

CHEMISCH WEEKBLAD.

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

No. 22.

31 Mei 1919.

16^e Jrg.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Dr. J. D. Ruys, scheik. ing., Onderzoekingen over oligegasfabricatie. — Boekaankondigingen. — Personalialia, vacatures, industriële mededeelingen, enz. — Vraag en aanbod. — Ontvangen boeken, brochures, enz. — Correspondentie.

Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging.

Candidaat-lid:

C. BULDER, Directeur der Rijkslandbouwwinterschool te Sittard (L.);
voorgedragen door Dr. D. KNUTTEL en M. J. VAN 'T KRUYLS.

Adresveranderingen:

Dr. H. P. HEINEKEN, Cornelis Schuytstraat 60, Amsterdam.
C. BLANS, Villa Edelweiss, Rue de Ceiler 6, Fribourg (Suisse).
W. HOOGENDIJK JR., Korte Feyenoordijk 2, Rotterdam.
Dr. L. E. GOESTER, Thomsonlaan 19, 's-Gravenhage.

Dr. P. J. MONTAGNE, *Secretaris*,
Schelpenkade 46, Leiden.

ONDERZOEKINGEN OVER OLIEGASFABRICATIE

DOOR

J. D. RUYS.

§ 1. Inleiding.

Naast het gebruik van steenkool als grondstof voor de gasfabricatie heeft men reeds in de tweede helft van de vorige eeuw volgens verschillende methoden getracht minerale olie door verhitting op hoge temperatuur in permanent brandbaar gas om te zetten. De vergassing werd daarbij steeds uitgevoerd in retorten, waarbij een belangrijke hoeveelheid cokes werd overgehouden. De meeste dezer werkwijzen zijn gestrand op te hoge kostprijzen van het oliegas.

Tegelijkertijd maakte de fabricatie van het watergas belangrijke vorderingen, die echter door de giftigheid van het daarin voorkomende koolmonoxyde sterk werden belemmerd. Teneinde daaraan tegemoet te komen werd dit gas geparfumeerd met behulp van kleine hoeveelheden mercaptaan.

Door Lowe werd echter benzine aan het gas toegevoegd deels met de bedoeling het gehalte aan lichtgevende bestanddeelen te vergrootten, deels om het gas een doordringenden reuk te geven. Nadat hiermede de eerste stap op het gebied der moderne olievergassing gedaan was, ging men er langzaam, vooral in Amerika, toe over, inplaats van benzine een oliesoort te gebruiken met hooger kookpunt en wel een fractie, die na het afdestilleeren van de kerosine overgaat en niet geschikt is voor smeeroliefabricatie. De toepassing hiervan leidde tot de ontwikkeling van de fabricatie van het gecarbureerde watergas, zooals deze thans wordt uitgevoerd volgens het systeem HUMPHREYS & GLASGOW.

Kenmerkend hiervoor is de vorming van watergas in een cokes-generator en vergassing van de olie op gloeiende steenen.

Een vergiftigingsgeval te Watergraafsmeer bracht RINCKER in 1904 op de gedachte, op gloeiende cokes olie te spuiten, oorspronkelijk zonder bijmenging met watergas, en aldus gas te bereiden. Hier was in hoofdzaak gedacht aan het gebruik van petroleumresidus, die toen vrijwel waardeloos waren. De aanvankelijk goede resultaten leidden tot de ontwikkeling van het systeem RINCKER-WOLTER. Sedert heeft men echter het gebruik van deze residus als stookmateriaal (liquid

fuel) leeren kennen, waardoor zij belangrijk in prijs stegen. De kostprijs dreigde te hoog te worden, zoodat ingrijpende veranderingen in het systeem noodig werden.

Einde 1914 werd ik door de Bataafsche Petroleummaatschappij, die de patenten R. & W. in handen heeft, belast met een onderzoek van dit systeem aan de gasfabriek te Koog a/d. Zaan, waar het in praktische toepassing is. Dit onderzoek heeft ongeveer $2\frac{1}{2}$ jaar geduurd en daarbij zijn verschillende gegevens verkregen, die voor de inzichten omtrent de reacties, die zich bij de vergassing van minerale olie voordoen, van belang zijn. Deze reacties, waarbij de splitsing van de hoogere koolwaterstoffen in lagere verbindingen plaats vindt, zijn voorts van waarde voor onze kennis omtrent de fabricatie van benzine, benzol en andere koolwaterstoffen met laag kookpunt uit de hooger kokende fracties.

§ 2. Beschrijving van het R. en W.-apparaat.

Bijgaande schematische voorstelling (fig. 1) toont de inrichting van het toestel.

A en A¹ zijn twee door D verbonden generatoren, welke met cokes gevuld worden.

B en B¹ zijn de deksels, welke voor de vulling geopend worden en waarin zich de oliesproeiers bevinden.

Het geproduceerde gas wordt bij geopenden afsluiter E of E¹ naar den dip FF¹ gevoerd. (In de schematische voorstelling treft men twee dips aan; in werkelijkheid is er slechts één.)

De cokes wordt gedragen door de roosters TT¹, terwijl de slakken door de vuurmonden WW¹ verwijderd kunnen worden.

M en M¹ zijn de schoorsteen, die met de kleppen P en P¹ tijdens den gasgang gesloten zijn, tijdens den blaasgang is slechts één dezer beide geopend.

De benodigde lucht wordt aangevoerd door de onderluchtafsluiters K en K¹ en de bovenluchtafsluiters L en L¹.

De verschillende afsluiters worden van den werkvloer af, die zich boven de generatoren bevindt, bediend.

S en S¹ zijn de aschdeksels, waarop zich de asch, die door de roosters valt, verzamelt. Boven deze deksels bevinden zich de stoomsproeiers.

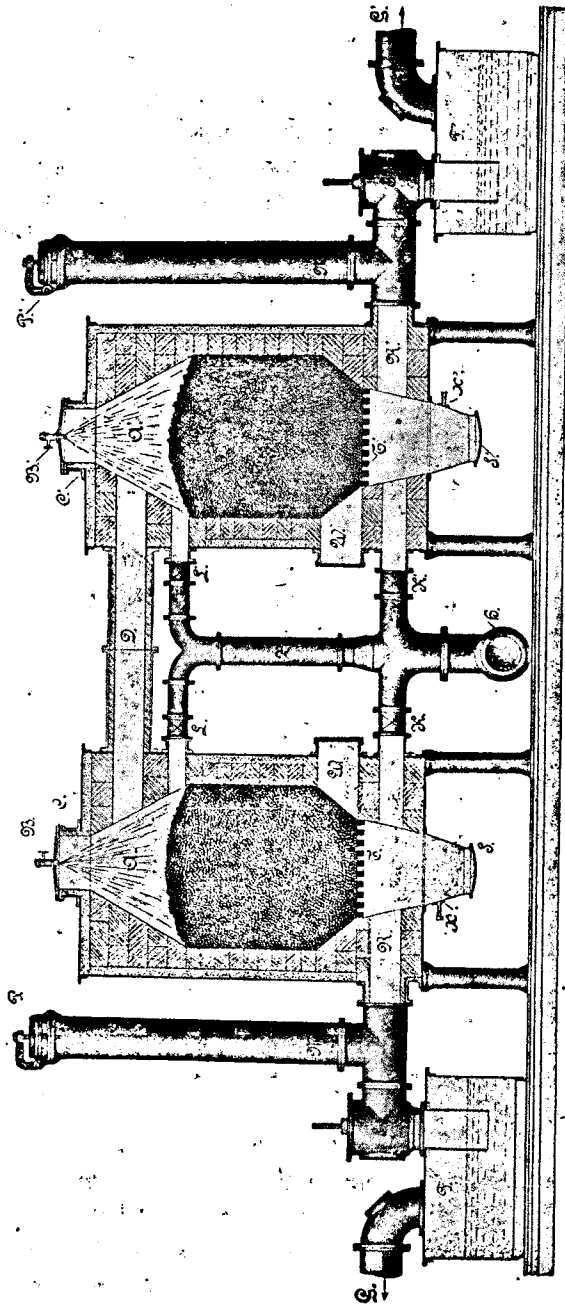


Fig. 1.

§ 8. De werking van het apparaat.

Door op verschillende wijze het boven beschreven toestel te doen functioneeren, is het mogelijk met wisselende hoeveelheden olie en cokes gas van bepaalde calorische waarde te fabricceeren, terwijl het ook mogelijk is, deze tusschen zeer uiteenlopende grenzen te varieeren.

In het normale geval wordt gevraagd 5000 Cal. Tegenwoordig is er echter een algemeen streven om de calorische waarde van het lichtgas te verlagen. Dit is zoowel om technische als economische redenen zeer toe te juichen.

Nu blijkt, dat in vele streken, waar olie gevonden wordt en deze dus goedkoop is, de cokes moet worden aangevoerd en duur is, terwijl in andere landen juist het tegenovergestelde het geval is.

In verband hiermede is het van belang te zorgen, dat, al naar gelang de omstandigheden, met meer of minder cokes en olie gewerkt wordt.

1e geval. Olie goedkoop, cokes duur.

Men gebruikt beide generatoren beurtelings voor de stoomontleding of olievergassing. De gang is als volgt:

Door het openen van K wordt de cokes in A op hooge temperatuur gebracht. Het uit A ontwijkende gas bestaat naast N_2 voor een belangrijk deel uit CO_2 en eenige procenten CO. Door L^1 te openen treedt nu ook in A^1 lucht toe, die deels het CO tot CO_2 en voorts een klein gedeelte der cokes in A^1 verbrandt. De bijna volledig verbrande lucht wordt door een schoorsteen M^1 , waarvan de klep P^1 geopend is, in de atmosfeer afgevoerd.

Is de temperatuur hoog genoeg, dan wordt stoom onder in generator A toegelaten en tegelijkertijd de olietoevoer B^1 geopend.

In dit stadium is A de warmste der beide generatoren, het is dus logisch, dat hier de waterontleding plaats vindt.

Het aldus geproduceerde gas wordt door den dip F naar koeler, scrubber en reliefgashouder geleid.

Na afloop van den gasgang worden, door L te openen, de laatste gasresten weggeblazen. Daarna wordt P en tenslotte K^1 geopend. De blaasgang gaat nu in tegengestelde richting. Tijdens de blaasgang zijn de afsluiters E en E^1 natuurlijk gesloten.

Is wederom deze blaasgang geëindigd, dan wordt in A^1 stoom geleid, terwijl de olievergassing door B plaats vindt.

Deze werkwijze herhaalt zich steeds, totdat na 10 gangen in beide generatoren cokes wordt bijgevuld. Alvorens nu wederom met gasmaken te beginnen, wordt éénmaal in beide richtingen geblazen, teneinde ook de versche cokes op temperatuur te brengen.

Nu loopen de temperaturen, die voor de vergassing van de olie en de ontleding van den stoom noodig zijn, nogal uiteen. Daar beide reacties om beurten in denzelfden generator moeten plaats vinden, is het dus noodig, dat aan beide kanten iets toegegeven wordt. Het gevolg daarvan is, dat er slechts weinig watergas geproduceerd kan worden, wil men het stoomrendement niet te laag maken, terwijl aan den anderen kant de olie tamelijk sterk ontleed wordt onder afscheiding van koolstof in den generator. De calorische waarde van het oliegas is dan tamelijk laag, zoodat de bijmenging met watergas aan beperking onderhevig is. Op deze wijze zal men dus een gas verkrijgen, dat voor tweederden uit oliegas, voor één derde uit watergas bestaat.

Het olieverbruik is afhankelijk van de oliesoort, die verwerkt moet worden. Het is n.l. mogelijk in het R. & W.-apparaat vrijwel alle vloeibare koolwaterstoffen te vergassen. Zoowel gasolie, ruwe olie of petroleumresidus als koolteer of watergasteer kunnen gebruikt worden, terwijl het betrekkelijk onverschillig is, of de koolwaterstof dik- dan wel dunvloeibaar is, een hoog of een laag S.G. heeft.

Voor oliesoorten met hoog zwavelgehalte moet een bijzondere inrichting worden aangebracht. Hierover komen we nog nader te spreken.

2e geval. Olie duur, cokes goedkoop.

Thans gebruikt men het apparaat zóó, dat steeds op één generator stoom, op den anderen olie gesproeid wordt. Het aanblazen geschiedt nu ook in één richting en wel in dezelfde richting als het gasmaken. Deze werkwijze biedt tegenover de zooeven beschrevene het voordeel, dat de warmte in ieder der generatoren afzonderlijk en in verschillende mate kan worden vastgelegd. Door de temperatuur in den oliegenerator niet te hoog, in den watergasgenerator daarentegen hooger te houden, krijgt men in de eerste een oliegas met hooge calorische waarde, dat de bijmenging van veel watergas toelaat; de gewenschte calorische waarde kan daardoor toch verkregen worden. Bij goed geleid bedrijf is de teerproductie slechts gering.

§ 4. Doel van het onderzoek.

Bij den aanvang van het onderzoek werd in den eersten plaats verlangd na te gaan, op welke wijze ruwe Mexicaansche Panuca-olie in het R&W apparaat tot vergassing kon worden gebracht, en welke gasproductie daaruit per K.G. olie kon worden verkregen.

Deze olie onderscheidt zich van de meeste andere ruwe oliën door

zijn buitengewoon hooge viscositeit ($\pm 300^\circ \text{E}$ bij 20°C .), hoog asphalt- en zwavelgehalte.

De hooge viscositeit bracht mede, dat de olie op minstens 65°C . moest worden voorgewarmd om ze pompbaar te maken. Het hooge zwavelgehalte: 5.4 % werd aanvankelijk geen bezwaar geacht, daar men hoopte, de zwavel als H_2S in het gas te krijgen, hetwelk in de zuiveringsinstallatie gemakkelijk terug te houden is. Spoedig bleek echter, dat deze veronderstelling onjuist was; wel werd een belangrijke hoeveelheid H_2S gevormd, doch daarnaast veel CS_2 .

De verwijdering van CS_2 nu is van ouds een der lastigste vraagstukken van de gasindustrie geweest en heeft in Engeland, waar de gaskolen zeer zwavelhoudend zijn, sedert 1860 velen er toe aangezet een goede oplossing te zoeken. Deze werd eindelijk in 1914 door CARPENTER en EVANS gevonden. Zij ontlede de CS_2 met waterdamp en maken daarbij gebruik van Ni als katalysator.

De toepassing van deze werkwijze brengt echter in ons geval eenige bezwaren mede, zoodat ik er toe kwam, zelf een methode te zoeken.

Eerst na oplossing van deze kwestie kon begonnen worden met de bestudeering van de eigenlijke olievergassing.

Wegens het eigenaardige karakter van de Mexicaansche olie leende deze zich zeer slecht als onderzoeksobject, zoodat met eenvoudiger oliesoorten aangevangen werd.

§ 5. De verwijdering van zwavel uit oliegas.

De bestaande methoden ter verwijdering van CS_2 uit gasmengsels laten zich in 3 groepen verdeelen:

- 1°. Verwijdering door chemische absorptiemiddelen.
- 2°. Verwijdering door physische absorptiemiddelen.
- 3°. Verwijdering door hittewerking, waartoe ook de katalytische methoden, zooals die van CARPENTER & EVANS, te rekenen zijn.

Tot de eerste groep behoort de kalkmethode. Deze bestaat daarin, dat men het te zuiveren gas over gebluschte kalk leidt. Daarbij moet het $\text{Ca}(\text{OH})_2$ eerst worden omgezet met in het gas aanwezig H_2S tot CaS , hetwelk in staat is CS_2 op te nemen. Proeven in het laboratorium bevestigden dit ten volle. Daarbij werd het CaS gevormd door H_2S uit een Kipp's-toestel over kalk te leiden. Deze massa nam het CS_2 behoorlijk op. Nu bevat het R. & W.-gas echter een tamelijk hoog gehalte CO_2 en dit bleek zeer nadeelig op de reactie te werken. Het CaS werd daarbij in CaCO_3 omgezet, waarmede de werkzaamheid t. o. v. CS_2 ophield.

Naar aanleiding van reeds bestaande physische absorptiemethoden kwam ik op de gedachte het gas te wasschen met olie zelf. Natuurlijk is Mexicaansche olie hiervoor ongeschikt, doch er kan geen bezwaar tegen zijn, daarvoor een speciale olie te nemen en deze steeds weer na regeneratie te gebruiken. Deze methode is dus geheel analoog aan de methoden, welke in de laatste jaren zoo veelvuldig worden toegepast voor de extractie van benzol uit lichtgas. Uit proefnemingen bleek echter, dat het hoewel voor praktische doeleinden te hooge CS_2 -gehalte in het gas een slechts zeer geringe dampspanning had, die in het oplosmiddel spoedig bereikt werd. Wel was absorptie van CS_2 door onderzoek van het gas te constateeren, doch in de olie was zoo weinig aanwezig, dat het er niet door fractioneeren uit te krijgen was. Dat de olie in staat was CS_2 behoorlijk op te nemen, bleek uit een proef, waarbij vloeibaar CS_2 door een luchtstroom werd verdampt en de damp door olie geleid werd. Hier had een vrijwel quantitative opneming zelfs bij tamelijk groote snelheid plaats.

Betere resultaten werden verkregen met een methode behorende tot de derde groep. Alvorens over te gaan tot de uitvoering van de meer ingewikkelde methode van CARPENTER & EVANS ($\text{CS}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{S}$) besloot ik, de werking van chamotte op de reactie na te gaan. Inderdaad werden hierbij zeer gunstige cijfers gevonden.

In een verbrandingsoven werd een glazen buis gelegd, gevuld met chamottekorrels van bepaalde grootte. De massa werd verhit op een temperatuur van circa 700 à 750°C . Een gemeten hoeveelheid gas werd, na van H_2S bevrijd te zijn, over warm water (70°C .) en daarna door de buis geleid. Na afkoeling borrelde de gasstroom door een paar waschfleschjes met loodacetaatoplossing. Daarin werd het gevormde H_2S quantitatief opgenomen en als PbS bepaald. Uit een aantal proeven, waarbij de gassnelheid voortdurend gevarieerd werd, bleek, dat reeds bij een doorstroming van 50 L. per uur een zeer voldoende resultaat te verkrijgen was. Deze proefnemingen gaven mij aanleiding over te gaan tot het ontwerpen van een apparaat voor de praktische uitvoering dezer reactie. Proeven op semi-technische schaal konden door omstandigheden niet genomen worden.

Het nu ontworpen toestel bestond uit een cilindrischen toren van ongeveer 5.5 M. lengte en 1.10 M. diameter; inwendig gevoerd met vuurvast materiaal en waarin zich de chamotte massa bevond.

Dit toestel, dat met den naam „katalysator” bestempeld werd, moest worden opgesteld direct achter de generatoren. De verhitting ervan had plaats door middel van de heete gassen van de blaasperiode,

terwijl eventueel afgezette koolstof door speciaal toegevoerde lucht verbrand kon worden. Tijdens de gasperiode strijkt het gas over de chamotte, waarbij de omzetting tot H_2S plaats vindt. Waterdamp was steeds in voldoende hoeveelheid aanwezig.

Zooals het toestel was opgesteld, kon thans slechts volgens de in het 2e geval besproken methode gewerkt worden. Deze heeft juist hieraan haar ontstaan te danken.

De vulling van den katalysator met chamotte was nu hier een punt van groot belang. Proefnemingen wezen uit, dat de vulling ongeveer $\frac{1}{2}$ van de totale ruimte moest innemen.

Bij het onderzoek was het nu niet mogelijk proeven te nemen, waarbij de werking van het toestel door directe vergelijking nagegaan werd. Daarom werd uit een groot aantal bepalingen vóór de plaatsing van den katalysator een gemiddeld gehalte vastgesteld; later nadat het apparaat in functie was, werden bepalingen van het geheel gezuiverde gas gedaan, terwijl tevens het H_2S in het ruwe gas bepaald werd. Als gemiddelde werd gevonden voor het ongezuiverde gas:

Totaal zwavelgehalte:	6030 mgr./Cbm.,		
als H_2S :	3320	"	"
als CS_2 :	2710	"	"

Voor het gezuiverde gas werd gevonden:

Totaal zwavelgehalte:	6390 mgr./Cbm.,		
als H_2S :	5515	"	"
als CS_2 :	875.	"	"

De stijging van het totaal zwavelgehalte moet worden toegeschreven aan het feit, dat thans ook uit het teer een deel van de zwavel ontleed wordt.

Resumeerende vinden we dus, dat een vermindering van 1835 mgr./Cbm. onder invloed van den katalysator verkregen is. Weliswaar is dit nog niet geheel voldoende, doch het gas kan thans zonder bezwaar afgeleverd worden. Door verandering in de vrije ruimte van den katalysator te brengen, is hier zeker nog veel te verbeteren.

De thans beschreven methode is eenvoudiger dan die van CARPENTER & EVANS, terwijl voor de verhitting geen afzonderlijke brandstof noodig is. Ook de onderhoudskosten bedragen hier een minimum. Bezwaren betreffende de gasopbrengst en kwaliteit van het gas waren niet te constateeren; integendeel, veeleer werd een gunstige werking in dit verband waargenomen. Gebrek aan materiaal was oorzaak, dat de proeven hierbij moesten worden afgebroken.

De olievergassing in het algemeen.

Bij het onderzoek naar de beste methode voor de vergassing van olie bleek reeds spoedig, dat het aantal factoren, die deze ontleding beheerschen, tamelijk groot is.

Dit maakte een splitsing in eenvoudiger onderdeelen noodzakelijk, zoodat een afzonderlijk onderzoek werd uitgevoerd betreffende:

- 1°. De blaasgang.
- 2°. De watergasvorming.
- 3°. De olievergassing.

§ 6. De blaasgang.

De blaasperiode beheerscht de temperatuur van de cokes in beide generatoren. De lucht, die onder in den eersten generator treedt, wordt verbrand tot CO_2 , hetwelk in de hooger gelegen lagen tot CO gereduceerd wordt. Dit CO wordt met secundaire lucht in den tweeden generator weer tot CO_2 verbrand en verhit dien zoodoende.

Naarmate de temperatuur hooger wordt, heeft sterker reductie tot CO plaats en wordt dus ook de tweede generator heeter. Voor den watergasgenerator nu is een hooge temperatuur zeer gewenscht; daarentegen is voor den oliegenerator een middelmatige temperatuur zeer aan te bevelen.

Nu kan men op de reactie $\text{CO}_2 - \text{CO}$ door meer of minder snel blazen invloed uitoefenen, doch ter verkrijging van verschillende doorstroomingssnelheden dient ook de weerstand van het apparaat gewijzigd te worden. Bij ons toestel bleek dit nu niet dan met veel moeilijkheden en groote kosten mogelijk, zoodat hiervan werd afgezien.

Om den omvang van dit opstel niet te groot te maken, wil ik afzien van beschrijving der hieromtrent genomen proeven en volstaan met de mededeeling, dat tenslotte als duur van den blaasgang werd vastgesteld: 3 min. Deze tijd werd bij alle proeven aangehouden.

Waar, zooals boven reeds werd medegedeeld, de temperatuur der cokes van grooten invloed is en de verhouding van CO_2 tot CO zich daarmee wijzigt, kan men, veronderstellend dat het evenwicht van de reactie $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$ zich spontaan instelt, subs. zich steeds bij een bepaalde temperatuur op gelijke wijze instelt, hierin een maat zien voor de temperatuur van de gloeiende cokes. De directe meting van de temperatuur of liever temperaturen in een generator is zelfs met een pyrometer ook zeer bezwaarlijk en minstens even aanvechtbaar als bovengenoemde methode, die in ieder geval het voordeel heeft van groote eenvoudigheid.

§ 7. De watergasvorming.

In verband met het bovenstaande worden hier eenige proeven beschreven, die voor de inzichten over de watergasreactie van belang zijn geweest. Daarbij werd steeds op denzelfden generator stoom, op den anderen olie gesproeid. Dit laatste zullen we bij onze beschouwingen elimineeren, doch de toevoeging was noodzakelijk, daar de proeven tijdens het normale bedrijf genomen moesten worden.

Het doel van deze proeven is: na te gaan hoeveel stoom per gang moet worden toegevoegd om het hoogste nuttig effect te krijgen, waarbij tevens vastgesteld moet worden, hoelang de gasgang moet duren.

De duur der verschillende proeven was: 10 gangen.

Bepaald werd na afloop van iedere proef:

- A. Het waterverbruik van den ketel, die uitsluitend voor de voeding der generatoren diende.
- B. De gasproductie gecorrigeerd op 0° C en 760 mm. droog.
- C. De samenstelling van de volgende 15 gasmonsters:
 1. Het gemiddeld monster maakgas tijdens de proef.
Hieronder wordt verstaan het gas zooals het na afkoeling is samengesteld.
 2. Het gemiddeld monster watergas uit de verbindingspijp.
 3. Het gemiddeld monster generatorgas uit de verbindingspijp.
 4. De monsters generatorgas bij het begin en het einde 2°, 6° en 10° run.
 5. Monsters watergas bij het begin en het einde der 2°, 6° en 10° run.

De gemiddelde monsters dienen voor de bepaling van de kwaliteit zoowel als de quantiteit van het gas, terwijl de tusschenmonsters uitsluitend voor kwaliteitsbepaling dienen.

Alvorens over te gaan tot afleiding van de methode van berekening wil ik even spreken over de nauwkeurigheid der metingen.

A. Het waterverbruik.

Het is in onze installatie mogelijk ketel N°. 1 geheel uit het bedrijf te schakelen en te gebruiken voor voeding der generatoren. In het peilglas wordt dus de waterstand vóór de proef op een bepaald merkteken gebracht en na afloop ervan tot hetzelfde teken aangevuld. Het voedingwater wordt genomen uit een buiten opgestellten bak en het verbruik bepaald door peiling hierin. Deze peiling werd uitgevoerd tot 0.5 cM., nauwkeurig overeenkomende met 3.37 L.

Van belang is het voorts, dat er gelet wordt op de ketelspanning, die tijdens de proef zooveel mogelijk constant moet blijven.

B. De gasproductie.

Het gas werd deels gemeten over den stationsmeter, deels in den kleinen houder. De eerste meting is natuurlijk nauwkeurig, de tweede daarentegen minder, daar het niet mogelijk is den stand van den houder met zekerheid nauwkeurig af te lezen. Intusschen zal geen fout van meer dan 2% behoeven gemaakt te worden.

C. De gasanalyses.

Van uiterst groot belang voor de waarde van de gasanalyse is de wijze, waarop het monster getrokken is.

Alle monsters worden nu getrokken uit een leiding met stroomend gas, zoodat zekerheid verkregen werd, dat het gasmonster slechts eenige seconden na het ontstaan van het gas opgevangen werd, terwijl de leiding ook met datzelfde gas gevuld was.

Voor het maakgas duurde deze tijd langer, doch hiermede werd rekening gehouden.

Methode van berekening.

Het gecorrigeerde cijfer van de gasproductie geeft ons dus de hoeveelheid maakgas. Zij deze p.

Luidt nu de analyse van dit maakgas:

CO ₂ .	C _n H _m .	O ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .
a	b	c	d	e	f	g %.

dan is de hoeveelheid lucht, die in het gas voorkomt $= \frac{100}{79}$ g.

Nu is daarin dan $\left(\frac{100}{79} - \frac{79}{79}\right) g = \frac{21}{79} g$ O₂ aanwezig. Deze is deels als zoodanig deels als CO₂ of CO aanwezig. We nemen voor de berekening nu aan, dat de O₂ slechts tot CO₂ verbrand is, hetgeen op het resultaat geen invloed heeft.

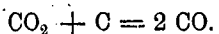
$$\frac{21}{79} g = C + X. \quad X = \frac{21}{79} g - C = O_2 \text{ uit lucht.}$$

De rest CO₂ $= a - \frac{21}{79} g + c$ is afkomstig uit het watergas.

Volgens de bekende formules voor de watergasvorming is:

$$2\left(a - \frac{21}{79} g + c\right) + d = H_2 = Q.$$

De hoeveelheid Q is nu onafhankelijk van het feit, of er bij de verbranding van de lucht CO₂ dan wel CO ontstaan is, zooals blijkt uit de formule:



We weten nu, dat in 100 Cbm. maakgas Q Cbm. H_2 voorkomt. afkomstig uit watergas. In P Cbm. dus $\frac{P}{100} \times Q$.

1 Cbm. H_2 is dus ontstaan uit 1 Cbm. H_2O of wel uit $\frac{18}{22.4}$ K.G. H_2O .

Er is dus voor de gasproductie noodig geweest:

$$\frac{P}{100} \times Q \times \frac{18}{22.4} \text{ K.G. } \text{H}_2\text{O} = \text{ontlede stoom.}$$

Gebruikt zijn er echter W K.G., zoodat het stoomrendement wordt:

$$\frac{18 P \times Q}{22.4 W} = 0.804 \frac{PQ}{W}$$

Nu is er echter nog geen rekening gehouden met de kleine hoeveelheid CH_4 , die ook in het watergas voorkomt. Nemen we deze gelijk $h\%$, bepaald in het gemiddeld watergasmonster. Elimineeren we daaruit de lucht, dan wordt deze hoeveelheid $h'\%$. Praktisch is echter $h' = h$. De hoeveelheid watergas, die in het maakgas is, bedraagt nu

$$a - \frac{21}{79} g + c + d + Q = T.$$

Daarbij komt nu $\frac{h}{100} \times T$, zoodat $T' = T \left(1 + \frac{h}{100}\right)$.

Het H_2 -gehalte van het watergas is nu $\frac{1000}{T \left(1 + \frac{h}{100}\right)} \%$.

Op deze hoeveelheid komt dus h Cbm. CH_4 voor, dus per Q Cbm. H_2

$$\text{CH}_4 = \frac{h T \left(1 + \frac{h}{100}\right)}{100} = Y.$$

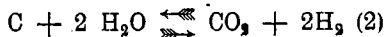
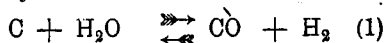
Nu zijn voor de vorming van 1 Vol. CH_4 2 Vol. H_2 noodig en ontstaan uit het H_2O is dus:

$$Q + 2Y = Q'$$

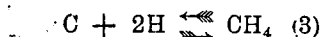
en onze formule wordt dan:

$$\text{Stoomrendement} = 0.804 \frac{PQ'}{W}$$

Dit dus over de Quantiteitsbepaling. Van even groot belang is nu ook de kwaliteit van het gas. Het is dus nuttig een maat te vinden, waaraan we direct de waarde van het verkregen watergas kunnen toetsen. Stellen wij ons nu weer de bekende reacties voor den geest:



en nemen we voor de vorming van CH_4 eenvoudig aan:



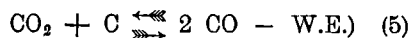
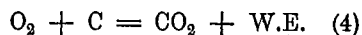
dan zijn de reacties 1 en 3 voordelig doch 2 is nadeelig door de vorming van CO_2 . Nu zien we, dat het H_2 -gehalte toeneemt bij verhooging van het CO_2 -gehalte, terwijl bij het ideale watergas $\text{CO} = \text{H}_2$ geldt. Hierna moeten we dus streven.

Nemen we nu ook het CH_4 in de rekening op, dan krijgen we als formule voor de waardebepaling $\frac{\text{CO} + \text{CH}_4}{\text{H}_2 + 2\text{CH}_4}$,

welke wij dan het thermorendement zullen noemen. (Th. R.).

Een dergelijk waardecijfer kunnen we vaststellen voor den blaasgang.

In den watergasgenerator hebben we te maken met de reactie



(W.E. = warmte-eenheden.)

Hoe geringer dus de omvang van 5 is, des te voordeliger is de blaasgang. Van grooten invloed op deze reactie zijn echter weer temperatuur en snelheid, resp. contactsduur.

De snelheid van den luchtstroom kon ik niet bepalen, omdat zich aan het apparaat, waarmede de proeven uitgevoerd werden, geen meetinstrumenten bevonden. We moeten dus aannemen, dat deze snelheid voor alle proeven constant is, hetgeen niet veel van de waarheid zal afwijken. De mate, waarin reactie 5 is verloopen, geeft ons direct een maat voor de temperatuur van het vuur en wel op de volgende wijze:

Volgens de wet van GULDBERG en WAAGE is in dit geval:

$$k \times \text{C}_{\text{CO}_2} \times \text{C}_{\text{C}} = \text{C}^2_{\text{CO}}$$

daar echter C_{C} constant is, wordt deze formule:

$$\text{K} \text{C}_{\text{CO}_2} = \text{C}^2_{\text{CO}}$$

$$\text{waaruit } \text{K} = \frac{\text{C}^2_{\text{CO}}}{\text{C}_{\text{CO}_2}}$$

K is nu de constante voor een bepaalde temperatuur in den evenwichtstoestand. Bij een *bepaalde snelheid* krijgt K echter een bepaalde waarde afhankelijk van de temperatuur. Bij stijging van deze laatste stijgt K eveneens. We zullen K noemen den thermo-factor (Th. F.).

Resultaten der proeven.

In onderstaande tabellen vindt men nu de resultaten van de proeven. Wel werden er meerdere genomen, doch deze zijn hiermede geheel in overeenstemming, zoodat het mij beter voorkomt, dit rapport niet met meer cijfers dan hoog noodig is, te vullen.

1e proef.

Verdamp water: 222 K.G.

Gasproductie: 273 Cbm.

Gasanalyses.

A. Generatorgas.

	CO ₂ .	CO.	Th.F.
Gemiddeld monster	15.6	5.7	2.08
2e Run begin	18.5	1.0	0.05
eind	14.2	8.6	5.21
6e Run begin	17.8	1.4	0.11
eind	14.2	8.6	5.21
10e Run begin	18.8	0.0	0.00
eind	14.6	7.8	4.17

B. Watergas.

	CO ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .	Th.R.
Gemiddeld monster	13.0	27.4	0.7	53.5	5.4	0.512
2e Run begin	8.9	35.8	0.8	50.8	3.7	0.698
eind	18.6	21.8	0.1	54.2	5.6	0.397
6e Run begin	6.2	40.3	0.5	50.0	3.0	0.800
eind	16.9	21.4	1.5	55.2	5.0	0.394
10e Run begin	7.3	37.9	1.2	48.0	5.6	0.776
eind	22.0	16.2	1.2	56.5	4.1	0.296

C. Maaßgas.

	CO ₂ .	C _n H _m .	O ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .
Gemiddeld monster	7.5	9.9	0.2	19.7	14.9	37.9	9.9

Hieruit berekent men:

$$Q = 29.5. \quad T = 54.3. \quad y = 0.4. \quad T' = 54.7. \quad Q' = 30.3.$$

Ontlede stoom: 66.5 K.G.

Stoomrendement: 29.9 %.

2e proef.

Verdamp water: 175 K.G.

Gasproductie: 238 Cbm.

Gasanalyses.

A. *Generatorgas.*

	CO ₂ .	O ₂ .	CO.	Th.F.
Gemiddeld monster	16.1	0.2	5.6	1.95
2e Run begin	18.2	0.0	2.2	0.27
eind	14.3	0.0	8.7	5.29
6e Run begin	16.4	0.2	4.6	1.28
eind	13.2	0.0	10.4	8.20
10e Run begin	17.8	0.2	1.8	0.18
eind	15.2	0.0	7.2	3.41

B. *Watergas.*

	CO ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .	Th.R.
Gemiddeld monster	10.2	33.5	0.9	50.4	5.0	0.659
2e Run begin	5.6	41.5	0.1	48.9	3.9	0.847
eind	11.2	30.1	0.9	52.5	5.3	0.571
6e Run begin	5.2	41.7	1.0	48.1	4.0	0.852
eind	13.7	27.0	0.8	52.2	6.3	0.516
10e Run begin	6.7	37.3	0.8	50.6	4.6	0.730
eind	14.0	26.6	0.9	53.3	5.2	0.499

C. *Maakgas.*

	CO ₂ .	C _n H _m .	O ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .
Gemiddeld monster	6.3	8.4	0.6	23.5	13.6	38.7	8.9

$$Q = 32.5 \quad T = 60.5. \quad y = 0.55. \quad T' = 61.05. \quad Q' = 33.6.$$

Ontlede stoom: 77.7 K.G.

Stoomrendement: 44.4 %.

3e proef.

Verdampt water: 128 K.G.

Gasproductie: 274 Cbm.

Gasanalyses.

A. *Generatorgas.*

	CO ₂ .	CO.	Th.F.
Gemiddeld monster	13.7	9.1	6.05
2e Run begin	16.4	3.6	0.79
eind	13.2	10.0	7.58
6e Run begin	15.6	7.0	3.14
eind	12.1	11.6	11.15
10e Run begin	17.4	3.8	0.83
eind	13.2	10.1	7.75

B. *Watergas.*

	CO ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .	Th.R.
Gemiddeld monster	6.7	38.6	0.5	50.2	4.0	0.764
2e Run begin	4.7	43.1	0.0	48.4	3.8	0.891
eind	9.3	33.9	0.6	52.4	3.8	0.644
6e Run begin	3.6	44.0	0.6	47.8	4.0	0.910
eind	7.0	38.5	0.1	50.5	3.9	0.761
10e Run begin	6.0	41.4	0.1	49.3	3.2	0.839
eind	13.4	28.2	0.9	52.0	5.5	0.541

C. *Maakgas.*

	CO ₂ .	C _n H _m .	O ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .
Gemiddeld monster	5.9	8.0	0.0	24.0	14.2	40.9	7.0

$Q = 32.1.$ $T = 60.1.$ $y = 0.3.$ $T' = 60.4.$ $Q' = 32.7.$

Ontlede stoom: 72.2 K.G.

Stoomrendement: 56.3 %.

4e Proef.

Verdampt water: 108 K.G.

Gasproductie: 234 Cbm.

Gasanalyses.

A. *Generatorgas.*

	CO ₂ .	CO.	Th.F.
Gemiddeld monster	13.9	7.5	4.05
2e Run begin	17.3	3.3	0.63
eind	13.3	9.3	6.50
6e Run begin	14.2	8.0	4.50
eind	12.1	10.9	9.82
10e Run begin	15.8	5.2	1.71
eind	13.2	9.6	6.98

C. *Watergas.*

	CO ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .	Th.R.
Gemiddeld monster	4.2	42.5	0.5	47.3	5.5	0.890
2e Run begin	3.4	45.0	0.8	46.8	4.0	0.946
eind	5.9	39.3	0.8	48.2	5.8	0.805
6e Run begin	2.8	45.6	0.1	46.4	5.1	0.980
eind	4.8	42.1	0.0	47.1	6.0	0.894
10e Run begin	2.5	45.8	0.5	46.2	5.0	0.981
eind	4.5	42.3	0.1	47.4	5.7	0.890

C. Maakgas.

	CO ₂ .	C _n H _m .	O ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .
Gemiddeld monster	4.8	7.7	0.2	23.6	16.7	39.8	7.2

$$Q = 29.8. \quad T = 56.5. \quad y = 0.3. \quad T' = 56.8. \quad Q' = 31.1.$$

Ontlede stoom: 58.5 K.G.

Stoomrendement: 54.2 %.

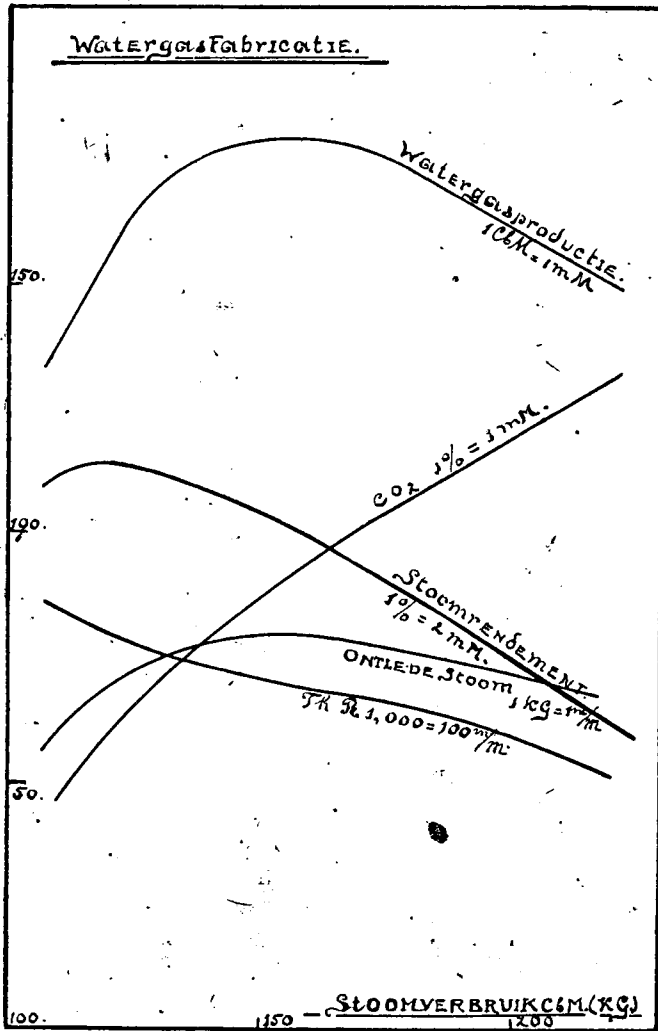


Fig. 2.

Bespreking van de resultaten.

In bijgaande graphische voorstelling zijn de belangrijkste cijfers opgenomen.

Dadelijk valt het op, dat het stoomrendement bij de 4^e proef, waar we juist zouden verwachten, dat het 't hoogste zou zijn, lager is dan bij de 3^e proef. Toch is oogenschijnlijk op dezelfde wijze gewerkt, hoewel ook in de kromme Th.F. een daling is waar te nemen. Zooals ik echter straks nader zal uiteen zetten, moeten we de cijfers Th.F. met een zekere reserve beschouwen, aangezien het blijkt, dat hierop nog een ander factor van invloed is.

We moeten nu de conclusie trekken, dat de beste resultaten verkregen zullen worden met 120—130 K.G. stoom per 10 runs.

Daarbij moet de duur van blaas- en gasgang gelijk zijn.

Het stoomrendement kan dus op deze wijze $\pm 60\%$ bedragen.

Onze beschouwingen over het quantitatieve deel kunnen we hierbij afsluiten en thans het kwalitatieve gaan behandelen.

Bij het generatorgas zien we, dat, zooals trouwens te verwachten is, de Th.F. bij het begin van den gang laag, bij het einde sterk gestegen is. Belangrijker is echter het verschijnsel, dat bij alle proeven geconstateerd werd:

de hoogste waarde van de Th.F. wordt gevonden bij het einde van den 6ⁿ gang. Oppervlakkig zou men dus gaan concludeeren, dat de temperatuur tusschen den 6ⁿ en den 10ⁿ gang is gaan afnemen. Dit echter is niet het geval.

Schrijven we namelijk voor de snelheid de formule $s = vt$, dan moet, bij constante vt , met s varieeren, m. a. w. de tijd, gedurende welken de lucht met cokes in aanraking is, speelt hier de voornaamste rol, daar s tijdens de 10 gangen steeds kleiner wordt.

In werkelijkheid is K dus niet absoluut een maat voor de temperatuur, doch slechts over het tijdsbestek, dat de cokeshoogte niet aanmerkelijk varieert. De Th.F. wijst dus *niet* op temperatuursdaling, doch op verkorting van den contractsduur.

Over den duur van den blaasgang valt nog op te merken, dat misschien alleen bij de 4^e proef met een korteren blaasgang zou kunnen worden volstaan, hoewel het mij gewenscht voorkomt ook hier den duur van den blaasgang gelijk aan dien van de andere proeven te houden. Beschouwen we n.l. de CO- en H₂-gehalten van de gemiddelde watergasmonsters en vergelijken die met de tusschenmonsters, dan zien we, dat deze steeds dichter bij de eind- dan bij de begin-

No.	Gaspro- ductie. Cbm.	Stoom- ver- bruik. K.G.	Ontlede stoom. K.G.	Water- gaspro- ductie. Cbm.	Stoom- verbruik per gang. K.G.	Ontlede stoom p. gang. K.G.	Water- gaspro- ductie p. gang. Cbm.	Cokes- verbruik p. gang. K.G.	Th.R.	S.R. %	Opmerkingen.
1	1350	829	373	878	13.80	6.23	14.6	14. —	0.813	45.2	De gasproductie is gecorrigeerd op 0° C. 760 mm. droog. / Het CH ₄ -ge- halte van het watergas werd aangenomen op 0.8 %.
2	1295	772	370	855	12.87	6.17	14.3	14. —	0.770	48.0	
3	1760	1025	448	1030	12.80	5.60	12.8	14. —	0.795	43.8	
4	1890	718	379	936	11.97	6.32	15.6	15. —	0.813	52.8	
5	1460	755	370	880	12.60	6.18	14.7	—	0.850	49.2	
6	1765	956	494	1135	11.96	6.18	14.2	—	0.731	51.8	
7	1810	970	530	1228	12.11	6.63	15.5	15. —	0.782	54.7	
8	1310	795	367	866	13.25	6.11	14.4	13. —	0.826	46.1	
9	1785	973	502	1172	12.18	6.27	14.6	13. —	0.821	51.6	
10	1220	748	342	793	12.46	5.70	13.2	13. —	0.764	45.7	
gemid- deld per gang.					12.60	6.13	14.39	13.9	0.796	48.9	

Het apparaat kan dus leveren per gang:

14.4 Cbm. watergas met een Th.R. van 0.786 zegge rond 0.800 en een stoomrendement van rond 49 %. Daartoe wordt 12.6 K.G. stoom toegevoerd.

monsters liggen. De blaasgang zouden we nu slechts kunnen verkorten, wanneer het tegenovergestelde het geval was en dan nog in veel sterker mate.

Na afloop van deze proeven werd de kwestie in het bedrijf over langeren tijd nagegaan. Daarbij bleek, dat het in het belang eener goede warmteverdeling in den watergasgenerator noodig was van tijd tot tijd den blaasgang in tegengestelde richting te voeren. Dit geschiedde daarna bij iederen 6ⁿ gang. De resultaten van de in het bedrijf verkregen cijfers zijn opgenomen in vorenstaande tabel.

§ 8. De olievergassing.

Nadat thans bruikbare gegevens betreffende de watergasvorming verkregen werden, kon overgegaan worden tot de bestudeering van de olievergassing als zoodanig. Hierbij moest in hoofdzaak een antwoord gegeven worden op het volgende:

Gevraagd uit 1 K.G. olie een zoo groot mogelijke hoeveelheid lichtgas te produceeren door bijmenging met watergas tot een maximaal percentage, echter zoodanig, dat de calorische waarde van het geproduceerde gas 4800—5000 Cal. gemeten bij 0° C. en 760 m.M. zal bedragen. Voorloopig blijft daarbij het cokesverbruik buiten beschouwing.

Ten einde de proeven onderling vergelijkend te kunnen behandelen, moeten de gegevens op doeltreffende wijze verwerkt worden. Ten deele werd dit reeds gedaan bij de proeven over de watergasfabricatie, we zullen voor het juiste overzicht de geheele berekening aan de hand van een voorbeeld uitvoeren. De cijfers der kolommen verwijzen naar de grootte tabel.

Proef No. 7.

In 60 runs werden geproduceerd: 1575 cbm. gas.

Temperatuur van het gas: 20° C. = t.

Barometerstand: 767 m.M. = H.

Dit volume wordt op 0°, 760 m.M., droog, gereduceerd volgens de formule:

$$V_0 = V_t \times \frac{273 \times (H + p - f)}{760 \times (273 + t)}$$

Hierin zijn nog:

p = overdruk van het gas = 7 m.M. kwik.

f = max. spanning waterdamp bij t°.

Hier vinden we dus:

$$V_0 = \frac{273 \times 757}{760 \times 293} \times 1575 = 1460 \text{ cbm. (kolom 3).}$$

De gemiddelde calorische waarde bedraagt: 5000 cal. (kolom 4).

De analyse luidt:

CO ₂ .	C _n H _m .	O ₂ .	CO.	CH ₄ .	H ₂ .	N ₂ .
4.8	9.0	0.4	32.0	12.7	33.4	7.7, (kolom 5-12).

Het olieverbbruik bedraagt: 594 Liter volgens den meter. Deze heeft echter een miswijzing van 5 % negatief.

Het S. G. van de olie bedraagt 0.846 bij de meting. Het verbruikte oliegewicht is dan: 478 K.G. of per gang 7.96 K.G. (Kolommen 13 en 14).

Het stoomverbruik bedroeg: 996 K.G., waarvan 5 % = 50 K.G. werd afgetrokken voor condensatieverlies. Het werkelijke stoomverbruik is dus 946 K.G. (Kolom 15).

Berekening.

$$\text{CO}_2 = 4.8$$

$$\text{O}_2 = 0.4$$

$$\hline 5.2$$

$$\frac{21}{79} \text{N}_2 = 2.05$$

$$\text{CO}_2 \text{ in watergas} = 3.15 \times 2 = 6.3$$

$$\text{CO} = 32.0$$

$$\text{H}_2 + \text{CH}_4 = 38.3$$

Het CH₄ wordt aangenomen op 0.8 % van het watergas, dus 0.6 % van het lichtgas.

$$\text{H}_2 = 38.3 - 2 \times 0.6 = 37.1.$$

	Totaal	Watergas	Verbrande lucht	Oliegas
CO ₂	4.8	3.15	1.65	
C _n H _m	9.0			9.0
O ₂	0.4		0.4	
CO	32.0	32.0		
CH ₄	12.7	0.6		12.1
H ₂	33.4	37.1		3.7
N ₂	7.7		7.7	
	100.0	72.85	9.75	17.4 (kolommen 17, 26 en 29).

Hier doet zich evenals bij verreweg de meeste proeven het geval voor, dat waterstof is opgenomen.

Deze waterstof heeft zich gebonden aan C uit de olie en daardoor een grootere hoeveelheid C in het gas gebracht en dus medegewerkt tot verhooging van het olierendement. Toch blijft deze waterstof

afkomstig van het watergas en moet dus als zoodanig als deel van de ingevoerde waterstof in rekening gebracht worden. De eenige wijze om dit te doen is door ze als negatieve vrije H_2 in het oliegas op te nemen.

De totale hoeveelheid watergas, die gevormd is, bedraagt nu $\frac{72.85 \times 1460}{100} = 1064$ cbm. (Kolom 18).

Per gang is er dan $\frac{1064}{60} = 17.75$ cbm. watergas. (Kolom 19).

De hoeveelheid ontlede stoom bedraagt:

$$0.804 \times 38.3 \times 1460 = 450 \text{ K.G.}$$

Onontleed is dus overgegaan: $946 - 450 = 496$ K.G. of per gang 8.26 K.G. (Kolom 20).

Het stoomrendement bedraagt: $\frac{450}{946} = 47.6\%$.

De kolommen 22, 23 en 24 geven ons de watergasanalyse, veronderstellend, dat het CH_4 -gehalte 0.8%-bedraagt.

Van belang is daarbij het H_2 -gehalte, dat later gebruikt zal worden, Het Th.R. van het watergas wordt berekend uit de formule:

$$\text{Th.R.} = \frac{CO}{H_2 + 2 CH_4} \text{ dus } \frac{32.0}{38.3} = 0.836.$$

De verbrande lucht bedraagt: $\frac{9.75 \times 1460}{100} = 142$ cbm.

Per gang: 2.37 cbm. (Kolommen 26, 27 en 28).

Het oliegas wordt op dezelfde wijze berekend: 254 cbm. Per gang: 4.23 cbm. Per K.G. olie 0.532 cbm. (kolom 29-32).

De gehalten der componenten van het oliegas vinden we in de kolommen 33, 34 en 35.

Om de samenstelling der C_nH_m te leeren kennen, nemen we de calorische waarde daarvan ter hulp en nemen daarbij aan, dat zij bestaan uit C_2H_4 en C_6H_6 , hetgeen wel niet in alle gevallen waar zal zijn, doch er is reden om aan te nemen, dat de gemaakte fout steeds gering zal zijn. (Zie ook pag. 770).

De calorische waarde van het gas bedraagt: 5000 cal.

$$\begin{array}{r} \text{" " " " CO en } H_2: \\ (32.0 + 33.4) 3050 \\ \hline 100 \end{array} = 1995$$

$$\begin{array}{r} \text{" " waarde van } CH_4: \\ 12.7 \times 9530 \\ \hline 100 \end{array} = 1210$$

$$\begin{array}{r} \text{Derhalve blijft voor de } C_nH_m: \\ 3205 \\ \hline 1795 \text{ cal.} \end{array}$$

Per eenheid wordt dus de calorische waarde hiervan:

$$\frac{1795}{9.0} = 19950 \text{ cal. (kolom 36).}$$

Uit kolom 32 en kolom 33 vinden we voor de hoeveelheid C_nH_m per K.G. olie verkregen: 0.275 cbm. (kolom 37).

De calorische waarde van C_2H_4 bedraagt 14900 cal., die van C_6H_6 34400 cal.

Hieruit kunnen we nu de volgende vergelijking opstellen:

$$X \times 14900 + (0.275 - X) 34400 = 0.275 \times 19950$$

waaruit we vinden:

$$C_2H_4 = 0.204 \text{ (kolom 38)}$$

$$C_6H_6 = 0.071 \text{ (kolom 39)}$$

In kolom 40 vinden we voorts de hoeveelheid CH_4 , die per K.G. olie gevormd is en in 41 hoeveel H_2 in vrijheid gesteld of opgenomen is.

Daar nu alle componenten van het gas bekend zijn, kunnen we de elementaire samenstelling, die ons een beeld geeft van de hoeveelheid vergaste C en H_2 , berekenen.

Koolstof.

C_2H_4	0.204	0.408
C_6H_6	0.071	0.426
CH_4	0.370	0.370

$$1.204 \times 0.536 = 0.645 \text{ K.G. C}$$

(kolom 42)

Waterstof.

C_2H_4	0.204	0.408
C_6H_6	0.071	0.213
CH_4	0.370	0.740

$$1.361$$

$$H_2 - 0.113$$

$$0.113$$

$$1.248 \times 0.0896 = 0.1118$$

$$\text{of rond: } 0.112 \text{ K.G. } H_2$$

(kolom 43)

Van verreweg het grootste belang is de wetenschap, hoeveel calorïën er per K.G. olie in het gas zijn gebracht. Dit vinden we door optelling van de producten, ieder vermenigvuldigd met de bijbehorende calorische waarde:

C_nH_m	0.275×19950	5480
CH_4	0.370×9530	3525
		9000
H_2 -	0.113×3050	345
		8660 cal. (kolom 44)

Rekenen we de calorische waarde van de olie op: 11000 cal., dan vinden we voor kolom 45 het calorisch oliierendement = 78.7 %.

Uit de elementair-analyse der olie kunnen we het koolstof- en waterstofrendement berekenen: kolommen 46 en 47. Voor de elementaire samenstelling der ampetcoline werd gevonden:

H_2	13.24 %
C	85.43
S	0.95
O_2	0.38

Zeer belangrijk is voorts het getal, dat aangeeft het zoogen. „Totaalvolume” bestaande uit:

Watargas + verbrande lucht + oliegas + onontlede stoom.

Dit is een maat voor de gassnelheid, mits de duur van den gasgang voor alle proeven gelijk is.

Deze bedroeg hier steeds 4 minuten.

Watargas	per gang:	17.75 cbm.	
Verbruikte lucht	„ „	2.37 „	
Oliegas	„ „	4.23 „	(8.26)
Stoom	„ „	10.27 „	(0.804)
		34.62 cbm.	

Hiervan moet afgetrokken de hoeveelheid verbruikte lucht, die voor het begin van den gasgang in het apparaat aanwezig was. Gereduceerd op 0° 760 mM. wordt dit ± 0.4 cbm., zoodat het „Totaalvolume” bedraagt: 34.22 cbm. Per K.G. olie geeft dit: 4.30 cbm. (kol. 48 en 49).

De ingevoerde H_2 , die van belang kan zijn voor de hoeveelheid H_2 , welke opgenomen wordt, vinden we uit kolommen 19 en 24. Ook deze H_2 berekenen we nog per K.G. olie en ten slotte geeft kolom 52 ons de concentratie der H_2 in het totaalvolume.

Zooveel mogelijk werd getracht voor de uitwerking der proeven exacte gegevens te verzamelen. Niet mogelijk was dit echter t. o. v. de C_nH_m . De samenstelling daarvan kan slechts volgens zeer langdurige en omslachtige methoden bepaald worden, waarbij de bereikte nauwkeurigheid niet evenredig is aan de benoodigde moeite.

Ik ben er mij volkomen van bewust, dat zeer waarschijnlijk deze C_nH_m uit andere lichamen dan uitsluitend C_2H_4 en C_6H_6 bestaan, doch ik geloof dat deze slechts zeer in de minderheid zijn.

Bij zijn proeven neemt HEMPEL ¹⁾ zonder meer aan, dat de C_nH_m uit C_2H_4 bestaan, hoewel hij inziets hiermede een fout te maken, Hij meet wel zeer nauwkeurig de calorische waarde van het gas. doch het schijnt niet bij hem opgekomen te zijn om daaruit de calorische waarde der C_nH_m en dus volgens op pag. 767 aangegeven methode C_2H_4 en C_6H_6 te berekenen. Doet men dit echter eens voor het geval door hem als voorbeeld gebruikt, ²⁾ dan kan men uit de hoeveelheden C_2H_4 en C_6H_6 aldus gevonden, berekenen hoe groot het zuurstofverbruik van 1 ccm. van het mengsel moet zijn. Nu heeft hij dit zuurstofverbruik bepaald. Is dus mijn onderstelling goed, dan moeten beide waarden overeenstemmen.

Op pagina 82 vindt HEMPEL voor het zuurstofverbruik der C_nH_m 3.81. Mijn berekening luidt als volgt:

Analyse v/h gas:

CO_2	CO	C_nH_m	CH_4	C_2H_6	H_2	N_2	O_2
0.38	0.50	26.37	42.78	6.43	18.48	4.17	0.89 %

Cal. waarde, 0° 760 mM. 10809 cal.

Cal W.	CO	0.50	
	H_2	18.48	
		$\frac{18.98 \times 3050}{100}$	= 577
"	CH_4	$\frac{42.75 \times 9530}{100}$	= 4074
"	C_2H_6	$\frac{6.43 \times 16600}{100}$	= 1068
		5719	10809
			5719
Rest voor cal. waarde C_nH_m	=		5090
$\frac{5090}{26.37} \times 100$			= 19300 cal. per cbm.

1) Journ. f. Gasbeleucht. 1910, 53, 77, 101.

2) Ibid. 1910, 82.

We vinden dan voor de samenstelling der C_nH_m

$$C_2H_4 \quad 20.41$$

$$C_2H_6 \quad 5.96$$

$$C_nH_m \quad 26.37$$

Nu verbruikt 1 ccm. C_2H_4 3 ccm. O_2

en 1 ccm. C_2H_6 7.5 ccm. O_2 .

Het totale verbruik is dus:

$$20.41 \times 3 = 61.25$$

$$5.96 \times 7.5 = 44.70$$

$$26.37 \times X = 105.95$$

waaruit $X = 4.02$.

Deze waarde is dus hooger dan door HEMPEL gevonden werd. Het verschil bedraagt 0.21 ccm. en mag dus niet op rekening van waarnemingsfouten geboekt worden. Het op deze wijze gevonden C_6H_6 -gehalte is dus te hoog, waardoor ook het C-gehalte van het gas te hoog gevonden wordt. Aan den anderen kant echter werd door mij nooit C_2H_6 bepaald, doch dit gas zal wel in de meeste proeven gevormd zijn, zij het dan ook in kleine hoeveelheden. Practisch gesproken, zal de gemaakte fout bij de berekening der elementaire samenstelling zoowel als de andere cijfers niet groot zijn, daar beide fouten elkander voor een belangrijk gedeelte zullen opheffen.

Dat ook in de andere cijfers meetfouten en fouten in de methode van berekening voorkomen, behoeft geen nader betoog, aangezien de meting van het geproduceerde gas niet met groote nauwkeurigheid uit te voeren is. Voor het technische karakter en dus ook de technische waarde der proeven zou een grotere nauwkeurigheid overbodig zijn.

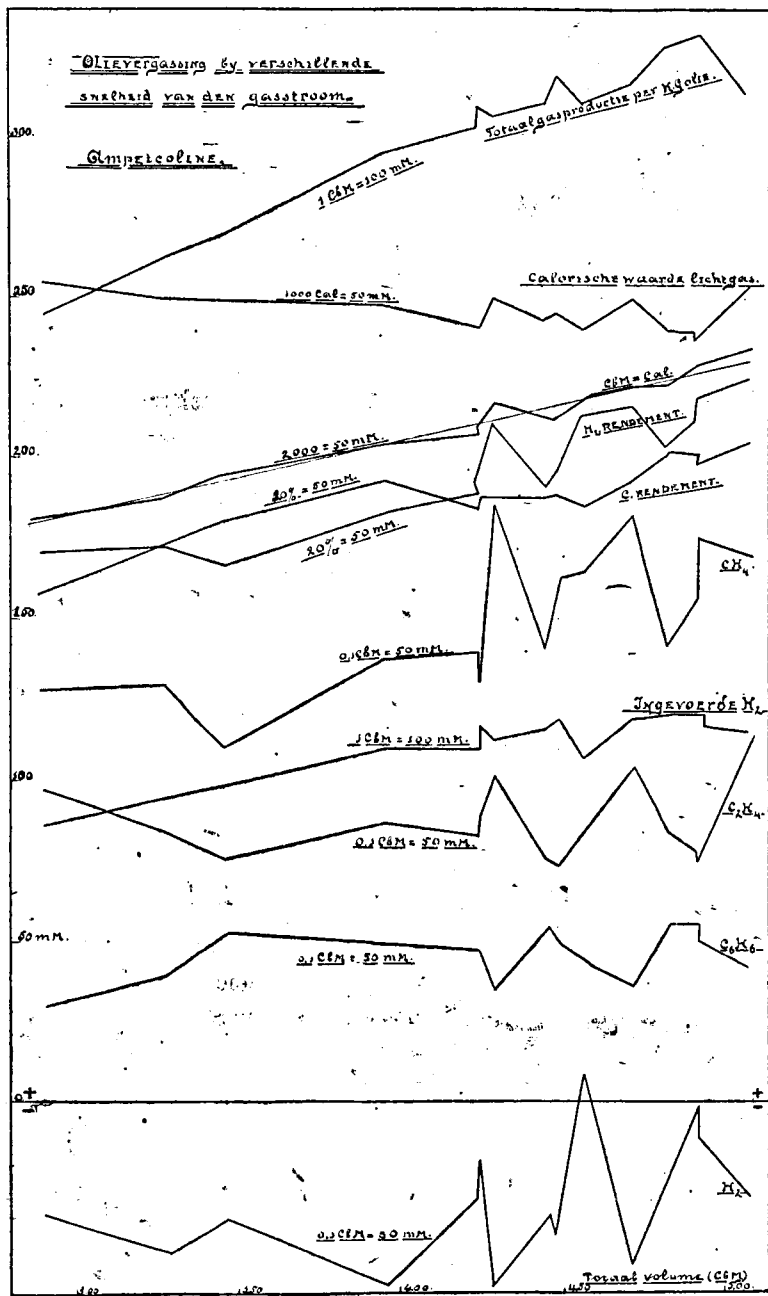
Fouten in de methode van berekening zijn de volgende:

De gasgang duurt 4 minuten, gedurende welken geheelén tijd de stoom, doch de olie slechts 3 minuten toegevoerd wordt. Het is echter niet mogelijk deze fouten uit te schakelen, aangezien de noodige gegevens daartoe ontbreken. Van belang is echter, dat bij *alle* proeven op *dezelfde* wijze gerekend werd en de gemaakte fout voor alle ongeveer even groot zal zijn. De fouten uitén zich voornamelijk in het totaalgasvolume en wel in dien zin, dat na elimineering men een verschuiving der graphische voorstelling naar links zou vinden, waarbij echter het karakter ervan volledig gehandhaafd zou blijven.

Tenslotte werd de aanwezigheid van éen klein gehalte S en O_2 verwaarloosd.

De cijfers van de tabel zijn in de graphische voorstelling verduidelijkt.

In deze graphische voorstelling fig. 3, treft men de volgende krommen aan:



- a. Technische gasproductie per K.G. olie gereduceerd op 0° 760 m.M.
- b. Calorische waarde van het gas gereduceerd op 0° 760 m.M.
- c. De hoeveelheid calorïën, die per K.G. olie in het gas gebracht werden. (cbm. — cal.).
- d. en e. De rendementen van koolstof en waterstof.
- f. g. en h. De hoeveelheden CH_4 , C_2H_4 en C_6H_6 , die per K.G. olie geproduceerd werden.
- i. De hoeveelheid H_2 , die per K.G. olie geproduceerd of opgenomen werd. De afgescheiden H_2 werd boven de nullijn geteekend, de opgenomen H_2 er onder.
- j. De hoeveelheid H_2 , die per K.G. olie ingevoerd werd.
Het totaalvolume werd op de abcis afgezet.

Bij aandachtige beschouwing valt het ons spoedig op, dat de lijn, die de cbm. — cal. aangeeft, als functie van het totaalvolume, en dus als functie van de snelheid (bij alle proeven duurde de gasgang even lang), een bijna rechte lijnig verloop heeft. Zonder den invloed van de temperatuur te willen uitschakelen, mogen we hieruit dus de volgende zeer belangrijke conclusie trekken:

Het olierendement is recht evenredig aan de snelheid, waarmede de gassen afgevoerd worden.

Deze is echter iets geheel anders, dan de snelheid, waarmede de olie wordt ingevoerd en hierin moet dan ook een verschil gezocht worden tusschen de proeven van WHITAKER c.s., HEMPEL en de mijne. De eerste twee vergassen n.l. steeds in een holle buis, zoodat de verdampte zoowel als de vergaste olie zonder tegenstand kunnen worden afgevoerd.

Bij het apparaat R&W moet men zich voorstellen, dat de olie nog vloeibaar terecht komt (in meer of minder fijn verdeelden toestand) op de cokes. Van daaruit heeft verdamping, resp. vergassing plaats, die ten eerste invloed ondervindt van het contact met lager gelegen stukken gloeiende cokes. Laten we deze vergassing aan zichzelf over, dan zal deze met een bepaalde eigen snelheid plaats grijpen, die geheel afhankelijk is van de hoeveelheid olie, die op dat moment in den generator ligt te verdampen, resp. vergassen. Voeren we echter een gasstroom over de cokes, dan worden de oliedampen en gassen daardoor mede gevoerd. De nog niet verdampte of vergaste olie ondervindt daarvan echter in zeer veel geringere mate een stuwkracht.

Bij de temperatuur, die in den generator heerscht, zullen nu de hoog moleculaire oliedampen reeds dadelijk zeer in de minderheid zijn

en voorts gemakkelijk nog gelegenheid vinden (door contact met cokes) om verder te ontleiden tot permanente gassen. De gassen zelf zullen door de groote verdunning (1:6 tot 1:8) voor verdere ontleding behoeft worden.

Van invloed op de samenstelling van het gasmengsel is nu in de eerste plaats de temperatuur of liever de temperaturen, waaraan de gassen tijden hun gang door generator en katalysator zijn blootgesteld.

Wel werd getracht door zooveel mogelijk even lang te blazen en *geen* bovenlucht op den oliegenerator te geven, de temperatuur zoo constant mogelijk te houden; zonder meer is dit echter niet behoorlijk uitvoerbaar, zoodat verschillen zeer zeker opgetreden zijn.

Intusschen kunnen juist deze temperatuursverschillen, waaraan ik de sterke schommelingen in de krommen voor CH_4 , C_2H_4 , C_6H_6 en H_2 meen te moeten toeschrijven, ons eenigszins een beeld geven van de reacties, die zich bij de vergassing afspelen. Hierbij is het zeer opvallend, dat niettegenstaande de groote sprongen in de hoeveelheden der componenten, de resultante (cbm. cal.) een zeer gelijkmatig verloop vertoont. Dit wijst erop, dat we in de gasphase vrijwel uitsluitend met reacties tusschen de gassen te doen hebben zonder dat het daarbij tot afscheiding van koolstof komt, terwijl ook een directe binding van koolstof en waterstof niet mag worden aangenomen. Wordt er dus C afgescheiden, en dit is zeer zeker het geval, dan moet dat gebeuren bij de aanraking van olie en cokes. Een deel der olie wordt dan dadelijk geheel ontleed.

De additie van H_2 wordt door bovenstaande onderstelling niet uitgesloten, daar de opgenomen H_2 niet in de cbm.-cal. is uitgedrukt. Inderdaad blijkt duidelijk, dat er additie plaats vindt, doch vermoedelijk voor het grootste deel aan de hoogere koolwaterstoffen, die in het teer terecht komen. Intusschen wordt de afscheiding van H_2 uit de olieassen tegengegaan en ook dit is van groot belang.

De kromme, die de opneming van H_2 aangeeft, vertoont niettegenstaande de groote sprongen in graph. voorst. van fig. 3 het karakter, dat meer H_2 wordt geaddeerd naarmate de gassnelheid kleiner, dus de contacttijd grooter is. Ik geloof, dat dit op zichzelf duidelijk genoeg is en geen nadere verklaring vereischt.

Van belang is nog een blik op de krommen voor het C- en H_2 -rendement. Daarbij moet ik echter direct opmerken, dat er een rekenfout is ingeslopen, waardoor het H_2 -rendement ongeveer 0.5 %, het C-rendement ongeveer 0.2 % te laag zijn aangegeven. Aan de karakteristieken wordt echter daardoor geen afbreuk gedaan.

Nu ziet men weliswaar beide krommen met de snelheid stijgen, doch er is een onderlinge reciprociteit waar te nemen. M. a. w. een verhooging van het C-rendement neigt tot verlaging van het H_2 -rendement. Hieruit valt af te leiden, dat de teervorming verbetert naarmate het C-rendement stijgt. Een dergelijk verschijnsel werd ook door HEMPEL waargenomen. (zie de proeven van HEMPEL in de Tabel).

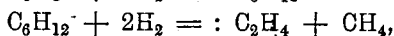
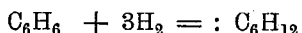
Ook de afgescheiden C moet minder geworden zijn, hetgeen in de eerste plaats van groot belang is; het is echter niet vooraf te zeggen of het teer quantitatief dan wel kwalitatief verbetert. Dit laatste zou in ieder geval het gunstigste zijn.

Thans nog een en ander over den aard der zich afspelende reacties. Het gevoeligst blijken die reacties te zijn, waarbij CH_4 als eindproduct optreedt. In deze kromme toch nemen we de grootste sprongen waar. Ook in omvang kunnen we ze wel als de voornaamste beschouwen.

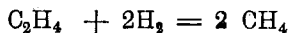
Betrekkelijk constant zijn de hoeveelheden C_2H_4 en C_6H_6 . We moeten hierbij echter opmerken, dat de eerste vrijwel parallel, de tweede ongeveer reciprook verloopt aan de kromme voor CH_4 . Dit beteekent dus, dat bij vele reacties CH_4 en C_2H_4 gelijktijdig worden afgescheiden, terwijl C_6H_6 onder opneming van H_2 in C_2H_4 en (of) CH_4 kan overgaan. De opgenomen H_2 is n.l. in vele gevallen groter, naarmate het CH_4 en C_2H_4 gehalte groter is.

Ook reeds in de olie aanwezige naphtenen zullen zich in beide verbindingen kunnen splitsen.

In het eenvoudigste geval kunnen we deze reacties als volgt voorstellen:



waarbij ook reacties zooals:



mogelijk zullen zijn.

Het sterkste komen zij tot uiting in het gedeelte der graphische voorstelling gelegen tusschen 3 en 4, 5 cbm. totaalvolume.

Intusschen ben ik mij er volkomen van bewust, dat dergelijke reacties nog als zeer hypothetisch beschouwd moeten worden, terwijl vele andere reacties zich hierbij eveneens in belangrijken omvang afspelen.

Van meer technisch belang zijn de beide krommen, die de technische gasproductie en de calorische waarde aangeven.

We zien de eerste ongeveer geheel parallel loopen aan de kromme der cbm. — cal. Nu blijft echter de hoeveelheid oliegas, die per K.G. olie gevormd wordt, binnen enkele tienden cbm. constant. De groote stijging moet dus een gevolg zijn van een grootere hoeveelheid watergas + lucht, die in het gas aanwezig zijn. Vooral het gehalte aan verbruikte lucht is in vele gevallen hoog en feltelijk te hoog te noemen. Vervanging van deze lucht door watergas zou stijging van de calorische waarde van het gas tengevolge hebben.

De kennis in 't algemeen over de vergassingswaarde van olie is tot heden nog zeer beperkt. Wel heeft HEMPEL getracht daarvoor normen samen te stellen, doch hij heeft in 't geheel geen waarde gehecht aan den tijdfactor, die toch van bijzonder grooten invloed blijkt te zijn.

Ik heb eenige van zijn proeven volgens de hierboven beschreven methode nagerekend en in de groote tabel opgenomen. Daaruit blijkt, dat het door mij gevonden getal voor de cbm. — cal. ongeveer het 10voud is van zijn „Effektzahl”. Een eenigszins nauwkeurige beschouwing van zijn berekening maakt dit direct duidelijk. De voor zijn proeven gevonden getallen zijn echter veel lager dan die, welke bij de proeven met het R. en W.-apparaat gevonden worden. Blijkbaar heeft hij dus de olie niet voldoende verwerkt en mogen zijn Effektzahlen dus niet als kenmerkend in 't algemeen, doch slechts onder zeer speciale omstandigheden worden aangenomen.

De calorische waarde van de C_nH_m is van dezelfde grootte-orde als bij mijne proeven.

De H_2 -additie heeft hij uitvoerig behandeld en daarbij blijkt zeer duidelijk, dat de belangrijkste additieproducten in het teer terecht komen.

Een punt mag tenslotte niet onbesproken blijven.

Uit zijn proeven met CO en N_2 trekt hij n.l. de conclusie, dat beide gasen indifferent zijn. Voor N_2 is is dit natuurlijk waar, doch een beschouwing van proef No. 40 in vergelijking met 25/26 en 44 toont duidelijk, dat CO een remmende werking heeft uitgeoefend. Vooral het CH_4 heeft te lijden gehad. Waarschijnlijk speelt hier de reactie $2 CO + CH_4 = 3 C + 2 H_2O$ een rol. De berekening leert, dat 7.1 % van de hoeveelheid CO, die toegevoerd werd, niet teruggevonden wordt in het gas.

De waarde voor de cbm. — cal. is opvallend lager dan bij 44, terwijl de gassnelheid in deze laatste proef toch niet zooveel grooter was.

Ook de calorische waarde der C_nH_m is tot een cijfer gedaald, dat

in andere omstandigheden nog nooit bereikt is, zoodat ook deze lichamen door het CO zullen zijn aangetast.

Is ook de werking van CO niet buitengewoon sterk, indifferent mag het toch niet genoemd worden.

Alvorens tot een volgend punt over te gaan, wil ik niet nalaten in 't kort de onderzoekingen van WHITAKER en zijn medewerkers te bespreken.

In het laboratorium zijn door hem proeven genomen over olie-vergassing.¹⁾ Deze vallen voor een deel samen met de mijne. Zooals echter reeds werd medegedeeld, zijn zij niet geheel vergelijkbaar wegens de afwijkingen in de inrichting van het toestel.

Van de vele mogelijke reacties, die hij opgeeft (p. 685 e. v.), zijn, zooals te voren uiteengezet werd, alleen die, waarbij geen C wordt afgesplitst, als waarschijnlijk aan te nemen.

Opvallend is het echter, dat bij grootere snelheid het CH_4 -resp. C_2H_6 -gehalte daalt. Bij mijn proeven werd juist het tegengestelde gevonden.

Het is te betreuren, dat de resultaten alleen in graphische voorstellingen zijn vermeld. Daardoor wordt alle meer uitgebreide narekening uitgesloten.

Als belangrijkste punt van het geheele onderzoek zien we nu, dat de cbm.-cal. stijgen van 7000-9000 bij een vergrooting van het totaalvolume van 3-5 cbm. Deze stijging verloopt rechtlijnig. Nu is het natuurlijk niet aan te nemen, dat deze vorm te behouden is, totdat 100 % van de olie in gas omgezet is, en daarom zou het verwondering kunnen wekken, dat de lijn niet verder „afgezocht” is. Inderdaad is het ook mijn doel geweest dit te doen, doch bezwaren van praktischen aard maakten dit niet mogelijk. Voornamelijk was het de druk tijdens gasmaken, die te hoog opliep, terwijl ik anderzijds een daling van de calorische waarde verwachtte, die voor de gasverbruikers minder gewenscht was. Ten slotte komt er ook een einde aan de capaciteit van ketel en stoomleidingen, terwijl de water-gasgenerator door het groote stoomverbruik te koud wordt. Daardoor zal men wel gedurende 10 of 20 gangen een groote productie krijgen, deze daalt spoedig over de volgende perioden; zoo werden b.v. de volgende cijfers in proef No. 15 verkregen:

¹⁾ Journ. of Ind. and Eng. Chemistry 1916, 593-601 en 684-695.

1-20	613 cbm.	} ongecorrigeerd.
20-40	505 "	
40-60	489 "	

Hieruit blijkt duidelijk de groote vermindering in de gasproductie en voelen we, dat we dan aan de grens gekomen zijn. Ook de bepaling van de gemiddelde calorische waarde van het gas wordt door deze sprongen betrekkelijk onzeker.

Hiermede is het voornaamste over de olievergassing medegedeeld en ik wil nog slechts de voornaamste conclusies recapituleeren:

Technisch.

- 1°. Het olie-rendement is recht evenredig met de snelheid, waarmede de gassen worden afgevoerd.
- 2°. Het is niet mogelijk de gewenschte snelheid te verkrijgen met watergas alleen; er moet een bepaalde hoeveelheid stoom extra worden toegevoerd.
- 3°. Proefnemingen met andere oliesoorten zijn van belang.

Theoretisch.

- 4°. Aangetoond werd, dat H_2 door het oliegas resp. teer uit het ingevoerde watergas onder bepaalde omstandigheden kan worden opgenomen.
- 5°. De zeer regelmatige stijging der cbm-cal, beschouwd in verband met de onregelmatige krommen der componenten, maakt het waarschijnlijk, dat uit het gas tijdens zijn loop door de apparaten C niet afgescheiden wordt.
- 6°. Gewezen werd op de verschillende reacties, die vermoedelijk door de gassen worden afgespeeld.
- 7°. Gebleken is, dat de berekening van de componenten der C_nH_m niet geheel juist is, doch de afwijking zal wel niet groot zijn.
- 8°. De onderzoeken van HEMPEL, zoowel als die van WHITAKER werden in het kort besproken.

Nadat aldus voor ampetcoline de olievergassing bestudeerd was, werden op dezelfde wijze verwerkt:

- 1°. Een mengsel van ampetcoline en filterolie D. P. M.
- 2°. Filterolie D. P. M.
- 3°. Ruwe Mexicaansche Panuca-olie.

De volledige beschrijving van de betreffende proeven moet ik hier achterwege laten; ik volsta met de vermelding der resultaten.

Oliesoort.	S. G.	Gehalte aan :		Gasprod. per K.G. Olie Cbm.	Cal waarde.	Cbm- cal.	Rendementen %		
		H ₂ .	C.				Olie.	H ₂ .	C.
Ampetcoline .	0.855	13.24	85.4	2.98	4930	8915	81.0	84.1	80.0
Mengsel van 67 % ampetc. 33% filterolie }	0.885	12.6	85.9	2.76	4800	7430	68.1	75.5	65.0
Filterolie . . .	0.920	11.6	86.9	2.51	4850	7100	67.5	73.5	59.1
Mexicaansche ruwe olie . .	0.976	10.5	82.5	1.97	4760	5440	54.4	64.2	48.6

Deze cijfers hebben betrekking op gegevens, welke in het geregelde bedrijf verkregen werden. Het is nu mogelijk uit deze tabel een empirische benaderingsformule af te leiden voor de vergassingswaarde van olie. Daarvoor vinden we dan: $\text{Cbm-cal} = 1330 (H - 6)$ waarin H het waterstofgehalte van de betreffende olie voorstelt.

Deze formule houdt geen rekening met den aard van de olie. Dit blijkt b.v., wanneer men haar toepast op teersoorten, dan komt zij niet uit. Volgens de formule zouden de Cbm-cal hoger moeten zijn dan zij in werkelijkheid zijn. Hier spelen echter de aromatische koolwaterstoffen, die in zoo belangrijke hoeveelheid in het teer voorkomen, een groote rol. Het blijkt n.l., dat deze bij vergassing gemakkelijk uiteenvallen in C en H₂. Voor de verschillende oliesoorten is de overeenstemming voldoende. Zoó vindt men:

Ampetcoline: 8900
Mengsel: 8100
Filterolie: 6890
Mex. olie: 5540

Tevens blijkt hieruit, dat het nadeelig is twee soorten olie te vermengen. Uit de cijfers voor ampetcoline en filterolie vindt men door berekening 8300 Cal, de formule geeft 8100, terwijl in werkelijkheid slechts 7400 bereikt werd.

Voorts is deze formule van belang voor de berekening van de te verwachten gasproductie per K.G. olie.

Wanneer het gas bestaat uit:

70 % watergas,
10 % lucht,
20 % oliegas,

dan geldt: $0.7 \times 2860 + \text{cbm-cal} = 5000 \times$, wanneer men gas van

5000-Cal. wenschte te maken. We leiden af: $\text{Cbm-cal} = 3000 X$
 waaruit weder:

$$X = \pm \frac{H - 6}{2.4}$$

B.v. voor ampetcoline:	3.0 Cbm per K.G. olie.
mengsel:	2.75
filterolie:	2.33
Mexicaansche olie:	1.88

alles van 5000 Cal.

Als algemeene formule geldt dan:

$$X = \frac{1230 (H - 6)}{C - 2000}$$

waarin C = calorische waarde van het gas (0°C 760 mm)

Ten slotte volgt uit de formule, dat koolwaterstoffen met minder dan 6-7% H niet vergasbaar zijn.

Hiermede ben ik aan het einde van mijn beschouwingen gekomen. Veel gegevens, die bij het onderzoek verkregen werden, heb ik achterwege moeten laten en alleen volstaan met de vermelding van de resultaten. Zonder dat zou de omvang van dit opstel voor dit tijdschrift te groot geworden zijn. Zooveel mogelijk werd getracht de zeer uiteenlopende gegevens tot een samenhangend geheel te verwerken. Ten slotte is het mij een aangenamen plicht hier mijn bijzondere waardeering uit te spreken voor het belangrijk aandeel, dat de heeren IR. G. A. KESSLER en F. G. C. RINCKER in de uitvoering van dit onderzoek gehad hebben, terwijl ik dank verschuldigd ben aan de Directie der Bataafsche Petroleum-Maatschappij voor de verleende toestemming tot publicatie van deze onderzoekingen.

Dordrecht, Jan. 1919.

Boekaankondigingen.

GEOFFREY MARTIN, *Industrial and Manufacturing Chemistry*. 2 parts: inorganic, f 39.20; organic f 25.20. London, 1918, CROSBY LOCKWOOD and Son.

„Multa sed non multum” kan men van deze drie dikke deelen zeggen, die met medewerking van verschillende deskundigen bewerkt zijn, en als „practical treatise” moeten dienen.

Het aantal onderwerpen is legio, maar wat het boek in breedte te veel heeft, mist het in diepte. De koolzuurindustrie wordt in 8 pagina's, de zwavelzuurindustrie in 45 pagina's, de chloorkalk- en hypochlorietenbereiding in 10 pagina's behandeld.

Gelukkig geeft het boek bij ieder hoofdstuk een uitgebreide litteratuur op, die over het onderwerp bestaat, zoodat de belangstellende lezer elders kan zoeken, wat in het werk zelf niet te vinden is.

De uitvoering en druk zijn goed verzorgd.

J. J. H.

Die Arbeitsmethoden der Silikatchemie, von Dr. REINHOLD RIEKE. (Sammlung Vieweg, Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik, Heft 37). Braunschweig, Druck und Verlag von FRIEDRICH VIEWEG & Sohn, 1917; 100 blz.; M. 3.60.

Dit boek is door den schrijver als eene beknopte inleiding in het gebied der silicaatchemie bedoeld, om de op dat gebied gebruikelijke bijzondere methoden van onderzoek, welke door het eigenaardig gedrag van silicaten in vergelijking met andere anorganische zouten voorgeschreven worden, aan andere onderzoekers te doen kennen, en om de in de chemische en technische kringen dikwijls nog voorkomende onjuiste denkbeelden over de eigenschappen der kiezelzure zouten weg te nemen. Het boekje is dus alleen een overzicht, dat ter eerste oriëntering dienen moet, en als zoodanig kan het wel geslaagd heeten.

De uiteenzetting is helder en het kan den schrijver als eene bijzondere verdienste worden aangerekend, dat hij steeds den lezer voor oogen houdt, hoe moeilijk en lang de weg is, die juist bij de problemen der silicaatchemie tot vertrouwbare resultaten voert, en hoe dikwijls er eene onevenredigheid bestaat tusschen de moeite en de uitkomst bij het onderzoek. Wie zich met een van de talrijke belangrijke problemen der silicaatchemie wenschte bezig te houden, hetzij als chemicus, hetzij als technicus of mineraloog, zal natuurlijk uitvoeriger werken en de origineele verhandelingen ter hand moeten nemen. De schrijver is zich hiervan bewust en heeft zijn boek met eene uitvoerige literatuuropgave voorzien, waarin de voornaamste werken op elk gebied der silicaatchemie vermeld zijn, die verschenen zijn voor de uitgave van het boek.

Ten slotte zij hier een kort overzicht van den inhoud gegeven, waaruit de veelzijdigheid van de behandelde stof duidelijk blijkt: 1. Bereiding van silicaten: 1. in 't algemeen; 2. bij tegenwoordigheid van water; 3. uit

watervrije smelt; 4. bij afwezigheid van eene vloeibare fase; 5. door gas-reacties en sublimatie. II. Splitsing van silicaatmengsels en isoleering van de verschillende verbindingen langs mechanischen en chemischen weg. III. Analyse van silicaten: 1. ontsluitingsmethoden; 2. kwalitatieve reactie op kiezelzuur; 3. bepaling van het watergehalte. IV. Fysisch-chemisch silicaatonderzoek: A. Onderzoek van vaste, in het bijzonder van gekristalliseerde silicaten (oplosbaarheid, hardheid, specifiek gewicht, smeltpunt, ontleding voor het smelten, omzettingen, specifieke warmte, kristallisatie, smelt- en omzettingswarmte, warmtegeleidingsvermogen, thermische uitzetting, elektrisch geleidingsvermogen en polarisatie, mikroskopisch-optisch onderzoek). B. Onderzoek van gesmolten silicaten (in 't algemeen, viscositeit, kristalliseervermogen, kristallisatiesnelheid, oppervlaktenspanning, soortelijk gewicht, elektrolytische dissociatie en elektrisch geleidingsvermogen. C. Onderzoek van vaste amorfe silicaten (glazen). V. Pogingen tot verklaring der constitutie van silicaten.

A. Š.

Beilsteins Handbuch der organischen Chemie, Vierte Auflage, die Literatur bis 1. Januar 1910 umfassend. Herausgegeben von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Bearbeitet von BERNHARD PRANGER und PAUL JACOBSON unter ständiger Mitwirkung von PAUL SCHMIDT und DORA STERN. Erster Band. Leitsätze für die systematische Anordnung. Acyclische Kohlenwasserstoffe, Oxy- und Oxo-verbindingen. Berlin, Verlag von JULIUS SPRINGER, 1918. Prijs: ing. Mk. 60.- (in den boekhandel).

Eindelijk is ze dan verschenen de nieuwe druk van „Beilstein”. Jarenlang heeft de organicus er al naar uitgezien, om ten slotte het tijdstip door den oorlog nog weer verschoven te zien.

Maar nu ligt het eerste deel dan toch voor ons, en dit beteekent een belangrijke gebeurtenis voor iederen organicus. De onontbeerlijkheid van „Beilstein” behoeft geen betoog; zonder hem staan wij te midden van een massa ongeordende feiten en literatuur, met hem komt er orde, en wordt het gebied overzichtelijk gemaakt. Hoewel de vroegere drukken van onberekenbaar nut zijn geweest, bleek toch reeds bij het bewerken van de 3de uitgave, dat het ondoenlijk was de groote hoeveelheid nieuw materiaal in het bestaande systeem op te nemen. Voor den 4den druk, waarvan het eerste deel nu verschenen is, moest dus een geheel nieuwe systematiek worden ontworpen.

Willen wij van „Beilstein” een goed gebruik maken, dan zullen wij ons daar eerst terdege in moeten werken, en daartoe de moeite niet schromen, die het doorwerken van de uiteenzetting van het gevolgde systeem (46 pag. lang) ons geeft. 't Is taale kost, maar die verorberd dient te worden, zullen wij al het nut uit den nieuwen druk kunnen trekken, dat er voor ons in besloten ligt.

De literatuur is bijgewerkt tot 1 Jan. 1910, wat voor alle deelen geldt. Aan het geheele werk sluiten de „Literatur-Register der organischen

Chemie" (Zie Chem. Weekbl. 1913, 797) aan, die telkens een periode van twee jaren zullen omvatten. Op deze wijze zal dus, zoodra het geheele werk is verschenen, een doorlopend geheel worden verkregen.

Wij hebben lang op dezen nieuwen druk moeten wachten, mochten wij bij het verschijnen van het 15^{de} (laatste) deel kunnen zeggen, dat het van nu af vlug gegaan is! Het geheel is in manuscript gereed, er is dus groote kans, dat de verschijning nu geregeld zal geschieden, — tenzij er nieuwe tegenslag mocht komen!

Ieder deel zal van een eigen register voorzien worden, terwijl er na het verschijnen van het geheel een algemeen register volgen zal.

Druk en papier zijn goed, iets wat voor een dergelijk standaardwerk van groot belang is.

Aanbeveling behoeft een uitgave als deze niet; wij kunnen met de enkele aankondiging volstaan.

P. J. M.

Neueste Erfindungen und Erfahrungen auf dem Gebiete der praktischen Technik, Elektrotechnik, der Gewerbe, Industrie, Chemie, der Land- und Hauswirtschaft. Herausgegeben von Louis EDGAR ANDÈS. A. HARTLEBEN's Verlag, Wien und Leipzig. Preis 1 kr. 20 h. (90 Pf.).

Uit den aard der zaak is het moeilijk in een 13 maal per jaar verschijnend tijdschrift in elke aflevering steeds de meest interessante en belangrijke uit- en ondervindingen bijeen te garen, temeer waar het bovengenoemde tijdschrift zich niet met een speciaal gebied, doch met ongeveer alle takken van wetenschap en techniek bezighoudt.

De eerste aflevering van dezen jaargang bevat diverse mededeelingen (meest overgenomen uit Duitsche vakbladen) ondergebracht in de volgende rubrieken:

Original-Mitteilungen, Berichte aus dem Gebiete der Technik und Industrie, Aus der Maschinen-, Instrumenten- und Werkzeugpraxis, Aus der Bau-praxis, Aus dem Gebiete der Zeichenkunst, Graphik und Lichtbildkunst, Beleuchtungstechnik, Elektrizität und Beheizung, Prakt. Chemie und Pharmazie, Haus- und Landwirtschaft, Getränke, Genuss- und Lebensmittel, Praktische Vorschriften und Rezepte, en verder kleine mededeelingen, vraagbord, enz.

In het algemeen zijn de artikelen slechts zeer oppervlakkig, sommige rieken naar reclame.

Het tijdschrift lijkt mij voor leeken, die van het een en ander buiten hun kring iets willen hooren, heel aardig; gestudeerden zullen in het algemeen aan hun vaktijdschriften voldoende hebben.

E. T. L.

G. G. HENDERSON, Catalysis in Industrial Chemistry. London, E. C., LONGMANS, GREEN and Co., 39 Paternoster Row; 1919, 203 pag., 9 s.

Aangenaam doet de zakelijkheid van de behandeling der technische toepassingen van gekatalyseerde reacties aan. De verdeeling der verschil-

lende soorten katalysen in hoofdgroepen is logisch doorgevoerd, waardoor een goede indeeling van het werkje verkregen werd. De schrijver heeft het verstaan, een groote hoeveelheid materiaal en recepten in een kort bestek bijeen te brengen, zonder in droge opsomming te vervallen; aangenaam is ook, dat de (voornamelijk entente-) literatuur tot recenten datum geraadpleegd is. Een paar aanmerkingen, die ik op den inhoud zou willen maken, zijn de volgende. De inleiding (over de theoriën der katalyse) is te kort gehouden en geeft daardoor aanleiding tot een verkeerd begrip der katalyse. De behandelde onderwerpen hadden beperkt moeten blijven tot de in de industrie toegepaste processen; bespreking van diegene, die later waarschijnlijk technische toepassing kunnen vinden, valt buiten het kader van dit boekje. Acetylering van cellulose, koppeling van diazoverbindingen met aminen tot de belangrijke azo- en ijskleurstoffen zijn van genoegzaam technische beteekenis om niet vergeten te worden, evenmin als de Na_2SO_4 -Pt-katalysator voor het contactzwavelzuurbedrijf. Een enkele onnauwkeurigheid, zooals bijv. de bewering, dat metallisch kwik of koper in het zwavelzuur, evenals HgSO_4 en CuSO_4 't kjeldalen versnelt, daargelaten, maakt de inhoud den indruk de vrucht te zijn eener nauwkeurige studie van een terzake bevoegd persoon. Vooral in universiteits- en fabriekslaboratoria zal het boekje zich een plaats veroveren, mede om zijn groote hoeveelheid gegevens over de bereidingsmethoden der verschillende katalysatoren.

E. v. T.

Personalla, vacatures, industriële mededeelingen, enz.

Aan de Universiteit te Leiden zijn geslaagd voor het doctoraal-examen pharmacie de Heeren J. F. S. STRAMAN en A. KEILHOLZ.

Aan de Universiteit te Utrecht is cum laude geslaagd voor het candidatsexamen scheikunde de Heer F. TH. VAN VOORST.

Tot leeraar in de natuur- en scheikunde aan de bijzondere H.B.S. met 5-j. c. voor meisjes te Amsterdam is benoemd de Heer J. FRANSEN, scheik. ing., tevens leeraar aan de M. T. S. „Amsterdam”.

Voor hare gasbedrijven in Indië kunnen bij de Ned.-Indische Gas-Maatschappij worden geplaatst een technoloog (scheikundig ingenieur) op een aanvangssalaris van f 400.— tot f 500.— per maand; een gastechnicus op een aanvangssalaris van f 300.— tot f 350.— per maand.

Aan deze betrekkingen is verbonden: vrije overtocht, vergoeding voor woninghuur, vrije geneeskundige behandeling, levensverzekering en nader vast te stellen gratificatie of aandeel in de winst, een en ander op voorwaarden als voor het personeel der Maatschappij in Indië geldend zijn. Sollicitatiën met opgaaf van leeftijd, opleiding, levensloop enz., worden ingewacht vóór 1 Juni 1919, ten kantore der Maatschappij, Willemsplein 10, te Rotterdam. Persoonlijke kennismaking niet dan op uitnoodiging.

Aan de bijzondere H.B.S. 5-j.c. te Utrecht wordt gevraagd met aanvang van den nieuwen cursus een leeraar in de scheikunde. Aanmelding wordt verzocht bij den directeur, den Heer F. DE MUNNIK, Plompstorengracht 9, Utrecht.

Aan de Chr. H.B.S. te Rotterdam wordt tegen 1 September gevraagd een leeraar in de scheikunde voor ongeveer 14 lesuren. Brieven te richten tot den directeur, Dr. J. F. RETSMA, Jonkerfransstraat 71.

Aan de R. H.B.S. te Middelharnis is met 1 September te vervullen de betrekking van leeraar in de scheikunde (mogelijk te combineeren met plant- en dierkunde). Aantal lesuren vermoedelijk 20 (scheikunde 12, plant- en dierkunde 8). Men melde zich aan vóór 1 Juni bij den inspecteur van het Middelbaar Onderwijs, Dr. G. H. Coors te 's-Gravenhage.

Vraag en aanbod.

Tijdschriften, boeken, enz.

Ter overneming gevraagd:

Afl. 1 en 8 van Chem. Weekbl. 1916.

Ter overneming aangeboden:

J. MARCUSSEN, Laboratoriumsbuch f.d. Industrie der Oele und Fette, 1911.

J. LEWKOWITSCH, Chem. Technologie und Analyse der Oele, Fette und Wachse, 1905, 2 dln.

Chemische producten.

Aangeboden: ammonia liquida 16° B_é, Arabische gom, chroomaluin, chroomaatgeel, chroomzuur, hexamethyleentetramine, kaliummetabisulfaat, kalialuin, kieseriet met 55% magnesiumsulfaat, kopersulfaat, natronloog 15%, natronwaterglas, zilvernitraat, kaliumhydroxyde (staafjes), natriumhydroxyde (staafjes), overchlorzuur, potasch, trichlooraethyleen.

Gevraagd: aluminiumoxyde, aniline (zwart en donkerbruin), ammoniumbichromaat, cadmiumchloride, campêche-extract, dinatriumphosphaat (water-vrij), houtazijnzuur, schellak (oranje).

Brieven (met postzegel voor doorzending aan aanbieder of aanvrager) te richten tot den Redacteur.

Ontvangen boeken, brochures, enz.

Prijs-veranderingen: N. V. Koninklijke Pharmaceutische Fabriek v. h. Brocades & Stheeman, Meppel; No. 3: Mei 1919.

Mededeelingen van het Proefstation voor de Java-Suikerindustrie. Chemische serie 1919, No. 1: Oplosbaarheid van saccharose in water bij aanwezigheid van invertsuiker door Dr. T. VAN DER LINDEN.

De oude boekenschat; uitgave van A. VAN STRATEN, Schieveenstraat 34, Rotterdam, No. 1 (Mei 1919): zeldzame boekwerken, kaarten en gravures.

A. J. J. VANDEVELDE, L'attaque de l'étain et de l'étain plombifère par le lait. Ann. et bull. soc. méd. Gand 1919.

A. J. J. VANDEVELDE, Le lait artificiel et sa digestibilité. Ibid. 1919.

H. DE WAELE et A. J. J. VANDEVELDE, L'utilisation alimentaire du sérum du sang après peptonisation préalable. Ibid. 1919.

Correspondentie.

H. te G. en v. E. te H. Voor het lidmaatschap van de „American Chemical Society” meldt men zich aan bij den Secretaris CHARLES L. PARSONS, Washington, D.C. (U.S.A.), Box 505. Men ontvangt dan een formulier ter invulling.

v. E. te H. Het lidmaatschap van de Société chimique de France kost 25 francs per jaar. Ter verkrijging van dit lidmaatschap wende men zich tot den secrétaire général A. VALEUR, 54, av. de la République, Villejuif (Seine). Men moet worden voorgedragen door twee leden.

C. te H. BOERHAAVE's „Elementa Chemiae” zijn o.a. besproken (behalve in de U bekende publicatie van Prof. ERNST COHEN) door HERMANN KOPF (Die Alchemie, 1886, 76-78), HJELT (Geschichte der organ. Chemie, 1916, 6, 7, 11, 17), E. O. VON LIPPMANN (Abhandlungen und Vorträge, 1906, 1913). Zie ook P. DIERGART, Zeitschr. f. angew. Chem. 32, Aufsatzteil p. 58 (1919).

Wie kan inlichtingen geven over: „HARPER's Scientific Memoir Series”, uitgegeven door AMES?

Waarvoor wordt een mengsel van ongeveer 40% seleen en 60% telluur gebruikt en wat is thans hier te lande de marktwaarde van dit mengsel?

D. te B. Zie voor bakeliet ook de voordracht door den Heer R. VAN HASSELT, scheik. ing., gehouden voor het Technologisch Gezelschap te Delft en opgenomen in het 22^{ste} Jaarboekje van dat Gezelschap (1912-1913).

Men wordt verzocht advertenties te zenden aan den uitgever van het Chem. Weekbl., den Heer D. B. CENTEN, 115 O.Z. Voorburgwal, Amsterdam, en niet aan den redacteur.

Voor het gemak van hen, die nog op 't laatst een aanwijzing willen geven betreffende afdrukjes, enz., zij medegedeeld, dat de drukker van het Weekblad, de Heer C. DE BOER JR. te Helder, aan het telefoonnet is aangesloten (intercommunaal No. 50).

Ter bespreking zijn ontvangen:

- CH. DUQUESNE, R. NEIRYNCK et A. J. J. VANDEVELDE, Le lait pasteurisé. Dispositif nouveau de pasteurisation rationnelle pour la distribution dans les oeuvres de la protection de l'enfance; Gand, 1916, 32 blz.
 WO. OSTWALD, An Introduction to Theoretical and Applied Colloid Chemistry („The World of Neglected Dimensions”); New-York, 1917, 232 blz.
 C. CARLTON SMITH, TNT Trinitrotoluenes and Dinitrotoluenes; London, 1918, 133 blz.
 I. H. MORSE, Calculations Used in Cane-Sugar Factories; New-York, 1917, 189 blz.