j'm'} \gg kT$ ontstaat een temperatuur-onafhankelijke bijdrage daar het aantal moleculen in de grondtoestand vrijwel temperatuuronafhankelijk is.

Dr. J. Th. G. O v e r b e e k. Welke waarde verwacht men voor de diëlectriciteitsconstante en het „dipoolmoment” van NH_3 bij golflengten kleiner dan 1.5 cm?

S p r e k e r. Zoals werd uiteengezet is de frequentie van de molecuulrotatie degene, welke van intrinsiek belang is voor het diëlectrisch gedrag. Voor golflengten groter dan van de rotatieovergang (100μ) is nog het normale gedrag te verwachten. Bij het passeren van de golflengte van 1.5 cm is een abnormale dispersie te verwachten, waarbij echter de verandering is gelegen in de bijdrage tot atoompolarisatie tengevolge van de overgang $s \rightleftharpoons a$, evenals bij een andere absorptie-band van een kerntrilling.

Dr. G. B e r g e r. Kan de golfmechanica aangeven, hoe groot het dipoolmoment van het deutero-ammoniak zal zijn.

S p r e k e r. Dit moment zal vrijwel hetzelfde zijn als voor gewone ammoniak, slechts iets kleiner tengevolge van de iets kortere atoomafstanden in het zware molecuul. De overgangsfrequentie in ND_3 ligt echter bij $< 0.2 \text{ cm}^{-1}$ (NH_3 0.87 cm^{-1}) in verband met de grotere massa der D-atomen en de dus nog kleinere de Broglie golflengte (zie boven voetnoot 6), bovendien bevindt zich het grondniveau dieper in het potentiaal dal door de geringere nulpuntsenergie.

Lab. voor Algemene en Anorg. Chemie der Universiteit van Amsterdam.

¹⁸⁾ Op grond van symmetrieoverwegingen is het duidelijk, dat het uitgesloten is, dat één der structuren meer tot de stationnaire toestand zou bijdragen dan de andere (Mills-Nixon-effect) en dat aldus het optreden van een moment verklaard zou kunnen worden. Dit verschijnsel kan wel een rol spelen bij 1.4 dichloornaphtaleen met wellicht een moment van 0.50 D¹⁹⁾. Trouwens ook reeds met door resonantie geheel gelijkwaardige bindingen in de aromatische kern is de symmetrie van dit molecuul zodanig dat een moment mogelijk is.

¹⁹⁾ A. Weissberger, R. Sängewald and G. C. Hampson, Trans. Faraday Soc. 30, 884 (1934); G. C. Hampson, R. J. B. Marsden, Ibid. 30 (1934). Appendix.

546.172.5(091)

CHEMISCH-HISTORISCHE AANTEEKENINGEN XXII *).

*Nieuwe Bijdragen tot de geschiedenis van het Lachgas*door
ERNST COHEN.

Jaren geleden (1907) gaf ik in mijn werkje „Das Lachgas, eine chemisch-kulturhistorische Studie“¹⁾, dat ik aan mijnen leermeester en vriend van 't Hoff „zur Kürzung unfreiwilliger Musse“ opdroeg, toen hij geruimen tijd het bed moest houden, de geschiedenis van dit gas, dat in den laatsten tijd onder de anaesthetica weder op den voorgrond is getreden²⁾.

in de samenleving, in den huiselijken kring, alsmede op het tooneel, heeft gespeeld.

De volgende bladzijden vormen eene aanvulling van het toen meegedeelde.

Reeds als medewerker van den arts Dr. Thos. Beddoes in de „Pneumatic Institution“ te Clifton³⁾ had Humphry Davy (1778—1829) zich met de studie der physiologische werking van het stikstofoxyduul op het menschelijk organisme beziggehouden. Den 10den April 1799 schrijft hij aan zijnen vriend Davies Gilbert: “I made a discovery yesterday which proves how necessary it is to repeat experiments Pure oxigen gas produced no alteration of my pulse, nor any other material effect; whereas this gas raised my pulse towards of hundred and twenty strokes, made me dance

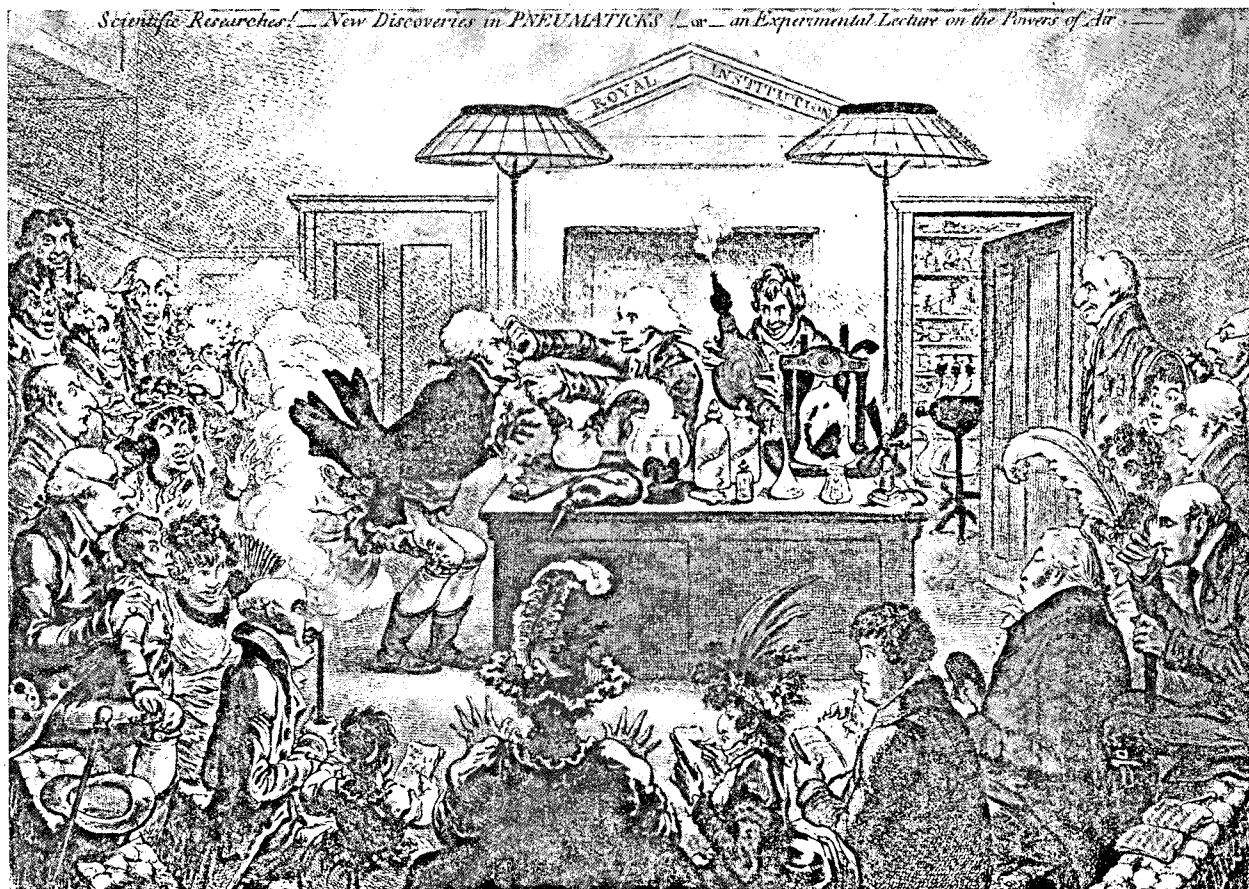


Fig. 1.

Ik groepeerde het toen meegedeelde om eene onbegrepen karikatuur van den stift van den beroemden Engelschen karikaturist James Gillray (1757—1815), welker verklaring ik uit oude chemische en belletristische literatuur tot in bijzonderheden konstrueerde. Die spotprent, welke hier (Fig. 1) is afgebeeld (het origineel, 35 × 25 cm, is in kleurendruk uitgevoerd), gaf mij toen eveneens aanleiding, eenen blik te werpen op de rol, welke het lachgas, kort na zijne ontdekking (1772) door Joseph Priestley,

about the laboratory as a madman and kept my spirits in a glow ever since.”

Zijne gewaarwordingen tijdens eene proef, waarbij hij gedurende 3½ minuut het zuivere gas had ingeademd, na het vooraf gedurende vijf kwartier in verdunnen toestand op zijn organisme te hebben doen inwerken, beschrijft hij met de woorden:

“A thrilling, extending from the chest to the extremities, was almost immediately produced. I felt a sense of tangible extension highly pleasurable in every limb; my visible impressions were dazzling, and apparently magnified, I heard distinctly every sound in the room, and was perfectly aware of my situation. (In all these experiments, after the first minute, my cheeks became purple). By degrees, as the pleasurable sensations increased, I lost all connection with external things; trains of vivid visible images rapidly passed through my mind,

*) Figuren verstrekt door den schrijver.

¹⁾ Met 31 Autotypen im Text und einer farbigen Karikatur, Leipzig, 1907. Zie ook Ernst Cohen, Uit het Land van Benjamin Franklin, met 72 Afbeeldingen. Zutphen 1928. Blz. 65 vv.

²⁾ Zie: Narkose zu operativen Zwecken von Dr. med. Hans Killian. Mit 165 Abbildungen. Berlin 1934. Blz. 7 vv.

³⁾ Das Lachgas, blz. 3 vv.

and were connected with words in such a manner, as to produce perceptions perfectly novel. I existed in a world of newly modified ideas. I theorised — I imagined that I made discoveries.

When I was awakened from this semi-delirious trance by Dr. Kinglake, who took the bag from my mouth, indignation and pride were the first feelings produced by the persons about me. My emotions were enthusiastic and sublime; and for a minute I walked round the room, perfectly regardless of what was said to me.

As I recovered my former state of mind, I felt an inclination to communicate the discoveries I had made during the experiment. I endeavoured to recall the ideas, they were feeble and indistinct; one collection of terms, however, presented itself; and with the most intense belief and prophetic manner, I exclaimed to Dr. Kinglake: "Nothing exists but thoughts! — the universe is composed of impressions, ideas, pleasures and pains!"

About three minutes and half only had elapsed during this experiment, though the time as measured by the relative vividness of the recollected ideas, appeared to me much longer."

Wanneer men weet, dat niemand minder dan Coleridge in zijne „Sybilline Leaves” Davy heeft gekenschetst als "the individual who would have established himself in the first rank of England's living poets if the genius of our country had not decreed that he should rather be the first in the first rank of its philosophers and scientific benefactors", een oordeel, waarvan Walter Scott getuigde: "The compliment I can witness to be as just as it is handsomely recorded" ⁴⁾, dan zal men het begrijpelijk vinden, dat Davy zijne gewaarwordingen na de beschreven proef ook in gebonden stijl heeft weergegeven:

"Not in the ideal dreams of wild desire
Have I beheld a rapture-wakening form:
My bosom burns with no unhallow'd fire,
Yet is my cheek with rosy blushes warm;
Yet are my eyes with sparkling lustre fill'd:
Yet is my mouth replete with murmuring sound;
Yet are my limbs with inward transport fill'd,
And clad with new-born mightiness around."

Na het bekend worden van Davy's uitkomsten brak er niet alleen in de laboratoria der Oude Wereld, maar ook in die der Nieuwe eene ware Lachgas-manie uit, waarvan tal van publikaties uit dien tijd op sprekende wijze getuigenis afleggen. Het ligt voor de hand, dat de bedoelde proefnemingen ook in de „Royal Institution” in Albemarle Street te Londen hare intrede deden, toen Davy daaraan (1801) werd verbonden, nadat hij Clifton had verlaten.

Bij de herhaling elders was reeds gebleken, dat de gevolgen der inademing van stikstofoxyduul niet slechts bij verschillende individuen niet steeds dezelfde waren, maar dat zulks eveneens bij eenzelfde persoon op verschillende tijdstippen het geval kon zijn.

Terwijl ik voor de uitvoerige toelichting van Gillray's zoo geestige prent naar „Das Lachgas” verwijst, worde hier slechts hare beteekenis in groote trekken in het licht gesteld, tot goed begrip van hetgeen volgt. Gillray's karikatuur is bedoeld als eene satire op Count Rumford [Benjamin Thompson (1753—1814)], den uit Amerika geboortigen zwerver, in later jaren de tweede echt-

⁴⁾ In eenen brief aan Mrs. Fletcher; Zie Fragmentary Remains, Literary and Scientific of Sir Humphry Davy, Bart., edited by his brother John Davy. London, 1858, pag. 113. Een aantal van Humphry Davy's gedichten vindt men in de „Annual Anthology”, edited by Robert Sothey, 1799.

genoot van Lavoisier's weduwe ⁵⁾, aan wien de natuurkunde en de maatschappij in het algemeen zoo menige belangrijke ontdekking en uitvinding heeft te danken, de „Royal Institution” hare stichting (1799). Rumford is de staande, rijzige man met den grooten neus, dien Gillray rechts op zijne prent heeft geplaatst ⁶⁾.

Ook bedoelde deze laatste, de „haute volée” van Londen in 't ootje te nemen, welke het als „fashionable” beschouwde, de natuurwetenschappelijke voordrachten bij te wonen, welke geregeld in de R.I. werden gehouden.

De kunstenaar heeft nu het oogenblik in beeld gebracht, waarop de Voorzitter der R.I., Lord Hippiesley, zich aan een experiment met lachgas onderwerpt. Maar hij ademt eene te groote hoeveelheid in, en . . .

De gevolgen heeft Gillray ons duidelijk voor oogen gesteld. Niet alleen de uitwerking op Lord Hippiesley, maar tevens die op de gezichts- en reukorganen der leergierige aanwezigen.

Wie heden de R.I. te Londen bezoekt, ziet deze karikatuur aldaar als versiering van den wand, maar . . . (o preutsheid der Engelschen!) men heeft het linksche gedeelte met de schaar verwijderd, en daarmede den „clou” van het geheel.

Het duurde niet lang, of „Proeven met Lachgas” gingen ook deel uitmaken van het repertoire van Engelsche schouwburgen. Zoo geeft ons de beroemde Duitse chemicus Christian Friedrich Schönbein (1799—1868) in zijn door mij bij andere gelegenheden reeds vaak genoemd, lezenswaardig boek „Mittheilungen aus dem Reisetagebuche eines deutschen Naturforschers” ⁷⁾ een amusant relaas van eene dergelijke voorstelling, door hem in het bekende „Adelphi Theatre” te Londen bijgewoond ⁸⁾.

Dat zulke proeven ook voor de populair-natuurwetenschappelijke literatuur eene groote attractie vormden, spreekt wel van zelf. Voor mij ligt een boek, dat menige oplaag beleefde, welks langademige titel luidt: „Chemistry no Mystery; or, A Lecturer's Bequest. Being the subject-matter of A course of Lectures, delivered by an Old Philosopher, and taken in short-hand by one of the audience, whose name is not known. Arranged from the Original Manuscript, and Revised by John Coffern, surgeon; and late assistant chemist of the London Hospital, and Aldersgate School of Medicine ⁹⁾. De hier op de origineele grootte gereproduceerde karikatuur (Fig. 2) uit dat werkje, welke den tekst verlucht, is van de hand van den beroemden Engelschen karikaturist en illustrator George Cruikshank (1792—1878). Die tekst luidt:

"This gas is called laughing-gas from the peculiar effect it produces when breathed; not that it always causes laughter, but it usually gives rise to much whimsical contortions of the

⁵⁾ Zie François Guizot, Mélanges biographiques et littéraires. Nouvelle édition, Paris 1880, pag. 49, of Guizot's Mémoires pour servir à l'histoire de mon temps 2, 397. Ook Mad. la Comtesse de Bassanville, Les salons d'autrefois. Souvenirs intimes. Première partie, pag. 173. Paris, zonder jaartal.

⁶⁾ Zie Ernst Cohen, Der Leim in der Kulinchemie. Gedenkbuch, aangeboden aan J. M. van Bemmelen, Den Helder 1910, Blz. 447.

⁷⁾ Anonym verschenen. Basel 1842.

⁸⁾ Zie: Das Lachgas, Blz. 92 vv.

⁹⁾ London 1839.

features, and causes persons to play such ridiculous antics, that if the operators do not themselves laugh, those who look on certainly must: the claim then of this protoxide of nitrogen to the name of laughing-gas is very fairly earned.

The person who breathes it must proceed in the following manner: holding his nose tight between his fingers and thumb, he must forcibly expel from his lungs as much air as he can, then he must breathe from and into a bladder filled with the gas until its peculiar effects are experienced, which probably may be in about half a minute. There should be some person standing near to pull away the bladder as soon as the lips of the person breathing the gas are observed to turn bluish, for it might be dangerous to persist in the operation after this symptom.

Having proceeded thus far in his Lecture, the old gentleman handed round a great number of bladders filled with the gas; and here our short-hand writer ceased from his work. Anxious



Fig. 2.

to enjoy the fun as well as the rest, his office of scribe did not hinder him from seizing a bladder too: for my part I determined to have some amusement of another kind, in witnessing the effects produced by the gas upon others, without breathing any myself; and, perhaps, I laughed more than either of the breathers. Oh, how shall I describe the scene which followed? For one instant, the silence of our Lecture-room was only broken by the deep-drawn inspirations of those who were breathing the gas; all seemed to be enjoying the extreme of happiness, they puffed and pulled as if they could not get enough. It was indeed, irresistibly ridiculous to see a large room filled with persons, each of whom was sucking from a bladder, and this alone made me laugh right well; but in another instant began their ecstasies, some cast their bladders from them with a jerk, and, forgetting the ridiculous figure they made, kept breathing laboriously; their mouths thrown wide open, and their noses still tightly clenched: some jumped over the tables and chairs; some were bent upon making speeches; some were very much inclined to fight, and one young gentleman persisted in attempting to kiss the ladies. I have heard it insinuated that he breathed very little of the gas, and that he knew very well what he was doing, but this statement I consider to be untrue. As to the laughing, I think it was chiefly confined to the lookers-on.

A few minutes served to restore those maniacs to their senses, and they felt as if nothing had occurred; for it is a peculiarity of this gas, that it does not act like intoxicating liquors in producing depression of spirits, disorder of the stomach, or indeed any other unpleasant effects."

Ook de werken, welke de „chimie amusante" behandelen (er bestonden er legio op het einde der 18de, en in het begin van de 19de eeuw), bleven niet achter, hunne lezers over het lachgas en zijne merkwaardige physiologische eigenschappen in te lichten. Een geliefkoosd boek, waarin dat geschiedde, was dat van John Joseph Griffin (1802—1877). Oorspronkelijk was hij boekhandelaar te Glasgow, maar later vestigde hij zich te Londen als fabrikant van chemische toestellen. Zijne bekerglazen zijn wel



Fig. 3.

iederem chemicus bekend. Griffin was ook de vertaler van Heinrich Rose's beroemd „Handbuch der analytischen Chemie". Tot de door Griffin in het licht gegeven werken behoort ook „Chemical Recreations and Romance of Chemistry", waarvan in 1834 de zevende uitgaaf te Glasgow verscheen. Onze Fig. 3 is aan dit werk ontleend, dat daarbij den volgende tekst geeft:

"In general the effects are highly pleasurable. "Exquisite sensation" of pleasure, an irresistible propensity to laughter, a rapid flow of vivid ideas, singular thrilling in the toes, fingers and ears, a strong incitement to muscular motions are the ordinary feelings produced by it. The celebrated Mr. Wedgwood "had a violent inclination to jump over the chairs and tables and seemed so light that he thought he was going to fly." What is exceedingly remarkable is that the intoxication thus produced generally renders the person cheerful and high spirited for the remainder of the day".

Het duurde niet lang, of de lachgas-manie sloeg ook naar de Nieuwe Wereld over. Niet slechts schonken twee baanbrekers op het gebied der chemie in de States, James Woodhouse (1770—1809), die in 1802 Davy had bezocht¹⁰⁾, en James Cutbush (1788—1823)¹¹⁾ hunne bijzondere aan-

¹⁰⁾ James Woodhouse was hoogleeraar in de chemie aan de University of Pennsylvania te Philadelphia.

¹¹⁾ James Cutbush was hoogleeraar in de chemie aan de U.S. Military Academy te Westpoint, N.Y.

dacht aan het stikstofoxyduul en zijne physiologische eigenschappen, maar ook menig Amerikaansch onderzoeker der natuur, die door openbare voordrachten den leek in hare geheimen trachtte in te wijden, (zoals Fahrenheit en Desaguliers te onzent¹²⁾), gebruikte dit gas als „pièce de résistance” bij zijne door proeven opgeluisterde lezingen.

Woodhouse, die der meening was toegedaan, dat de resultaten van Davy op suggestie der betrokken personen berustten, beschrijft proeven, waarin hij op zijn kollege aan een aantal van zijne studenten lucht inplaats van lachgas toediende:

“This air was breathed by a variety of persons, under the impression that it was nitrous oxide, and the greater part of them were affected by quickness of pulse, dizziness, vertigo, tinnitus aurium, difficulty of breathing, anxiety about the breast etc.”

panied with a number of experiments. A large quantity will be prepared to exhibit its effects when inhaled. Tickets at fifty cents each may be had at A. Finley's Bookstore, S. E. Cor. of Chestnut and Fourth Streets, or at the lecture room on the stated evening.”

In die dagen verscheen ook eene brochure van de hand van zekeren Philip H. Nicklin met den opzienbarenden titel: “The only genteel way of getting drunk. A character representation of the effects produced by inhaling nitrous oxide gas. The accuracy of which no man breathing can deny. Price 25 cts.”, waarin de werking van het stikstofoxyduul uitvoerig wordt behandeld.

Toen ik het jaar 1926 in Amerika doorbracht, vond ik in de Bibliotheek der University of Pennsylvania te Philadelphia eene dissertatie uit het jaar 1807, waarin Dr. med. William P. C. Barton (zie



Fig. 4.

Herhaling der proef met een twintigtal andere personen (onder wie William Barton, over wien later meer), schonk hem echter de overtuiging, dat de werking van het gas geheel subjectief was, en in zeer vele gevallen de door Davy beschreven werking oefende.

Cutbush kondigde in 1813 voordrachten voor leeken aan, waarbij hij meedeelt:

“N.B. The next lecture will be delivered this evening (Saturday) when, at the request of several ladies the nitrous oxide or the exhilarating gas will be exhibited”.

en Dr. Thomas P. Jones te Philadelphia, die eveneens dergelijke voordrachten hield, zegt in zijnen desbetreffenden oproep:

“On Saturday the 13th inst. at seven o'clock in the evening, at Dr. Jones' Chemical Lecture Room, S. W. Corner of Fourth and Chestnut Streets, a lecture will be delivered on the properties of nitrous oxide, or the exhilarating gas, accom-

¹²⁾ Zie Ernst Cohen en W. A. T. Cohen-de Meester, Chem. Weekblad 37, 486 (1940).

boven) de uitkomsten zijner studies over het lachgas had neergelegd. Haar titel is “Nitrous Oxide”, en zij is verlicht met de karikatuur, welke hier (Fig. 4) is gereproduceerd. De auteur van die teekening is niet bekend.

Leest men de bijschriften der figuren¹³⁾, daarop voorkomende, dan blijkt wel duidelijk, dat Barton de onderzoekingen van Davy en het boekje van Nicklin met vrucht had bestudeerd, want een van die bijschriften (onder het gestrekte been van den dansenden man rechts): “Nothing exists but thought”, is (zie boven blz. 164) aan Davy ontleend, een ander (“The only genteel way of getting Drunk”) aan Nicklin.

¹³⁾ Zij luiden:

1. What a concatenation of Ideas.
2. The effects of breathing nitric oxyd.
3. This World's a little dirty planet
And I'll no longer help to man it.
4. I feel disposed to Merrymnt.
5. Nothing exists but thought.
6. The only genteel way of getting Drunk!

Nu het lachgas als anaestheticum weder in eere is hersteld, mogen hier de woorden worden herhaald, waarmede Schönbain juist honderd jaar geleden de beschrijving zijner ervaring in het „Adelphi Theatre” te Londen besloot: „Viellicht wird es auch noch einmal bei uns Sitte, gegen das Ende eines Gastmahles Stickstoffoxydulgas zu atmen, anstatt Champagner zu trinken, und tritt dieser Fall ein, so wird es auch an Lustgasfabriken nicht fehlen”, eene uiting, geheel in de lijn van bovengenoemden Nicklin.

v a n ' t H o f f-Laboratorium.

Utrecht, Januari 1942.

BOEKAANKONDIGINGEN.

675(022)

H. Gnam, Taschenbuch für die Lederindustrie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m.b.H., Stuttgart, 1940, 13 × 17 cm, 461 pp., 126 Abb., RM. 8.70.

Het boekje is bedoeld om den looierijtechnicus een praktische en eenvoudige grondslag voor zijn vak kennis te geven. Als zoodanig vervult het zeker een behoefte. Den looierijtechnici kan het warm worden aanbevolen.

F. Prakke.

* * *

667.6/8(022)

Prof. Dr. Ing. Hans Wagner, Leiter des Forschungsinstituts für Farbentechnik an der Württ. Staatl. Kunstgewerbeschule, Stuttgart. Taschenbuch der Farben und Werkstoffkunde für Maler, Künstler, Kunstgewerbler, Drogisten, Architekten, Fachlehrer, Farbenhändler, Handwerker und die gesamte chemisch-technische Industrie. 4. Auflage. Mit 30 Abbildungen und 5 Farbentafeln. Wiss. Verlagsges. m.b.H. Stuttgart 1940. 404 + XXIV pp., 11 × 15 cm, geb. RM. 6.50.

Vier drukken in tien jaren tijds bewijzen dat dit, in de eerste plaats voor den practicus geschreven boekje, in een behoefte voorziet. Chemische formules treft men er nagehoef niet in aan, doch wel de namen van talrijke in de verfindustrie gebruikte grondstoffen en bindmiddelen, benevens die van talrijke verven en lakken van Duitsch fabrikaat.

In afzonderlijke hoofdstukken worden behandeld: Die Körperfarben; Die Bindemittel; Die Arbeitstechniken; Die Untergründe en Hilfstechneken, terwijl een aanhangsel met literatuurlijst, merknamenlijst en opgave van de Deutsche wettelijke voorschriften het boek besluit.

Dit Taschenbuch is een welkome aanvulling op de beide andere boeken van Wagner, t.w. „Die Körperfarben” en het „Taschenbuch für die Lack und Farbenindustrie”, die gedeeltelijk dezelfde stof behandelen. zij het uit andere gezichtshoeken.

J. Rinse.

* * *

66 : 620.2(076.5)

Praktikum der gewerblichen Chemie. Eine Einführung in die Chemie des Wirtschaftslebens. Von Dr. Max Hessenland, o. Prof. für chemische Technologie und Warenkunde an der Handelshochschule in Königsberg (Pr.). Zweite, verbesserte Auflage. Mit 55 Abbildungen. J. F. Lehmanns Verlag, München—Berlin, 1940, 322 pp., 17 × 25 cm, RM. 14, - Ausland RM. 10.50.

Dit boek geeft de voorschriften voor het chemische practicum aan de Handelshogeschool te Königsberg. Zeer vele technisch-chemische onderwerpen, waaronder zeer

moderne zoals kunstharsen e.d., worden in de 87 hoofdstukjes behandeld. Elk hoofdstukje bevat, behalve de practicumvoorschriften, een korte beschrijving van de chemische zijde der desbetreffende industrie; een aanduiding van de gebruikelijke analyse methoden; en soms enkele economische en historische opmerkingen. Bij de meest preparatieve proeven worden zoveel mogelijk de voornaamste processen in het klein uitgevoerd.

Een uitgave die, ten onzent althans, buiten de enge kring waarvoor zij in de eerste plaats bedoeld is, van weinig betekenis zal zijn.

A. A. v. d. Dussen.

691 : 620.197.2/3(022)

Dr. A. W. Rick, Chemischer Bautenschutz. Fortschritte der chem. Technologie in Einzeldarstellungen Band 46. Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1941, 15 × 22 cm, VIII + 131 pp., 7 Abb., Ausland RM. 4.12, geb. RM. 5.25.

In dit boekje worden de verschillende bouwmaterialen, de oorzaken van de chemische aantasting daarvan, benevens de werkwijzen en stoffen, waardoor men deze aantasting voorkomen of verminderen kan, behandeld.

De schrijver heeft het onderwerp zoo behandeld, dat de hoofdzaken duidelijk spreken. Voor den lezer, die van een bepaald onderwerp meer wil weten, is een opgave van literatuur toegevoegd. Voor hen, die met vraagstukken op het gebied der bescherming van bouwmaterialen te maken hebben, zal dit boekje een goede gids zijn.

E. Roelofsen.

CHEMISCHE KRINGEN.

Chemische Kring, Eindhoven, den Bosch e.o. In de vergadering van 20 Februari 1942 sprak Dr. E. C. Noyons: „Over de physiologie van de vetstofwisseling”.

Nagegaan werd wat er met de vetten gebeurt, als zij als voedsel worden opgenomen, en wel in de mondholte en in de maag, waar zij practisch geen verandering ondergaan en in den darm, waar zij verzeep worden tot glycerine en vrij vetzuur. Uitvoerig werd stilgestaan bij het transport van de afbraakproducten der vetten naar de lymfheveten; speciaal bij het passeeren van deze hydrolyseproducten door den darmvlok wand. De theorie van Verzär hierover werd critisch bezien en de rol der galzuren bij dit transport aan een nadere bespreking onderworpen. Alhoewel deze theorie niet volkomen bevrediging schenkt, wordt zij toch nog steeds als een nuttige verklaringwijze gebruikt.

De vraag van de omzetting van vetten in koolhydraten en omgekeerd in het organisme werd vervolgens nader belicht in verband met verschillende feiten, die bij de bestudeering van de physiologie der vetten aan het licht komen, terwijl de afbraak der vetzuren volgens de β -oxydatie (Knoop) vergeleken werd met de onderzoekingen van Verkade, die naast deze oxydatie een ω -oxydatie heeft kunnen aantoonen. Deze onderzoekingen zijn vooral interessant in verband met den toestand van acidose, waarin patiënten met diabetes mellitus kunnen komen te verkeeren en waarop nader werd ingegaan.

PERSONALIA. ENZ.

Aan de Technische Hoogeschool te Delft is bevorderd tot doctor in de technische wetenschap op proefschrift „Fluorometrische en spectrophotometrische bepaling van lactoflavine in micro-organismen” de heer P. B. Rottier.

* * *

Aan de Universiteit te Groningen is geslaagd voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde, letter f, de heer J. A. Korver; idem; letter l, mejuffrouw K. J. Hillebrands.

* * *

Aan de Universiteit van Amsterdam is bevorderd tot doctor in de wis- en natuurkunde op proefschrift „Spectrochemische analyse met den onderbroken lichtboog”, de heer R. Schmidt, geboren te Wormerveer.

* * *

Aan de Universiteit te Utrecht zijn geslaagd voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde, letter f, de heeren P. H. de Ruyter en H. Reerink.

* * *

32e Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres, 1942. Het 32e Natuur- en geneeskundig Congres zal gehouden worden te Gent op Zondag 17 Mei 1942. De afdelingen komen bijeen in de universiteitsgebouwen van 9.30 tot 12.30 uur en van 13.30 tot 14.45 uur. De gezamenlijke slotvergadering van alle congressen wordt gehouden in de aula der Universiteit van 15.00—tot 16.30 uur.

Titels en korte inhouden van mededeelingen op het gebied der scheikunde aan Dr. F. Govaert, Borluutstraat 14, Gent.

Bond voor Materialenkennis.

Kring „Bouwmaterialen“.

Vacantie-cursus over „Poreuze Stoffen“, te houden door Prof. Dr. C. Zwikker te Delft.

In de bouwtechniek wordt in den laatsten tijd veel gebruik gemaakt van poreuze materialen voor isolatie tegen warmte en koude en voor geluidabsorptie. Het doel van dezen cursus is fabrikanten en gebruikers in de gelegenheid te stellen, inzicht te verkrijgen in de eigenschappen van poreuze materialen.

De cursus zal gehouden worden in het Gebouw voor Technische Physica, Mijnbouwplein 11, Delft, en wel op vier achterenvolgende dagen, nl. 7, 8, 9 en 10 April 1942.

Programma:

- 7 April 14 uur: *Theorie I.* Algemeene inleiding. Moleculaire en microscopische structuur. Capillair water en imbibitiewater. Waterevenwicht. Waterbeweging. Samenhang met fermentatie.
- 8 April 10.30 uur: *Theorie II.* Definitie warmte-geleidingscoëfficiënt a . Samenhang van a met de structuur. Warmtecapaciteit. Temperatuur-geleidingsvermogen. Contactcoëfficiënt. Condensatie.
- 8 April 13.45 uur: *Demonstraties.*
- 9 April 10.30 uur: *Theorie III.* Elasticiteitsmodulus. Eischen te stellen aan trillingsisoleerende stoffen. Statische en dynamische compressibiliteit. Toepassing voor isolatie en contactgeluid.
- 9 April 13.45 uur: *Demonstraties.*
- 10 April 10.30 uur: *Theorie IV.* Geluidabsorptiecoëfficiënt. Luchtweerstand. Porositeit. Structurfactor. Geluidabsorptie van poreuze stoffen met star en met elastisch skelet.
- 10 April 13.45: *Vragenmiddag.*

Het cursusgeld bedraagt voor leden van den Bond voor Materialenkennis f 2.50. Voor niet-leden f 12.50. Nadere inlichtingen omtrent het lidmaatschap van den Bond te verkrijgen bij het Algemeen Secretariaat: Da Costakade 104, Postbus 6005, Amsterdam-W.

Aanmelding tot den cursus vóór 5 April 1942 bij den secretaris van den Kring „Bouwmaterialen“, J. W. Janzen, Eikstraat 17, 's-Gravenhage.

Aangeboden betrekkingen, werk, subsidies, enz.**)

Het instituut voor Grafische Techniek te Amsterdam zoekt voor de leiding van het wetenschappelijke werk een physisch chemicus. Zie verder de advertentie in No. 11.

* * *

Gevraagd voor over ongeveer 2 maanden een scheikundige voor Pharmaceutisch groot-bedrijf in Duitschland. Zie verder de advertentie in No. 11.

* * *

Het Centraal Instituut voor Materiaalonderzoek, Delft, roept sollicitanten op voor de betrekking van physico-chemicus (Dr., drs. of Ing.) voor research-werk op het gebied van ver- en corrosie-onderzoek. Zie verder de advertentie in No. 12.

Gevraagde betrekkingen ¹⁾.

No. 319. Chem. drs. organicus-bacterioloog, met lab- en bedrijfservaring op het gebied van ontsmettingsmiddelen, insecticiden, teerproducten, zuivel, zoekt werkring.

No. 688. Chemisch ingenieur, Dr. in de scheikunde, organicus, met langjarige ervaring in de petroleumindustrie, goede talenkennis, zoekt voor tijdelijk of vast nieuwen werkring in industrie of laboratorium, researchwerk of adviesgeving.

No. 694. Scheik. ing., dipl. Delft 1938, met speciale ervaring op het gebied der levensmiddelenindustrie, o.a. suikers, zetmeel, oliën en vetten en emulsies daarvan, zoekt anderen werkring. Bij voorkeur bij een groot chemisch bedrijf of laboratorium voor researchwerk, octrooi studies, enz. Uitstekende referenties kunnen worden verstrekt.

VRAAG EN AANBOD.

Plaatsing geschiedt alleen voor leden der Nederl. Chem. Vereeniging.

Correspondentie wordt over deze rubriek niet gevoerd: de Redactie zendt alleen brieven door, waarvoor men *porto insluit*.

Ter overneming gevraagd:

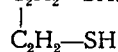
- A. Haas, Materiewellen u. Quantenmechanik.
H. Ulich, Chemische Thermodynamik.
W. Herzberg, Papierprüfung, 1932.
E. Kirchner, Lehr- und Handbuch der Pappenfabrikation, 1926.
R. Clausius, Die mechanische Wärmetheorie, 3. Aufl., dl. I, II u. III.
W. Bragg, X-rays and crystal structure.
Rutgers, Physische scheikunde.
P. Heermann, Färberei und textilchemische Untersuchungen, 6. Aufl., 1935.
Chemikerkalender, van ± 1935, driedeelig.
Walker Lewis, McAdams en Gilliland, Principles of chemical engineering (uitg. 1937).
Karner, Organische Chemie (laatste druk).
Handbook of Chem. and Phys. by Hodgman and Lange, publ. by Chem. Rubber Publ. Co., Cleveland, Ohio, nieuwste druk.

Ter overneming aangeboden:

- 2 Leitz donkerveldbelichtingen.
Vrijwel ongebruikte spiegelgalvanometer van hooge gevoeligheid.
Kraanburet en loogburet (Marius), beide geijkt (= uitgewogen).
W. L. Nelson, Petroleum refinery engineering, 1936.
Lewis, A system of physical chemistry, 2 dln., 1916.
Ostwald, Grundlinien d. anorg. Chemie, 1922.
Nernst, Theor. Chemie, 1921.
Cumming & Kay, Quant. chemical analysis, 1928.
Biltz & Biltz, Unorg. Experimentalchemie, 1913.
Samml. Göschen, 20 deeltjes over chemie, 1912—1922.
Jrg. 1931 t/m 1940 Chem. Weekblad (ongebonden).
Chem. Weekblad 1920—1941 in afl.
Pharm. Weekblad 1905—1941 in afl.
G. Cohn, Org. Geschmackstoffe, 1914.
2 × Bucherer, Farbenchemie, 1914.
Hjelt, Geschichte d. org. Chemie, 1916.
Lassar, Cohn, Arbeitsmethoden d. org. Chemie, Splz. Teil, 4. Aufl., 1907.
Schwalbe, Chemie d. Zellulose, 7. Aufl. 1911.
Ost, Chemische Technologie, 7. Aufl. 1911.
P. Karrer, Lehrb. d. org. Chemie, 1941.
H. A. Lorentz, Beginselen der natuurk. I en II, 9e dr., 1929.

VERBETERING.

In het artikel van Ir. D. J. van Wijk over Stamikol en zijn toepassing in de rubberindustrie, Chem. Weekblad, pg. 151, linker kolom, regel 21—22 en 29—30 van onderen staat voor de formule van aethyleen-mercaptan C_2H_2-SH .



Dit moet zijn: CH_2SH
|
 CH_2SH .

¹⁾ Plaatsing gratis voor leden.

Brieven te richten tot de Chem. Arbeidsbeurs, 's-Gravenhage, van Alkemadelaan 9 (met ingesloten *porto voor doorzending*).

Men wordt verzocht dadelijk bericht te zenden, indien de plaatsing niet meer noodig is.

**) Men raadplege ook steeds de advertenties.