TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: B. BÖLGER, Theresiastraat 75, Den Haag. — Redactie-adres: Koornmarkt 62, Delft.

Abonnementsprijs per jaar f 5,—. **Verschijnt minstens 14 maal per jaar.**

Druk en Administratie: Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr., Delft.

8e Jaargang. N°. 2. 15 October 1917.

Het T. S. T. wil zijn het orgaan van het *studie*leven te Delft.

De Redactie is niet verantwoordelijk voor de in de verschillende bijdragen ontwikkelde denkbeelden, evenmin voor de officieele mededeelingen der T. H., C. C. of Vakvereenigingen.

Ieder abonné is gerechtigd wenschen omtrent den inhoud bij de Redactie kenbaar te maken.

Voor opgaven van abonnement, adresveranderingen en voor het aanvragen van losse nummers richte men zich tot de Administratie: Binnenwatersloot 33.

Over de abonnementsgelden wordt vóór de Kerstvacantie beschikt.

Opzegging van abonnement moet schriftelijk bij de Administratie vóór 1 October geschieden, gebeurt dit niet, dan wordt men wederom als abonné voor den loopenden jaargang ingeschreven.

Inhoud.

Aan de Nieuw Ingeschrevenen.
Prijsvragen.
Intree-rede Prof. Ir. N. C. Kist.
Tautomerie of Dynamische Isomerie, door S. DE WAARD.
Naar aanleiding der stellingen van Castigliano, Maxwell en Betti, door H. J. OOSTERBEEK Jr.
Een empirische methode ter bepaling van het getal π, door H. T. HOVEN.
Is 't rendabel in een leiding een inductantie of capacitantie parallel te schakelen? door J. D. FOKMA.
De keuze van een type stoomschip, door D. CROLL. (overgenomen uit het weekblad „In en Uitvoer").
Snippers.
De Waterstaatsingenieur.
Boekbespreking.
Ontvangen Tijdschriften.
T. H. Examenopgaven en antwoorden (Natuurkunde).
Examenuitslagen vóór de Zomervacantie.
Berichten en Mededeelingen.

Aan de Nieuw Ingeschrevenen.

Waar 't „Leeghwaternummer" een eigenaardig karakter had, besloot de Redactie U ter kennismaking ook nog het 2e nummer van dezen jaargang aan te bieden.

De inhoud daarvan toont U het beste wat het T. S. T. eigenlijk beoogt, het wil zijn het orgaan van het *studie*leven te Delft. Scherp afgebakend is dus hare verhouding ten opzichte van andere bladen zooals bijv. 't S. W. niet, de praktijk heeft dit echter tot nog toe ook niet direct geëischt.

Ons blad verschijnt minstens 14 keer per jaar, de abonnementsprijs is *f* 5,—.

Misschien dat er studenten zijn die vinden, dat wij „geen waar voor het geld" geven en dan wijzen op andere tijdschriften en vakbladen, men moet evenwel niet vergeten dat wij alle aan de T. H. gedoceerde afdeelingen moeten vertegenwoordigen, zoodat het buitengewoon lastig wordt precies uit te rekenen of men de eene afdeeling niet boven de andere bevoordeelt of omgekeerd.

In principe worden in het T. S. T. slechts stukken opgenomen van de studenten zelf. Iedereen kan zijn geestesproducten naar de Redactie zenden, ja meer zelfs, in den regel worden ze onder grooten dank aanvaard.

Verder zullen dit jaar, nog meer dan vroeger, verslagen worden opgenomen van lezingen, excursies enz. van de vakvereenigingen e. a. De officieele berichten van de T. H., C. C. en vakvereenigingen zijn aan 't eind van elk nummer te vinden. De lijst van examenuitslagen wordt geregeld bijgehouden, terwijl in dezen jaargang in elk nummer een plaats zal worden ingeruimd voor verschillende examenopgaven, event. met antwoorden. Van verschillende technische tijdschriften wordt den inhoud gepubliceerd, zoodat men steeds een gemakkelijk overzicht heeft. De nieuw verschenen technische werken worden voor zoover mogelijk degelijk besproken, terwijl een rubriek Snippers kleine wetenswaardigheden geeft.

Ieder abonné kan, als hij moeilijkheden bij zijn studie heeft, bij de Redactie aankloppen, moet deze zelf het antwoord schuldig blijven, dan weet ze allicht de weg om een oplossing te krijgen.

En tenslotte openen wij dezen jaargang een reeks Prijsvragen, waarover hieronder echter meer.

Steunt ons door Uw abonnement en Uwe technische bijdragen. REDACTIE T. S. T.

Prijsvragen T. S. T.

Teneinde de lust tot studie en onderzoek aan te wakkeren, besloot de Redactie een serie Prijsvragen uit te schrijven, die hetzij direct, hetzij indirect in verband staan met een te Delft gedoceerd onderdeel van de techniek. Het karakter der Prijsvragen zal van dien aard zijn, dat zij streng wetenschappelijk opgevat, door elken, eenigszins gevorderden student voor zoover 't dan zijn studievak betreft opgelost kunnen worden. Toch zal een ernstige voorbereiding op den voorgrond gesteld moeten worden.

De groote moeilijkheid is echter vragen te vinden, die door een zoo groot mogelijke groep van studenten opgelost kunnen worden, zoodat dus bijv. een C. en een B. student of een W., E. of S. student dezelfde vraag kunnen beantwoorden.

Om deze moeilijkheid nog even onder de oogen te zien, maar tevens reeds een aanvang met de Prijsvragen te maken, zullen wij in 't volgend nummer beginnen met een vraag op 't gebied der wiskunde, zoodat dus alle studenten in de gelegenheid zijn deze te beantwoorden.

We vertrouwen dat thans de bedoeling zal zijn begrepen en willen even aangeven hoe wij ons de regeling gedacht hebben.

Slechts abonné's van het T. S. T. kunnen mededingen.

Ongeveer 2 à 3 maanden na de uitschrijving (bij elke prijsvraag nauwkeurig op te geven) moet 't antwoord, voorzien van een spreuk of kenteeken en een correspondentieadres, bij de Redactie ingestuurd worden. Het moet vergezeld gaan van een briefje, waarop dezelfde spreuk of hetzelfde kenteeken staat en dat de naam en het eigen adres van den inzender bevat.

Door de Redactie wordt voor elke prijsvraag een Commissie van beoordeeling benoemd. Deze zal bestaan uit studenten, evenwel zullen professoren uitgenoodigd worden van advies te dienen.

In dit verband is 't ons bijzonder aangenaam, mede te deelen, dat enkele professoren reeds hun steun hebben toegezegd.

De Commissie zal aan het naar haar oordeel beste antwoord een prijs toekennen, bestaande uit een bon voor een boekwerk van ± *f* 15.—, te betrekken door bemiddeling van den boekhandel J. Waltman Jr., Delft.

De Commissie behoudt zich 't recht voor, om als zij meent dat het antwoord niet aan de eischen voldoet om voor een bekroning in aanmerking te komen, den prijs niet uit te reiken, aan den anderen kant kan ze ook, indien er volgens haar oordeel meerdere goede antwoorden zijn, meerdere prijzen beschikbaar stellen.

Een bekroond antwoord kan, indien 't daarvoor in aanmerking komt, als artikel in 't T.S.T. opgenomen worden.

De inzender is natuurlijk, tenzij het tegendeel uitdrukkelijk is vermeld, geheel vrij in de wijze van beantwoording.

Meerdere voorwaarden zullen misschien in den loop der jaargang wenschelijk blijken, voorloopig hopen wij de zaak voldoende toegelicht te hebben om in 't volgend nummer van wal te steken.

REDACTIE T. S. T.

Intree-rede Prof. Ir. N. C. Kist.

Bij het aanvaarden van het hoogleeraarsambt aan de T. H. heeft de heer Ir. N. C. Kist een rede uitgesproken, getiteld: „Leidt een sterkteberekening, die uitgaat van de evenredigheid van kracht en vormverandering, tot een goede constructie van ijzeren bruggen en gebouwen?"

Spreker beschouwde eerst het verschil tusschen ontwerpen in steen en in ijzer; in het eerste geval steunt men zijn berekening op eeuwenoude ervaring en kan men dus moeilijk tot nieuwe vormen overgaan, terwijl men bij constructies in ijzer — en ook in de gewapend betonbouw is dit typeerend — een sterkteberekening maakt uitgaande van in laboratoria gevonden materiaaleigenschappen, waardoor men niet aan bepaalde vormen gebonden is.

Echter zijn die materiaaleigenschappen niet gemakkelijk in een voor de berekening noodwendige eenvoudige vorm vast te leggen, want wel heeft Hooke door de evenredigheid tusschen kracht en vormverandering aan te toonen een eenvoudig uitgangspunt voor de berekening gegeven en wel gaat men in naam uit van Hooke's wet, toch grondt de berekening zich tengevolge van tal van verwaarloozingen meer op de taaiheid van het materiaal dan op de evenredigheid van kracht en vormverandering.

En werkelijk is een sterkteberekening gegrond op de taaiheid van het materiaal en dus gebaseerd op een belastingaanname waarbij de krachten zich zoo gunstig mogelijk verdeelen als met het evenwicht te vereenigen valt, te verkiezen boven een berekening uitgaande van de wet van Hooke en dus meer het geval beschouwend van een zeer vele malen herhaalde belasting, waarbij het ijzer als een bros materiaal beschouwd moet worden.

Spreker concludeert dat men laatste berekening, indien zij niet achterwege kan blijven, slechts globaal behoeft uit te voeren, terwijl hoofdzaak moet zijn de eerstgenoemde berekeningswijze.

Tautomerie of Dynamische Isomerie.

Tegenwoordig hecht niet iedereen dezelfde beteekenis aan de naam „tautomerie". Terecht kon Lowry verleden jaar nog zeggen.[1])

„It is, in fact, quite impossible at the present moment to decide whether any particular case of isomerism should be regarded as falling within or without the scope of the new tautomerism."

Begonnen zal dus worden met chronologisch de feiten maar eens op te sommen, die alzoo onder tautomerie gerangschikt worden, om 't onderwerp wat meer te *bepalen*.

Merkwaardig is hierbij, dat de geleerden, bij de feiten, die tot belangrijke inzichtswijzigingen in de organische chemie aanleiding gaven, steeds tautomerie gevallen in handen hadden, al werden zij niet als zoodanig herkend.

Wöhler bracht de eerste slag toe aan de „levenskracht", door de eerste synthese van een organisch product; hij zette namelijk NH_4CNO om in $CO(NH_2)_2$ door indampen der waterige oplossing. Deze eerste isomere omzetting is echter *omkeerbaar*, in waterige

[1]) Lowry & Steele *T 107*, 1382—1396 (1915).

oplossing toonden Walker & Hambly [1]) aan, bij 59°,6 *C* in 1 normaaloplossing:

$$5\%\ NH_4OCN \rightleftarrows 95\%\ CO(NH_2)_2$$

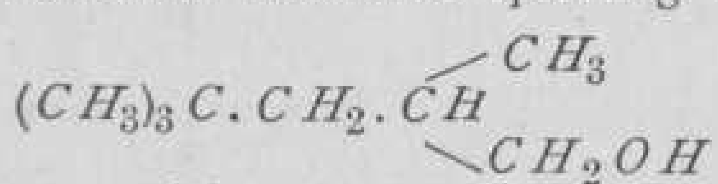
Bij 't eerste geval van *isomerie*, gevonden bij Wöhlers cyaanzuur en Liebigs knalzuur, waarvan 't laatste de formule $H.O.N:C$ moet gegeven, laat 't eerste ons echter in twijfel tusschen $O:C:NH$ & $HO.C:N$, daar wij o. a. 2 reeksen derivaten kennen $(O:C:N.R)_3$ & $(R.O.C:N)_3$.

Kekule's benzol formule liet de mogelijkheid bestaan van *2 o*. disubstitutie produkten, die niet gevonden zijn.

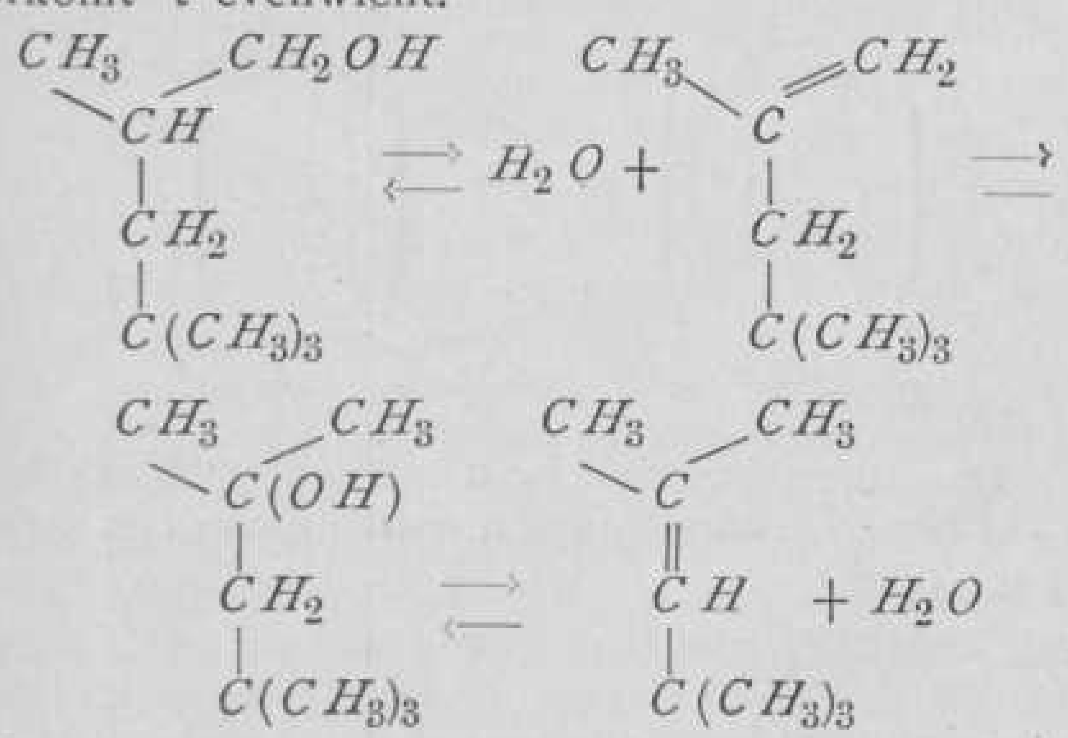
Hij trachtte dit in 1872 te verhelpen door zijn oscillatie theorie en hoewel tegenwoordig, door 't zoogen. driewaardige koolstof probleem, door velen 't vraagstuk als opgelost wordt beschouwd, zullen tal van anderen daar niet in toestemmen.

Voorzoover 't uitblijven van een *verwacht* isomerie geval een kenmerk is van tautomerie (Wislicenus. Samml. Chem. & Chem.-Tech. Vortz. (1898) II *Bd*), zouden de 2 o. gesubstitueerde benzolderivaten daaronder vallen.

In 1877 publiceerde Butlerow [2]) een onderzoeking over de isodibutyleenen en komt daarin tot 't besluit dat in de zwavelzuur houdende oplossing van

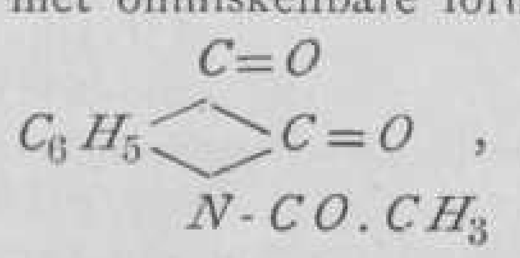


voorkomt 't evenwicht.

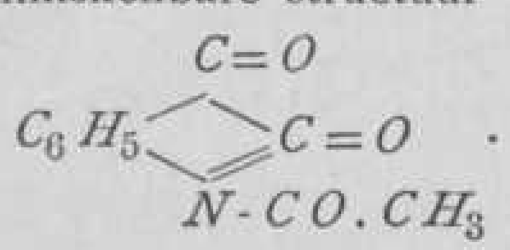


Hij ziet direct de mogelijkheid in dat andere stoffen, ook *zonder* H_2SO_4, zoo'n evenwicht vormen en veronderstelt dit bij cyaan- en cyaanwaterstof-zuur, waarna hij de onnoodigheid en onmogelijkheid van de constitutie bepaling voor dergelijke stoffen bepleit, naast de begrijpelijkheid van het optreden van secundaire reactie producten.

A. van Bayer & Oekonomides [3]) vonden 't dubbelzinnig gedrag van isatin $C_8H_5O_2N$, dat een acetyl derivaat leverde met onmiskenbare formule



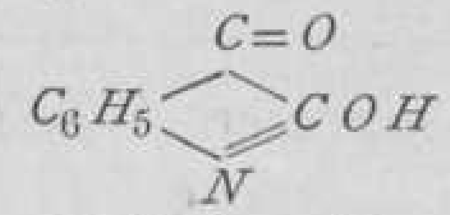
terwijl 't zilverzout met Joodmethyl een methyl aether gaf met even onmiskenbare structuur



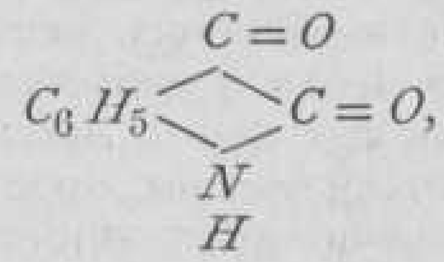
1) *T* 67, 746 (1895).
2) Ann. *189*, 44—83 (voornl. 77) (1877).
3) Ber. *15* 2093 (1882) *16* 2193 (1883).

Verving men de substitueerende groepen weer door *H* zoo ontstonden niet *2* stoffen, maar steeds *isatine*.

V. Baeyer ontwikkelde hieraan zijn theorie van de „pseudovormen"; hij nam voor isatine de formule



aan, *lactim*, dat zich bij bepaalde reactie's in de lactaamvorm



die echter *niet* isoleerbare was door onbestendigheid, zou omleggen. De onbestendige vorm noemde hij de pseudovorm.

Een andere opvatting gaf Laar [1]). Naast zijn indeeling der tautomerie gevallen in dyaden en *6* triaden, nam hij n.l. aan dat het *H* atoom, dat meest tautomerie veroorzaakte, trillingen zou uitvoeren tusschen de twee eindstanden, uitgedrukt door de twee formules volgens welke de stof reageert. C. Laar bleef over de detailleering van de trilling duister; aan de eene kant stelt hij zijn theorie *naast* die van Butlerow, die zich 't evenwicht niet intra- doch intermuleculair denkt, aan de andere kant spreekt hij van trillingen zooals Maxwell & Wiedemann die voor de spectraal verschijnselen gebruikten.[2])

Daar de verschijnselen per slot neerkwamen op een bindingswisseling stelde Jacobson [3]) de naam *desmotropie* voor. Hantzsch en Hermann [4]) willen de twee mogelijkheden beide laten gelden en naast de tautomerie in den zin van Laar, wanneer onder omstandigheden *1* der vormen labiel wordt de term desmotropie gebruiken. Michael huldigde oorspronkelijk de opvatting, dat dubbelzinnig reageerende stoffen *een* bepaalde constitutie hadden en de substituent, bij de reactie, door zijn speciale affiniteit, op een andere plaats kwam dan de gesubstitueerde waterstof. Later nam hij, waarschijnlijk door de feiten er toe gedwongen, ook tautomerie aan en noemde „'t geheel andere, er vooral niet mee te verwarren verschijnsel, dat de stabiele verbinding, die anders geconstitueerde substitutieproducten gaf, „Merotropie". [5]) Zoo nam hij voor acetazijnester de ketonvorm aan, wat ook uit zijn theorie [6]) volgen zou, ongelukkig bleek later acetazijn ester 8 % enol te bevatten. Merotropie is wel mogelijk maar lastig te constateeren.

Gaan we het mechanisme na van deze gedragingen, dan stuiten we, zooals boven reeds bleek, op tal van opvattingen. Butlerow wilde in 1872 reeds een met de temperatuur verschuivend, dynamisch evenwicht, voor zijn geval tot stand komend door waterafsplitsing en opname op andere manier; de aanwezigheid van de K. W. gaf daar ook wel aanleiding toe; of hij, wanneer alleen de alcoholen aanwezig waren, ook tot die waterafsplitsing had besloten? Er zijn tegenwoordig tal van aanhangers van die afsplitsingstheorie, o.a. Lowry, [7]) welke bovendien de voorwaarde er nog bij aanneemt,

1) Ber. *18*, 648 (1885); *19*, 730 ('86).
2) Ber *19*, 730.
3) Ber *20*, 1732 en *21*, 2628.
4) Ber *20*, 2802.
5) Ann. *363* *20* (1908).
6) Ann. 363 blz. 33 en 43 Ber *41*, 1081, (1908).
7) T 75, 219 (1899).

dat *steeds* een 3⁰ agens, een katalysator, aanwezig *moet* zijn om 't evenwicht te doen instellen.

Behalve de bovengenoemde eigen onderzoekingen steunt Lowry daarbij op de onderzoekingen van Armstrong en Dixon,[1]) Baker[2]) enz., over de verbranding van CO, P, zoowel als de vereeniging van H_2 met Cl_2 of O_2, of de dissociatie, zoowel als vereeniging, i/d omkeerb. reactie: $NH_4Cl \rightleftarrows NH_3 + HCl$.

Ook Michael uit zijn twijfel over 't feit, of er wel tusschen absoluut zuivere stoffen reactie mogelijk is.[3])

We zijn hier op een lastig vraagstuk gekomen, waar controle vooreerst wel niet mogelijk zal zijn. Zeker is 't, dat, ook bij tautomerie gevallen, minimale sporen van derde stoffen een onbegrijpelijke invloed op de reactiesnelheid kunnen hebben. Lowry ziet in de noodzakelijkheid van een katalysator het bewijs, dat van Laar's theorie der *intra*moleculaire trilling van het H atoom onjuist is, daar zij wijst op een *inter*moleculaire kringloop, in de trant[4])

$$\begin{array}{ccccccccc} R.C.H & & \overset{-}{Br} & \overset{+}{H} & \overset{-}{Br} & & R.C.HBr & & \overset{+}{H}\ \overset{-}{Br} \\ \| & + & | & | & | & \longrightarrow & | & + & |\quad | \\ R.C.H & & \underset{+}{H} & \underset{-}{Br} & \underset{+}{H} & & R.CHH & & \underset{-}{Br}\ \underset{+}{H} \end{array}$$

Conrad Laar wil dus intramoleculaire trillingen, ten minste in gastoestand, in de vloeibare of vaste toestand, door de voortdurende hindering, wellicht min of meer onregelmatige bewegingen. Bij HCN stelt hij zich dit bijv. voor door rotatatie van het H atoom om het zwaartepunt van CN. Over de snelheid van de beweging laat Laar zich niet uit; ik krijg echter den indruk dat hij vrij snelle trillingen aanneemt. Nemen wij nu nog de aanname van Baeyer erbij, die de stof eerst vlak voor 't reageeren in de pseudovorm denkt omgezet, zoo neemt Butlerow dus in een tautomeere stof aan, een mengsel van 2 stoffen, Laar één stof, die ieder oogenblik kan reageeren, in zijn geheel, als *2* verschillende stoffen, v. Baeyer *een* stof, die direct volgens een formule, langzamer volgens een tweede kan reageeren.

Michael[5]) neemt bij zijn merotropie aan, dat de stoffen volgens 't streven naar maximum entropie zullen reageeren bijv.

$$\begin{array}{ccc} H \div C - N & & \\ \updownarrow \qquad\quad \updownarrow & \longrightarrow & H_2O + NaNC \\ HO \,\vdots\, Na & & \end{array} \quad \text{of}$$

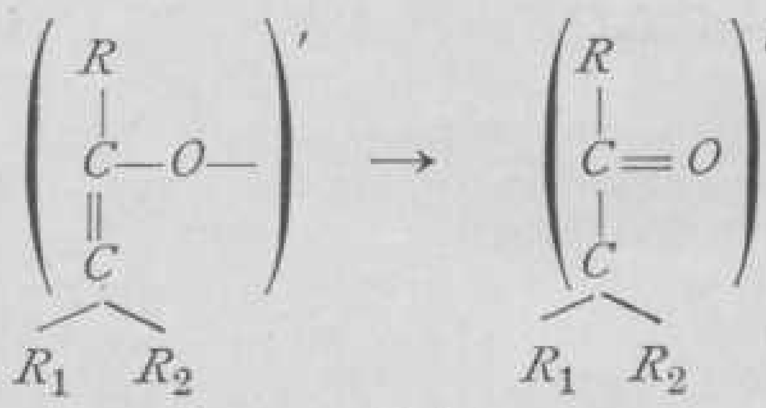
$$\begin{array}{ccc} H \div C - N & & \\ \updownarrow \qquad \updownarrow & & \\ O \div Hg & \longrightarrow & H_2O + Hg(CN)_2 \\ \updownarrow \qquad \updownarrow & & \\ H \div C - N & & \end{array}$$

In 1904 kwam Dimroth[6]) met een nieuwe opvatting. Hij mat de snelheid, waarmee twee tautomeren in elkaar overgaan door bepaling van 't evenwicht en de snelheid van instelling daarvan. Hij vond nu zeer verschillende snelheden en meende deze te moeten verklaren, door aantenemen, dat het waterstofatoom trillingen uitvoerde in de zin van Laar, doch niet zoo, dat de binding met 't eene atoom uitgewisseld werd tegen die met 't andere, *dat* zou eerst gebeuren bij *overschrijden* van een zekere amplitudo (n.l. de gemiddelde-). Waardoor die gemiddelde amplitudo overschreden wordt, daarover laat Dimroth zich niet uit. Met Stark[1]) o.a.) lijkt mij 't waarschijnlijkste, dat dit zijn oorzaak vind in de warmte beweging der moleculen en hun daardoor veroorzaakte onderlinge botsingen.

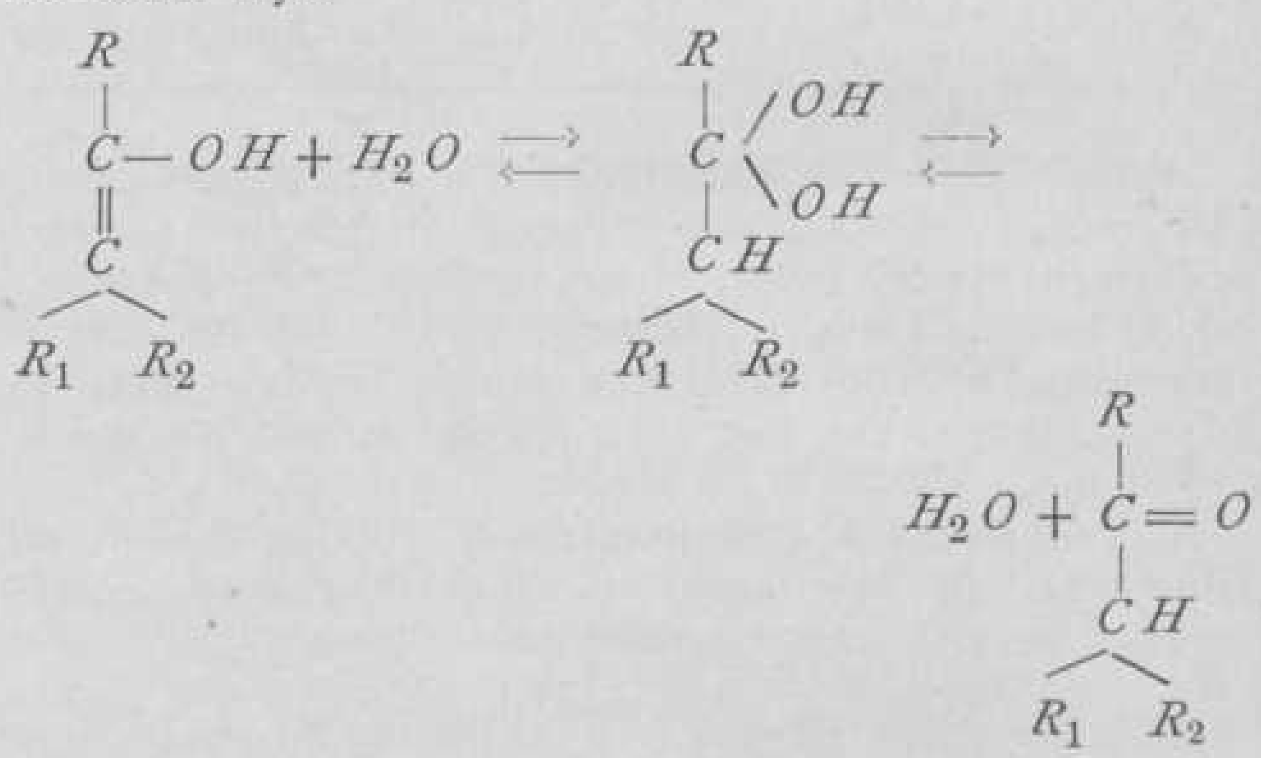
Geheel volgelingen van Laar betoonden zich in dat zelfde jaar Baly & Desch,[2]) welke bij hun onderzoek van de absorptie spectra's van aehtoxycroton zureester, de vastgelegde enolvorm, van de acetazijnester, de ketonvorm, en 't Na zout der ester, bij de *laatste* een selectieve absorptie opmerkten, die zij meenden te moeten wijten aan de tautomere *overgang*, en wel niet trillingen van het metaal*atoom*, maar van de *bindingen* zij gaven hieraan de naam van „isorrhopesis". Ook Hantzsch veronderstelt zoo iets dergelijks; bij de physische bepalings methoden wordt hier nog op teruggekomen. K. Meijer[3]) berekende de omzettingssnelheid op de methode Dimroth en vond voor de acetylazijnester een meetbare waarde, waarbij dus de isorrhopesis weerlegd is, of op zijn hoogst in *aanleg* kan bestaan.

Op het oogenblik zijn dus maar twee opvattingen houdbaar.

1⁰. Het *evenwicht* wordt bereikt door *intra*molec omzetting hieronder vallen ook de theoriën, die die omlegging alleen in de anionen willen aannemen



2⁰. De omzetting vereischt een op verschillende wijze verloopende afsplitsing en opname van een d e r d e molecuul bijv.



Als bewijs *voor*, zoowel als *tegen* de tweede opvatting worden gaarne aangehaald de onderzoekingen omtrent 't zoo simpel lijkende geval van overgang van isobutyl- $\rightleftarrows$ tert.-bromide. Zij zijn reeds begonnen door Eltekow in 1872 herhaald door Aronstein 1882, Konowalow 1884, V. Meyer & Pond 1885 en in de laatste tijd door Faworsky,[4]) Michael & Leupold,[5]) Brunel,[6])

1) Phil. T. 1884.
2) T *65*, 611-'23, (1894).
3) Ber *33*, 3735, (1900).
4) Brit. Assoc. Report 1904, 193-324.
5) Journ. F. pract. Ch. *68* 487-320. (1903).
6) Ann. *335* 18 (1904).

1) Prinz. d. Atoomdyn.
2) *T 85* 1029 (1904).
3) Ann. 380, 212—'42 (1910).
4) Ann. *354*, 333, (1907).
5) Ann. *379*, 264, (1910).
6) Ann. 384, 245, (1911).

Michael & Zeidler,[1] Michael — Scharf — Voigt.[2] De resultaten zijn echter zoo tegenstrijdig (reeds op te maken uit 't aantal publicatie's), de conclusie's dikwijls zoo ongemotiveerd,[3] dat mijnsinziens de gevoltrekkingen nog opgeschorst dienen te worden.

Perslot worden we wel gedwongen tot 't resultaat, dat er tusschen al de bovengenoemde isomere omleggingen geen *wezenlijk* verschil te *constateeren* valt. Wezenlijk verschil zit toch niet in 't feit *welke* atoomgroep zich verplaatst, of de *hoeveelheid* katalysator, die voor de omlegging noodig is en 60 °/₀ H_2SO_4 bedraagt bij de isodibutyleen omlegging van Butlerow, $N/1000$ alkalie bij de overgang van α in α' chloorkamfer of $N/10.000.000$ voor die van nitrokamfer. Wezenlijk verschil zit toch ook niet in de *snelheid*, waarmee de isomeeren in elkaar overgaan en waarmee Dimroth de verschillende gevallen wil verklaren. Hij merkt toch terecht op, dat, die omzettingssnelheden ongeveer gelijk en middelmatig groot aannemend, men komt tot 't gewone evenwicht (dynamisch) wordt een van de snelheden zeer groot, of zeer klein, dan treedt pseudomerie op. Worden zij beiden zeer *groot*, dan zouden we de tautomerie in de zin van Laar krijgen en waartoe (mits men de *bindingen* als bewegelijk aanneemt) benzol en misschien ook glutakonzuur[4]) behoort. En zeer kleine snelheden zouden de gewone isomerie veroorzaken.[5]) Het beste lijkt mij dus 't totaal van verschijnselen als „dynamische isomerie" te betitelen.

Een andere vraag, die we ons kunnen stellen, is: „waarom" stelt zich een *evenwicht* in, n.l. *wat* is er in evenwicht. De thermodynamika leert ons, dat er evenwicht bereikt is, als de entropie een maximum bereikt heeft; wij kunnen nu begrijpen dat dit bij een *mengsel* van de isomeren kan liggen, terwijl toch de eene isomeer meer energie bevat dan de andere, daar er bij die menging oploswarmte in 't spel komt, die de vrije energie kan verlagen. Een *verklaring* is dit echter niet, daartoe moeten we weten welke *krachten* het stelsel naar 't evenwicht drijven.

Als Michael in zijn stukken dan ook beweert, dat 't evenwicht bij de butylbromide zich *alleen* door de entropie instelt, krijg ik zoo 't idee, dat hij dit niet begrijpt, anders had hij toch wel een aanduiding kunnen geven, welke krachten daarbij in 't spel konden zijn.

Om die *krachten* te leeren kennen, grijpen we meest naar de „kinetika". Deze leert nu, dat er evenwicht is als er *gelijke* hoeveelheden van de isomeeren in *elkaar* omgezet worden. Dan wordt 't evenwicht dus bepaald door die wederzijdsche omzettingssnelheden: $\frac{K_A}{K_B} = \frac{C_B}{C_A}$ waarbij C_A & C_B de concentratie van A & B in het evenwichtsmengsel $A \rightleftarrows B$ aangeven, K_A & K_B dat deel van iedere isomeer, dat zich, bij *gelijk* blijvende concentratie, per tijdseenheid in de andere vorm omlegt. Meten wij de snelheid van instelling, dan vinden we

$$K_A + K_B = \frac{1}{t_2 - t_1} \, ln \, \frac{\xi_A - x_A}{\xi_B - x_B}$$

ξ_A & ξ_B de hoeveelheden van A en B in 't evenwicht, x_A & x_B de in de tijd $t_2 - t_1$ in de isomeer omgezette hoeveelheid.

Van die laatste vergelijking kunnen wij er twee krijgen, daar 't evenwicht van *2* kanten te bereiken is. In 't geval nu 't evenwicht *niet* dynamisch is kloppen echter de K_A & K_B, uit de eerste vergelijking en elk der tweede berekend, *niet*. Dit nu meende Michael gevonden te hebben. Zijn besluit lijkt mij daarom voorbarig, omdat de reactie zooals boven bleek zooveel „haken en oogen" heeft. Gaan wij de reactie na en beschouwen we *1* molecuul (geen dissociatie aannemend, zooals Michael *ook* doet), dan is er in dit molecuul evenwicht en de bewegingen, die er in voorkomen, zijn *geordend*, daar alle atomen aan hun plaats gebonden zijn. Omzetting zou op zijn hoogst kunnen voorkomen, doordat een periodiciteit in de beweging, om een bepaalde tijd, een andere stand stabieler deed worden, doch deze mogelijkheid kan veilig buiten beschouwing blijven. Eerst wanneer we meer moleculen bij elkaar brengen, worden de bewegingen in het molecuul *ongeordender*, door botsingen veroorzaakt door de *warmte* beweging der moleculen. Is 't molecuul nu *in*stabiel, zoo kan door een krachtige en gunstige botsing het molecuul in een stabieleren stand overgaan. Verschilt de energie-inhoud (dus stabiliteit) van deze nieuwe atoomcombinatie niet erg veel van de oorspronkelijke, zoo kan door een andere gunstige botsing deze eerste vorm weer teruggevormd (onder-energieverbruik dus). In dit geval kan er dus een *evenwicht* van de twee vormen optreden. De omlegging is een waarschijnlijkheidskwestie geworden en hierin zien we het entropiebegrip weer terug.[1])

In zijn stuk in Ann. *393*, 88—111 zegt Michael, dat hij *bedoeld* heeft, dat 't evenwicht ten opzichte van de chemische reactieviteit schijnbaar statisch is, terwijl 't dan mogelijk is, dat 't ten opzichte van de energieverhoudingen dynamisch is. *Wat* hij hier bedoelt is mij niet duidelijk.

(Wordt vervolgd).

1) Ann. 393, 81, (1912).
2) Journ. Ann. Chem. Soc. *38*, 653, (1916).
3) Zoo zegt Michael dat toch zeker 't tertiair bromide veel energie armer is dan 't isobutyl bromide, terwijl hij zelf vindt, dat 't evenwicht tusschen 100—280° niet verschuift.
4) Zie over 't glutakonzuurvraagstuk bij Verkade in Versl. Kon. Akad. 1915 en later.
5) Terwen, Z. f. phys Chem. *91*, 443 (1916).

1) Het vraagstuk is eigenlijk nog wel wat ingewikkelder. Het inzicht loont de moeite wel om eens na te gaan wat precies met de verschillende reactie formules bedoeld wordt en hoe die reacties zijn op te vatten.

Naar aanleiding der stellingen van Castigliano, Maxwell en Betti,

door H. J. OOSTERBEEK Jr.

Genoemde stellingen zijn wel niet identiek, doch zoo nauw verwant dat ze voortvloeien uit een en hetzelfde betoog. En dit betoog berust weer op de aanname van Clapeyron dat bij de geleidelijk tot standkomende elastische vervormingen onzer constructies elk punt een recht lijntje beschrijft. Weliswaar moet aan zekere voorwaarden voldaan zijn opdat het betoog zijn geldigheid bezitte, doch in de meeste gevallen zijn die voorwaarden, practisch gesproken, aanwezig; of worden geacht aanwezig te zijn.

Een eerste eisch is dat het constructiemateriaal volkomen isotroop en elastisch is; en dat de elastische eigenschappen constant zijn en geen functie van de vervorming, noch van de temperatuur, noch van den tijd. Nu voldoet b.v. het gewone constructiestaal tamelijk goed aan dezen hoofdeisch, binnen de grenzen van niet te groote temperatuurverschillen; en ook heeft de tijd geen merkbaren invloed op de elastische en vastheideigenschappen, zooals de ondervinding heeft geleerd. Maar volkomen elastisch is het niet, omdat er geen volkomen elastische bouwstoffen bestaan. Blijven we echter met de spanningstoestanden binnen zekere grenzen, die ook alweer door de ervaring zijn vastgesteld, dan mogen we het materiaal als volkomen elastisch beschouwen, omdat de overige onnauwkeurigheden in onze berekeningen een veel grooteren invloed hebben op de berekeningsresultaten dan de kleine onvolmaaktheden van het constructiestaal.

Geheel anders is het bij materialen als gietijzer en beton. Hier toch is het elastische gedrag, uitgedrukt door de wet van Hooke $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$, reeds veel spoediger veranderd dan bij het constructiestaal. Denken we ons den elasticiteitsmodulus E als een constante, dan is het verband tusschen de specifieke lengteverandering ε en de normaalspanning σ van den lijnspanningstoestand, geenszins meer lineair. Zelfs niet binnen de grenzen der practisch veelvuldig voorkomende spanningen. En bij beton is het zelfs zoo, dat de tijd een zeer grooten invloed oefent, omdat het jaren duurt voor het versteeningsproces als geeindigd beschouwd kan worden. De aannamen van Hooke en Clapeyron — en daarmede de stellingen van Castigliano en Maxwell — zijn voor zulke materialen dus slechts geldig binnen een tamelijk beperkt gebied. De berekeningsresultaten zijn bij deze materialen aangedaan met fouten die aanzienlijk grooter zijn dan wanneer dezelfde constructies van staal waren vervaardigd. Zoo maakt het bij beton reeds een groot verschil of de binding en verharding aan de lucht geschiedt of onder water; in het eerste geval treedt krimpen op, in het tweede geval ontstaat uitzetting. Brengen we in het beton een ijzeren wapening aan, dan ontstaat een bouwmateriaal waarvan de eigenschappen zeer uiteenloopend en veranderlijk kunnen zijn, mede door de optredende initiaalspanningen tijdens de verharding.

Ofschoon men — ook al weer op grond der ervaring — constructies van beton en gewapend beton berekent met als grondslagen de wetten van Hooke, Clapeyron, Castigliano en Maxwell — inplaats van Hooke eventueel de exponentiëele wet van Bach—Schüle — zal men men niet mogen beweren dat de rekenresultaten ook maar bij benadering overal aangeven het verloop der optredende spanningen. Vooral niet bij eenigszins ingewikkelde constructies, zooals die in de praktijk veelvuldig voorkomen. En vooral niet omdat de wijze van vervaardiging bij deze constructies zoo'n groote rol kan spelen.

Beschouwen we metselwerk, dan doen zich soortgelijke bezwaren gevoelen. Een en ander is oorzaak dat b.v. de berekeningen van kolommen, balken, vloeren, gewelven en bogen van beton, metselwerk of gewapend beton, een ruwer karakter mogen dragen dan bij uitvoering van draagconstructies in staal. Doch dat juist bij de uitvoering meer gelet moet worden op schadelijk werkende factoren. Het ligt niet in de bedoeling van dit artikel dieper in te gaan op al deze voorwaarden en eigenaardigheden. Doch wel om vooraf te wijzen op het feit dat in de practijk die voorwaarden in werkelijkheid dikwijls slechts bij benadering aanwezig kunnen zijn, al rekent men ook dat er aan voldaan wordt. En dat men niet moet trachten de gebruikelijke rekenwijzen te vervangen door meer gecompliceerde, omdat ook deze slechts kunnen berusten op toevallig min of meer geslaagde gissingen. Inplaats van ingewikkelde rekenwijzen te bedenken schijnt het beter veel proeven te nemen op constructies die de werkelijkheid in alle opzichten zoo goed mogelijk benaderen. En uit de verkregen resultaten eenvoudig gebouwde en handige formules af te leiden. Trouwens, tot deze opvatting is men vanzelf gedwongen. En wie met objectieven blik de quasi wetenschappelijke berekening van b.v. gewapend beton vergelijkt met de timmermansregeltjes van vroegere geslachten ontdekt al heel weinig verschil: het is min of meer langdurige ondervinding, samengeperst in een formuletje.

De beteekenis der z.g. toegepaste mechanica en de groote omvang van dit leervak zijn een direct gevolg van de enorme verbeteringen in de ijzer- en staalfabricage gedurende de laatste eeuw. Want juist deze materialen bezitten in hooge mate de denkbeeldige eenvoudige eigenschappen, welke de wetenschap zoo gaarne ten grondslag legt aan hare bespiegelingen. Naast het ijzer en staal kwam in de laatste halve eeuw het Portlandcement zijn rol als bouwmateriaal opeischen, vooral sedert de uitvinding van het met ijzer gewapende beton. En tegelijkertijd ontwikkelde zich een min of meer afzonderlijke tak der toegepaste mechanica, de berekening der gewapend beton constructies.

Had men reeds geleerd — en gewoonlijk kon men in dit opzicht slagen — statisch onbepaalde ijzerconstructies zooveel mogelijk te vermijden, bij de betonconstructies bleek zulks juist vrijwel ondoenlijk.

Ofschoon de aard van het betonmateriaal dus niet in overeenstemming is met een groot deel der theoretische onderstellingen, hebben juist voor de betonconstructies de hoogere berekeningen der toegepaste mechanica aan practische beteekenis gewonnen. De bruikbaarheid dier rekenwijzen — eenigszins gewijzigd op grond der ondervinding — wordt door veel uitgevoerde werken bevestigd. Doch ook is het aantal voorbeelden niet gering waarbij gebreken zijn opgetreden, die men niet had voorzien, en die waarschijnlijk een gevolg zijn van een te groot vertrouwen in de juistheid der theorie of veroorzaakt werden door een minder nauwgezette of minder oordeelkundige uitvoering.

Hoe het ook zij, vast staat dat de berekeningsgrondslagen van statisch onbepaalde constructies steeds om meer aandacht vragen. En dienovereenkomstig zal hier getracht worden ze nogeens op samenhangende wijze af te leiden.

Een onbelaste, volkomen elastische, constructie wordt stabiel ondersteund of bevestigd; hetzij statisch bepaald of onbepaald. In punten en doorsneden, die we nummeren met 1, 2, 3 . . . n, komen krachten en momenten lineair tot ontwikkeling. De krachten $P_1\ P_2 \ldots P_n$ en de momenten $M_1\ M_2 \ldots M_n$ zijn onderling onafhankelijk. De volgorde waarin ze tot ontwikkeling komen, is geheel onverschillig; ze kunnen elk afzonderlijk, ook groepsgewijze en ook alle tegelijk hun eindwaarde bereiken, aangezien ondersteld wordt dat de eindwaarde der vervorming, welke de constructie ondergaat, hierdoor niet wordt beïnvloed.

De aangrijpingspunten der krachten en de armen der momenten ondergaan elastische verplaatsingen, respectievelijk draaiïngen. Die verplaatsingen en draaiïngen zijn positief als ze vallen volgens den zin van kracht of moment; negatief als het omgekeerde het geval is; ook kunnen ze — ofschoon niet alle — nul zijn.

Elke kracht en elk moment verricht een arbeid, die bij het gelijktijdig ontwikkelen van ΣP en ΣM, kan worden voorgesteld door de oppervlakte van een driehoekig arbeidsdiagram, waarin de verplaatsing of draaiing als abscis, de kracht of het moment als ordinaat is uitgezet. De verklaring hiervan schuilt in de lineaire wetten van Hooke Clapeyron, gewoonlijk gezamenlijk aangeduid als het beginsel der superpositie van spanningen en vormveranderingen. Ofschoon theoretisch slechts geldig voor oneindig kleine spanningen en vormveranderingen, wordt dit beginsel ook toegepast als deze grootheden betrekkelijk klein blijven; en geeft het ook dan alleszins betrouwbare resultaten, mits de constructie stabiel is ondersteund en het z.g. uitzonderingsgeval zich niet voordoet.

Wat betreft de bevestigingen en ondersteuningen, deze moeten onwrikbaar zijn en tengevolge van de stelsels ΣP en ΣM niet van aard veranderen; men denke zich de constructie met hare bevestigingen als te bestaan in een absolute ruimte, ongevoelig voor physische en andere invloeden, ongevoelig voor den tijd.

De stelsels ΣP en ΣM verrichten arbeid, dien we ons geheel denken opgenomen in de constructie, als z.g. vormveranderingsarbeid $\mathfrak{A}$.

De verplaatsing van het aangrijpingspunt eener kracht, haaks geprojecteerd op de werklijn dier kracht, noemen we δ; de draaiïng van den arm van een moment duiden we aan met φ; δ en φ zijn positief als ze vallen volgens den zin van kracht of moment.

Op grond van het beginsel van superpositie (Hooke, Clapeyron) hebben we dan blijkbaar het zeer eenvoudige verband:

$$\mathfrak{A} = \tfrac{1}{2}\Sigma P\delta + \tfrac{1}{2}\Sigma M\varphi. \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Elke δ en elke φ is een lineaire functie van alle krachten en van alle momenten; in dien zin dat bijv.:

$$\delta_1 = (P\delta_{11} + \ldots. + P_n\delta_{1n}) + (M_1\delta_{11}' \ldots. + M_n\delta_{1n}').$$
$$\varphi_1 = (M_1\varphi_{11} + \ldots + M_n\varphi_{1n}) + (P_1\varphi_{11}' \ldots + P_n\varphi_{1n}').$$

De z.g. invloedsgrootheden zijn als volgt te lezen:

δ_{mn} = de door haaksche projectie verkregen verplaatsing van het punt m t/g van een eenheidskracht in het punt n, volgens de werklijn van de kracht die in m staat.

δ_{mn}' = idem t/g van een eenheidsmoment in n.

φ_{mn} = de draaiïng van den momentarm m t/g van een eenheidsmoment in n, om de as van het moment in m.

φ_{mn}' = idem t/g van een eenheidskracht in n.

Letwel: de verplaatsingen door een moment en de draaiïngen door een kracht worden met een accent aangeduid.

Verplaatsingscomponenten of draaiïngscomponenten haaksch op de werklijn eener kracht, respectievelijk om een as die haaks staat op de as van een moment, spelen geen enkele rol;

de grootheden δ en φ en de invloedsgrootheden zijn uitdrukkelijk gebonden aan deze afspraak.

Door partieele differentiatie van 1) vinden we dadelijk de *stellingen van Castigliano*, (zooals verderop zal worden aangetoond door redeneering).

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial P_1} = \delta_1; \quad \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial M_1} = \varphi_1.$$

Of, in meer algemeene schrijfwijze:

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial P_n} = \delta_n; \quad \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial M_n} = \varphi_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

De vergelijkingen 2) zeggen:

„De verplaatsing van het aangrijpingspunt eener kracht in de richting en volgens den zin dier kracht, is gelijk aan de partieele afgeleide van $\mathfrak{A}$ naar die kracht".

„De draaiing van de doorsnede waarop een moment werkt — meer in het algemeen de draaiïng van een momentarm — in den zin van dat moment, is gelijk aan de partieele afgeleide van $\mathfrak{A}$ naar dat moment".

Kennen we van meet af alle krachten en momenten, dan kunnen we dus de verplaatsingen en draaiïngen berekenen. Omgekeerd, als we van meet af die verplaatsingen of draaiïngen kennen, kunnen we nog onbekende krachten of momenten vinden. Het eerste komt o.a. ook voor bij statisch bepaalde constructies, het laatste bij statisch onbepaalde.

Een voortgezette differentiatie geeft:

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{A}}{\partial P_1^2} = \frac{\partial \delta_1}{\partial P_1} = \delta_{11}\,; \quad \frac{\partial^2 \mathfrak{A}}{\partial M_1^2} = \frac{\partial \varphi_1}{\partial M_1} = \varphi_{11}$$

Of, in meer algemeene schrijfwijze:

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{A}}{\partial P_n^2} = \frac{\partial \delta_n}{\partial P_n} = \delta_{nn}\,; \quad \frac{\partial^2 \mathfrak{A}}{\partial M_1^2} = \frac{\partial \varphi_n}{\partial M_n} = \varphi_{nn} \ldots . \; 3)$$

De tweede partieele afgeleiden, genomen telkens naar dezelfde onafhankelijk veranderlijke, hetzij naar P hetzij naar M, leveren dus invloedsgrootheden. Dit is de beteekenis van 3). En meer in 't bijzonder z.g. „invloedsgrootheden van de 1e soort"; welke benaming we kiezen als beide voetaanwijzers gelijk zijn. Zijn beide aanwijzers ongelijk, dan zullen we de invloedsgrootheden noemen van de 2e soort, of te wel „wederzijdsche invloedsgrootheden".

Als van meet af bekend is dat voor een bepaalde kracht P_n of voor een bepaald moment M_n geldt:

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial P_n} = 0 \quad \text{of} \quad \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial M_n} = 0$$

dan volgt hieruit dat de arbeid $\mathfrak{A}$ „voor zoover deze afhangt van de onafhankelijk veranderlijken P_n en M_n," beschouwd kan worden als een maximum, minimum of inflexie waarde.

Aangezien echter $\dfrac{\partial^2 \mathfrak{A}}{\partial P_n^2} = \delta_{nn}$ en $\dfrac{\partial^2 \mathfrak{A}}{\partial M_n^2} = \varphi_{nn}$ uiteraard positief zijn, — omdat P_n of M_n, wanneer ze elk alleen werken, ongetwijfeld vervorming te weeg brengen, dus positieven arbeid verrichten, — zal er alleen sprake kunnen zijn van een minimumwaarde voor $\mathfrak{A}$.

Dit is de z.g. wet van den minimum vormveranderingsarbeid. Let wel dat $\mathfrak{A}$ afhangt van een groot aantal onafhankelijken, elk van den vorm P of van den vorm M. En dat er alleen sprake is van een minimum, voor zoover er krachten P zijn welker aangrijpingspunten zich niet verplaatsen volgens de werklijn dier krachten; òf voor zoover het momenten M betreft welker armen niet draaien. Men kan de juistheid der vergelijkingen 2), d.w.z. de stellingen van Castigliano, direct inzien met behulp van de volgende redeneering.

Stel we plaatsen op de constructie $\sum_1^n P$ en $\sum_1^n M$, waardoor een arbeid $\mathfrak{A}$ in de contructie wordt opgehoopt. Nu nemen we alle belastingen weer weg en zetten alleen een oneindig kleine kracht dP_n erop; deze verricht blijkbaar een arbeid die oneindig klein van de 2e orde is en verder buiten beschouwing blijft. Vervolgens zetten we, behalve dat krachtje dP_n, op de constructie weer de oorspronkelijke $\sum\limits_{1}^{n} P$ en $\sum\limits_{1}^{n} M$. De arbeid is nu $\mathfrak{A} + d\mathfrak{A}$.

En hierin is $d\mathfrak{A}$ blijkbaar gelijk aan $dP_n \,.\, \delta_n$; waaruit volgt dat $\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial P_n} = \delta_n$. Evenzoo bewijst men dat $\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial M_n} = \varphi_n$ moet zijn.

Hierboven hebben we $\mathfrak{A}$ tweemaal partieel gedifferentieerd naar dezelfde onafhankelijk veranderlijken, waarbij we invloedsgrootheden van de 1e soort vonden.

We kunnen echter even goed gemengde differentiaalquotienten vormen; het zal dan blijken dat we „wederzijdsche invloedgrootheden" vinden, m.a.w. dat we komen tot de *stellingen van Maxwell.*

Terwille van de overzichtelijkheid zullen we werken met de aanwijzers 1 en 2; deze kan men uiteraard vervangen door de meer algemeene m en n, indien zulks wenschelijk mocht schijnen.

$$\mathfrak{A} = \frac{1}{2}\,\Sigma P\delta + \frac{1}{2}\,\Sigma M\varphi \qquad 1)$$

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial P_1} = \frac{1}{2}\,\delta_1 + \frac{1}{2}\,\Sigma P \frac{\partial \delta}{\partial P_1} + \frac{1}{2}\,\Sigma M \frac{\partial \varphi}{\partial P_1} \equiv \delta_1 \qquad 2)$$

Merk op dat $\frac{\partial \delta}{\partial P_1}$ en $\frac{\partial \varphi}{\partial P_1}$ invloedsgrootheden zijn, dus constructieconstanten.

$$\frac{\partial_2 \mathfrak{A}}{\partial P_1\,\partial P_2} = \frac{1}{2}\frac{\partial \delta_1}{\partial P_2} + \frac{1}{2}\,\Sigma \frac{\partial P}{\partial P_2}\frac{\partial \delta}{\delta P_1} = \frac{1}{2}\,\delta_{12} + \frac{1}{2}\,\delta_{21} \equiv \frac{\partial \delta_1}{\partial P_2} = \delta_{12}$$

waaruit we lezen dat $\delta_{21} = \delta_{12}$. 4)

Dit is de *eerste regel van Maxwell* over de wederkeerigheid der verplaatsingen tengevolge van krachten.

Geheel op dezelfde wijze hebben we:

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial M_1} = \frac{1}{2}\,\varphi_1 + \frac{1}{2}\,\Sigma P \frac{\partial \delta}{\partial M_1} + \frac{1}{2}\,\Sigma M \frac{\partial \varphi}{\partial M_1} \equiv \varphi_1 \qquad 2)$$

$$\frac{\partial_2 \mathfrak{A}}{\partial M_1\,\partial M_2} = \frac{1}{2}\frac{\partial \varphi_1}{\partial M_2} + \frac{1}{2}\,\Sigma \frac{\partial M}{\partial M_2}\frac{\partial \varphi}{\partial M_1} = \frac{1}{2}\,\varphi_{12} + \frac{1}{2}\,\varphi_{21} \equiv \frac{\partial \varphi_1}{\partial M_2} = \varphi_{12}.$$

En hier staat $\varphi_{21} = \varphi_{12}$. 4')

Dit is de *tweede regel vvn Maxwell* over de wederkeerigheid der draaiingen tengevolge van momenten.

Ten slotte kunnen we opschrijven:

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial P_1} = \frac{1}{2}\,\delta_1 + \frac{1}{2}\,\Sigma P \frac{\partial \delta}{\partial P_1} + \frac{1}{2}\,\Sigma M \frac{\partial \varphi}{\partial P_1} \equiv \delta_1 \qquad 2)$$

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{A}}{\partial P_1\,\partial M_2} = \frac{1}{2}\frac{\partial \delta_1}{\partial M_2} + \frac{1}{2}\,\Sigma \frac{\partial M}{\partial M_2}\frac{\partial \varphi}{\partial P_1} = \frac{1}{2}\,\delta'_{12} + \frac{1}{2}\,\varphi'_{21} \equiv \frac{\partial \delta_1}{\partial M_2} = \delta'_{12}.$$

Waaruit volgt dat $\varphi'_{21} = \delta'_{12}$. 4'')

Dit is de *derde regel van Maxwell*, die uitspreekt de wederkeerigheid van draaiingen door krachten en van verplaatsingen door momenten.

Zeer dikwijls komt men tot die stellingen van Maxwell door uit te gaan van een bijzonder geval; d.w.z. door een constructie te onderstellen die men belast door ΣP en ΣM, doch waarbij telkens een andere volgorde wordt gekozen wat betreft de ontwikkeling van het belastingstelsel. Door dan telkens $\mathfrak{A}$ op te schrijven en de voor $\mathfrak{A}$ gevonden uitdrukkingen aan elkaar gelijk te stellen, vindt men eveneens de wederzijdsche invloedsgrootheden. Het bezwaar dezer methode is gelegen in haar omslachtigheid en in de willekeur wat betreft de gekozen ontwikkelingswijzen van het belastingstelsel.

Men kan de stellingen van Maxwell ook inzien met behulp van een eenvoudig denkproces. Men beschouwe de volkomen elastische constructie slechts als een stelsel hefboomen en passe hierop toe het beginsel van den virtueelen arbeid.

De geheele opzet van de zoo belangrijke stellingen van Castigliano en Maxwell berust op de aanname van lineair verloopende arbeidsdiagrammen en op de aanname dat de processen, welke men de constructie laat doorloopen, volkomen omkeerbaar zijn. (Hooke, Clapeyron).

De oogenschijnlijk zoo verrassende resultaten, welke door zeer eenvoudige differentiaties ontstaan zijn, zijn dan ook geheel een gevolg van het feit dat in 1) elke δ en elke φ een lineaire functie is van alle krachten en van alle momenten. Ook op andere gebieden vindt men soortgelijke fraaie en eenvoudige uitkomsten, als de te differentieeren functie de onafhankelijk veranderlijken slechts tot de 2e graad bevat.

Al waren, beschouwd van uit een zuiver wiskundig oogpunt, de stellingen van Castigliano en Maxwell ook buitengewoon eenvoudig te vinden — oorspronkelijk hadden ze een anderen vorm dan de hier medegedeelde— dit neemt niet weg dat het geniaal is geweest van de ontdekkers om tot de grondgedachten te komen.

Hierboven zagen we reeds wat de beteekenis is van het negatief of nul onderstellen van een invloedsgrootheid van de 1e soort, bijvoorbeeld δ_{11} of φ_{11}; het bleek dat een dergelijke onderstelling tot een ongerijmdheid voerde.

In tegenstelling hiermee is het zeer goed mogelijk dat een invloedsgrootheid van de 2e soort negatief of ook nul is. En het nul zijn heeft zelfs een zeer belangrijke beteekenis.

Als bijvoorbeeld $\delta_{mn} = \delta_{nm} = 0$, zegt ons dit dat een kracht in n het punt m niet verplaatst volgens de werklijn van de kracht die in m staat. En omgekeerd. Denken we ons b.v. het punt n als een punt waar een bekende belasting aangrijpt en het punt m als aangrijpingspunt eener onbekende reactiekracht, dan volgt uit het feit dat $\delta_{mn} = 0$ tevens dat de belastingkracht geen reactie opwekt. En hierin ligt weer een aanwijzing om te komen tot een geschikte keuze van statisch onbepaalden bij een meervoudig statisch onbepaalde constructie: men zal trachten ze zoo te kiezen dat de wederzijdsche invloedsgrootheden nul zijn, m.a.w. zoodanig dat de statisch onbepaalden elkaar niet induceeren. Gelukt een dergelijke keuze dan bevat elke vormveranderingsvergelijking blijkbaar slechts één onbekende.

Soortgelijke, ofschoon minder volmaakte, voordeelen ontstaan wanneer men er in slaagt voor de invloedsgrootheden van de 1e soort waarden te vinden, die groot zijn ten opzichte van die van de 2e soort.

Immers men nadert dan reeds min of meer het ideale geval dat die verhouding oneindig groot is, d.i. het geval hetwelk zoo juist werd besproken.

Bij het denken in deze richting wordt men vanzelf geleid naar een nieuw begrip, dat der „inwendige invloedsgrootheden." Men kan zich b.v. een geheele constructie als absoluut stijf voorstellen, met als uitzondering een enkel, willekeurig gekozen elastisch staafelement. En deze onderstelling kan men achtereenvolgens voor alle staafelementen, elk voor zich, opnieuw maken. Blijkbaar bestaat er nu een eenvoudig verband tusschen de verplaatsingen en draaiïngen van de aangrijpingspunten der krachten P en van de armen der momenten M eenerzijds, en de vervorming van dat enkele staafelement anderzijds. De verlenging, verschranking, draaiïng en wringing van dit element zijn elk voor zich, lineaire functies van alle krachten en van alle momenten. En omgekeerd is de verplaatsing van het aangrijpingspunt eener kracht P of de draaiïng van den arm van een moment M een lineaire functie van de verlengingen, verschrankingen, draaiïngen en wringingen van alle staafelementen gezamenlijk.

Inplaats van een staafelement kan men evengoed een volume-element denken van onbepaald kleine afmeting en hierop het beschreven beginsel toepassen; het volume-element komt dan in de beschouwing eenerzijds, en het overige deel van de constructie anderzijds.

Somtijds is het voordeelig voor de berekening als men van deze begrippen gebruik maakt. Andere voordeelen bereikt men door symmetrie en anti-symmetriebeschouwingen, zoowel wat betreft het belastingstelsel als wat den vorm der constructie aangaat.

Vatten we een en ander samen, de berekening van statisch onbepaalde constructies en die van statisch bepaalde, en zien we af van alle detailkwesties, dan blijkt ook in de toegepaste mechanica al onze kennis te berusten op het begrip „virtueele arbeid", en wordt men getroffen door het zeer nauwe verband tusschen de methoden der theoretische mechanica (d'Alembert, Lagrange) en die der toegepaste mechanica. In dynamisch onbepaalde vraagstukken vullen de leerwijzen dezer zusterwetenschappen elkaar geheel aan, doch bereikt het opstellen en oplossen der vergelijkingen zijn maximum van moeilijkheid. De technicus redt zich hieruit door het doen van aannamen die niet al te onwaarschijnlijk lijken; en het bedenken van een eenvoudige benaderingsberekening. Of hij vervaardigt modellen op kleinere schaal, hetgeen vooral doelmatig is, waar de massakrachten betrekkelijk ondergeschikt blijven en de structuur van het bouwmateriaal zeer fijn is ten opzichte van de lichamelijke afmetingen.

Deze laatste opmerking is van beteekenis bij het vervaardigen van modellen voor betonwerk, constructies van grofdradig hout e. d.

Wij keeren terug tot de stellingen van Castigliano, meer in 't bijzonder tot de wet van den minimum vormveranderingsarbeid.

Zoodra een constructie statisch onbepaald is, kan dit veroorzaakt zijn door een surplus aan reacties, doch ook kan de oorzaak schuilen in een overmaat van inwendigen samenhang. Het is om deze reden dat men spreekt van uitwendig- en inwendig statisch onbepaalde constructies. Bij een constructie die uitwendig statisch bepaald is, kan men uiteraard geen uitwendige grootheden als statisch onbepaalden kiezen. Is ze uitwendig statisch onbepaald dan kan dit wèl, doch is het dikwijls voordeeliger inwendige grootheden als statisch onbepaalden te nemen. Hiermede gaat dan gepaard het aanbrengen van z.g. sneden, waardoor telkens twee kopvlakken ontstaan. Op elk dier kopvlakken plaatst men de voorloopig onbekende spankrachten — normaalkracht N, dwarskracht D, buigend moment M, wringend moment $\mathfrak{M}$ — en stelt voor elk onderdeel dat door het aanbrengen der sneden is ontstaan de evenwichtsvergelijkingen op. Dientengevolge blijven slechts een deel der spankrachten over als statisch onbepaalden.

Laat K_0 zoo'n grootheid zijn. Dan zal men door het opschrijven van den arbeid in de verschillende onderdeelen, komen tot uitdrukkingen van den vorm $\mathfrak{A}_1\ \mathfrak{A}_2 \ldots$ enz. En zal bijvoorbeeld $\frac{\partial \mathfrak{A}_1}{\partial K_0} = \Delta$ zijn, waarin Δ in het algemeen onbekend is. Toch te gelijkertijd zal $\frac{\partial \mathfrak{A}_2}{\partial K_0} = -\Delta$ moeten zijn, omdat bij de vervorming van het geheel de onderdeelen aan elkaar blijven passen. Differentieert men dus den totalen arbeid $\mathfrak{A} = \mathfrak{A}_1 + \mathfrak{A}_2 + \ldots$ enz. naar K_0, dan zal het resultaat dezer differentiatie steeds nul zijn, omdat $\Delta - \Delta = 0$.

En dit betoog geldt voor elk der inwendige statisch onbepaalden.

De totale vormveranderingsarbeid $\mathfrak{A}$ gedifferentieerd naar zoo'n grootheid, is dus steeds nul.

Dit wil niet zeggen dat $\mathfrak{A}$, beschouwd als functie van de inwendige statisch onbepaalden, steeds een maximum, minimum of inflexiewaarde bereikt; want het nul zijn van $\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial K_0}$ is hier blijkbaar ontstaan door twee gelijke termen met tegengesteld teeken te sommeeren. We moeten hier $\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial K_0} = 0$ opvatten als een verkorte schrijfwijze van $\frac{\partial \mathfrak{A}_1}{\partial K_0} = -\frac{\partial \mathfrak{A}_2}{\partial K_0}$. We blijven hier dus staan bij een eerste differentiatie. De voortgezette differentiaties geven hier niets anders dan de reeds vroeger gevonden invloedsgrootheden, met dien verstande dat hierbij elk onderdeel van de constructie als een constructie op zich zelf beschouwd moet worden.

Uit een en ander blijkt dat de z.g. wet van den minimum-vormveranderingsarbeid een veel beperkter strekking heeft dan men er wel aan toekent. Hierop te wijzen schijnt niet geheel overbodig daar de ondervinding leert dat velen een partieele afgeleide van $\mathfrak{A}$ naar een statisch onbepaalde maar steeds nul stellen. De oorzaak van deze gevaarlijke handelwijze is waarschijnlijk te zoeken in een te vaag begrip van de beteekenis der stellingen van Castigliano en in een nog vager begrip van de beteekenis der differentiaties.

Hierboven werd er op gewezen dat de aard en de bevestigingen der constructie o.a. niet met den tijd mochten veranderen. Als zulks integendeel wèl het geval is, kan zich een nieuwe moeilijkheid voordoen. Een voorbeeld zal dit toelichten. Onderstel dat men een boogbrug maakt met een top- en twee voet-scharnieren, dus statisch bepaald. Men neemt de formeelen weg en kent nu, langs statischen weg, de optredende spankrachten, voor zoover deze een gevolg zijn van het eigengewicht. Vervolgens maakt men de scharnieren onbruikbaar, hetzij door ze vast te klinken, hetzij door ze dicht te betonneeren. De verkeersbelasting werkt nu op een drievoudig statisch onbepaalde constructie. En de vraag doet zich voor of men bij het opschrijven van $\mathfrak{A}$ rekening moet houden met de vooraf reeds aanwezige spankrachten òf dat men deze nul mag noemen en alleen rekening houden met de spankrachten die door de verkeersbelasting worden veroorzaakt, om pas tenslotte de spankrachten te sommeeren.

Anders gesteld luidt de vraag; als M_1 het buigend moment is in een doorsnede tengevolge van het eigengewicht en de reacties, M_2 idem tengevolge van de verkeersbelasting en de daardoor opgewekte reacties, moet men dan voor den buigingsarbeid in een boogelement schrijven

$$\frac{(M_1 + M_2)^2\, ds}{2\,EJ} \text{ of } \frac{M_2^2\, ds}{2\,EJ}?$$

Het antwoord is dat men onder 𝔄 alleen moet verstaan de 𝔄 die in de constructie is gekomen nadat deze statisch onbepaald is geworden; dus dat $\frac{M_2^2\, ds}{2\,EJ}$ het juiste antwoord is. Men moet zich voorstellen dat de vooraf statisch bepaald optredende reacties en spankrachten in het geheel niet aanwezig zijn; en men moet deze pas ten slotte optellen bij die welke men in de statisch onbepaalde constructie vindt, voor zoover deze laatste veroorzaakt zijn door belastingen die zijn aangebracht nadat de constructie statisch onbepaald was geworden of gemaakt.

In verband hiermee is het nog van belang op te merken dat men in het algemeen wel doet de brug eerst over de volle lengte te belasten met de helft der verkeersbelasting, alvorens de scharnieren onbruikbaar te maken; en dat men den boogvorm zoo moet kiezen dat dan in alle doorsneden slechts normaalkracht heerscht. Immers de latere toestand zal zich gemiddeld bewegen tusschen een geheel belaste en een geheel onbelaste brug en zullen de dan optredende buigende momenten telkens gelijk zijn, op het teeken na. Hiermee is het evenwel niet gezegd dat een latere belasting, over een deel van de bruglente niet voor sommige doorsneden ongunstiger spankrachten zal leveren; dit zal men moeten onderzoeken.

Ten slotte zij nog gewezen op den invloed van temperatuurverschillen. Doen die verschillen zich door de geheele constructie gevoelen en overal in dezelfde mate, dan komt de zaak hierop neer dat een te groote of te kleine, maar in elk geval een volkomen gelijkvormige constructie, tusschen de bevestigingspunten en op de ondersteuningen moet worden bevestigd. De krachten en momenten die hiervoor noodig zijn en de daardoor opgewekte spankrachten berekene men bij voorkeur afzonderlijk, waarna men ze optelt bij die welke door het eigen gewicht en welke door de veranderlijke belastingen ontstaan. Hierdoor blijft men een overzicht houden van de belangrijkheid der verschillende invloeden.

Doch als de temperatuurverschillen niet overal gelijk zijn, zal de constructie, als ze wordt los genomen van de bevestigingen, haren meetkundige vorm niet kunnen behouden; ze zal zich krommen, scheluw trekken enz. Ook deze onbelaste, doch vervormde, constructie zal men nu door krachten en momenten weer op haar oorspronkelijke plaats moeten brengen; doch de daarvoor noodige berekeningen zijn gewoonlijk zeer ingewikkeld, zoodat men tot benaderende rekenwijzen zijn toevlucht zal moeten nemen.

Waar dus temperatuurverschillen als het ware steeds herleid worden — en moeten worden — tot onjuistheden in de fabricage of in de montage, is vanzelf de weg aangewezen om ook dergelijke onjuistheden in rekening te brengen. Bij ijzer en staalconstructies kan men ze grootendeels voorkomen, b.v. door uitgloeien van de bouwstoffen, uiterst nauwkeurige bewerking en doelmatige volgorde van fabricage en montage. Bij beton en gewapend beton kan men eigenlijk alleen spreken van fabricagefouten; ofschoon ook wel eens montagefouten voorkomen, b.v. door het aanbrengen van een wapening met initiaal spanning of door zettingen van formeelen en kistingen. Die fabricagefouten zijn onvermijdelijk, ze zijn een gevolg van den aard van de bouwstof; en ze geven reeds spoedig aanleiding, evenals temperatuursverschillen, tot groote spanningen in de nog onbelaste constructie. De gegevens om dergelijke spanningen te berekenen zijn nog zeer vaag en zullen dit wel blijven, als natuurlijk gevolg van de niet constante eigenschappen van beton. Een groot bezwaar om tot meer der inzicht te komen wat betreft deze initiaalspanningen, is gelegen in het feit dat ze niet of hoogst moeilijk zijn af te leiden uit gemeten vormveranderingen. Ze openbaren hun bestaan meestal door het plotseling doen ontstaan van scheuren en barsten. En de waarschijnlijkheid is groot dat zij, in verband met de nuttige spanningen, reeds spoedig aanleiding geven tot een zeer groot aantal, uiterst fijne, haarscheurtjes. Bij het ontstaan hiervan wordt het beton materiaal als 't ware plaatselijk ontlaten en komt het in een toestand waarbij de gemiddelde waarde van den elasticiteitsmodulus niet veel van nul kan verschillen. In de berekeningen onderstelt men daarom dikwijls dezen toestand, wat betreft de getrokken zône, van meet af als aanwezig.

De vraag doet zich voor of met de stellingen van Hooke, Clapeyron, Castigliano, Maxwell het aantal gevolgtrekkingen, die logisch uit elkaar, d.i. uit het beginsel van den virtueelen arbeid, voortvloeien, is uitgeput.

Het antwoord hierop moet ontkennend luiden.

Zoo is b.v. later gebleken dat de stellingen van Maxwell niets anders zijn dan een bijzonder geval van de veel algemeenere *stellingen van Betti.*

Ter toelichting van den gedachtengang welke tot deze stellingen leidt, is het eenvoudigste dat men zich voorstelt een vakwerk met belastingen P in de knooppunten. Het belastingstelsel ΣP ontwikkele zich lineair; tegelijkertijd ontwikkelt zich in elke staaf een spankracht S en ondergaat elke staaf een lengteverandering van den vorm Δ; men weet dat $\Delta = \varkappa S$, waarin $\varkappa$ een evenredigheidsfactor. Aangezien de uitwendig verrichte arbeid op elk oogenblik gelijk is aan den vormveranderingsarbeid, hebben we de gelijkheid $\Sigma P \delta = \Sigma S \Delta$.

Denken we ons nu twee volkomen gelijke vakwerken; het eerste belast door een krachtstelsel ΣP, waarbij knooppunts verplaatsingen δ_p optreden; en het tweede belast door een geheel ander stelsel ΣQ, waarbij verplaatsingen δ_q ontstaan. De spankrachten duiden we aan met S_p en S_q en de staafverlengingen noteeren we met Δ_p en Δ_q.

Nu schrijven we tweemaal de bovenstaande gelijkheid op, doch verwisselen daarbij opzettelijk de grootheden δ en Δ, zoodat er komt:

$$\Sigma P \delta_q = \Sigma S_p \Delta_q\,;\ \Sigma Q \delta_p = \Sigma S_q \Delta_p.$$

We moeten echter nog bewijzen dat ook dit werkelijk gelijkheden zijn; we nemen het voorloopig aan en zetten $\Delta_q = \varkappa S_q$ en $\Delta_p = \varkappa S_p$, waardoor de 2e leden gelijk worden.

En ziehier dan de vinding die we danken aan Betti:

$$\Sigma P \delta_q = \Sigma Q \delta_p. \quad \ldots\ldots \quad 5)$$

Nummeren we de knooppunten met 1, 2, 3 .... n en denken we ons dat op het eerste vakwerk alleen werkte een eenheidskracht P_1 en op het tweede alleen

een eenheidskracht Q_2. Dan geeft 5) de vergelijking.

$$P_1 \delta_{12} = Q_2 \delta_{21}$$
$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

Dit is de eerste regel van Maxwell.

Hadden we de constructies belast door momentenstelsels $\Sigma M'$ en $\Sigma M''$ dan zou de regel van Betti gevonden zijn als:

$$\Sigma M' \varphi_q = \Sigma M'' \varphi_p.$$

Maken we weer $M' = M''$ = eenheidsmoment met de armen 1 en 2, dan komt er:

$$M_1' \varphi_{12} = M_2'' \varphi_{21}$$
$$\varphi_{12} = \varphi_{21}$$

Dit is de tweede regel van Maxwell.

En belasten we tenslotte de eerste constructie door ΣP, de tweede door ΣM dan luidt de regel:

$$\Sigma P \delta_M = \Sigma M \varphi_P$$

Bepalen we ons tot P_1 in een punt 1 en tot M_2 met een arm 2, respectievelijk gelijk aan eenheidskracht en eenheidsmoment, dan vinden we:

$$P_1 \delta'_{12} = M_2 \varphi'_{21}$$
$$\delta'_{12} = \varphi'_{21}$$

Dit is de derde regel van Maxwell.

Het spreekt van zelf dat men nu van het vakwerk kan afzien en b. v. een stijve raamconstructie kan nemen. Inplaats van een enkele vakwerkstaaf komt dan een enkel willekeurig gekozen en elastisch ondersteld staafelement. Zet men het vergrooten van de vorm vastheid denkbeeldig voort dan eindigt men ook hier met uit te gaan van een enkel elastistisch volumeelement. De beschouwingen worden echter ingewikkeld en vereischen, om in toepassing gebracht te kunnen worden, integraties inplaats van eenvoudige sommeeringen.

Het toelaatbare van de vergelijking $\Sigma P \delta_q = \Sigma S_p \Delta_q$, waarop de geheele redeneering berust, volgt weer uit het beginsel van den virtueelen arbeid en kan als volgt worden aangetoond.

Als we denkbeeldig — dus virtueel — de verschillende knooppunten verplaatsingen bezorgen die gelijk zijn aan de verplaatsingen δ_q zullen de staven uiteraard lengteveranderingen ondergaan — ook weer virtueel, d.w.z. met de oorzaken hebben we niets te maken — die Δ_q zijn. Want dat zijn de lengteveranderingen die er noodzakelijk bij behooren, zooals bleek toen we het vakwerk door ΣQ belastten.

Denken we ons nu, — weer geheel afzonderlijk, — het belastingstelsel ΣP en de daardoor opgewekte spankrachten S_p. Dan zal bij elk knooppunt de daar geplaatste P evenwicht vormen met de staafkrachten S_p die op dat knooppunt werken.

Verplaatsen we nu in elk knooppunt het alsdus gevormde onstoffelijk gedachte en met vectoren aangegeven evenwichtstelsel over een afstand δ_q. Dan zal bij elk knooppunt — en dus ook bij sommeering over alle knooppunten — de virtueele arbeid nul zijn. Dit wil dus zeggen dat de gezamenlijke arbeid die door de krachten P verricht wordt, gelijk is — op het teeken na — aan die welke door de gezamenlijke krachten S_p wordt verricht. En omdat we bij de verdere beschouwingen niets met dit teekenverschil te maken hebben, kunnen we genoemd feit uitdrukken door $\Sigma P \delta_q = \Sigma S_p \Delta_q$.

De afzonderlijke feitenkennis, welke ontstaan is door de hier beschreven beginselen toe te passen op allerlei vraagstukken, vindt men in de boeken beschreven o.a. zeer uitvoerig en systematisch in het leerboek van Prof. Klopper.

Slechts een systematische bestudeering en samenvatting van de door verschillende denkers gevonden oplossingswijzen kan o.i. leiden tot het verkrijgen van een algemeen overzicht over het zoo uitgestrekte gebied der toegepaste mechanica. Hiertoe iets bij te dragen was het doel van dit artikel.

Een empirische methode ter bepaling van het getal π.

Onder de wiskundige vraagstukken „met een geschiedenis", vraagstukken, die de aandacht van tal van wiskundigen hebben getrokken, behoort het z.g. *naaldprobleem* (problème de l'aiguille, Nadelproblem). Bij de oplossing is voor het eerst de geometrische waarschijnlijkheid toegepast en werd daardoor het gebied der wiskunde vergroot.

Het probleem werd in 1760 door Buffon opgeworpen; eerst in 1777 werd de oplossing door hem bekend gemaakt.

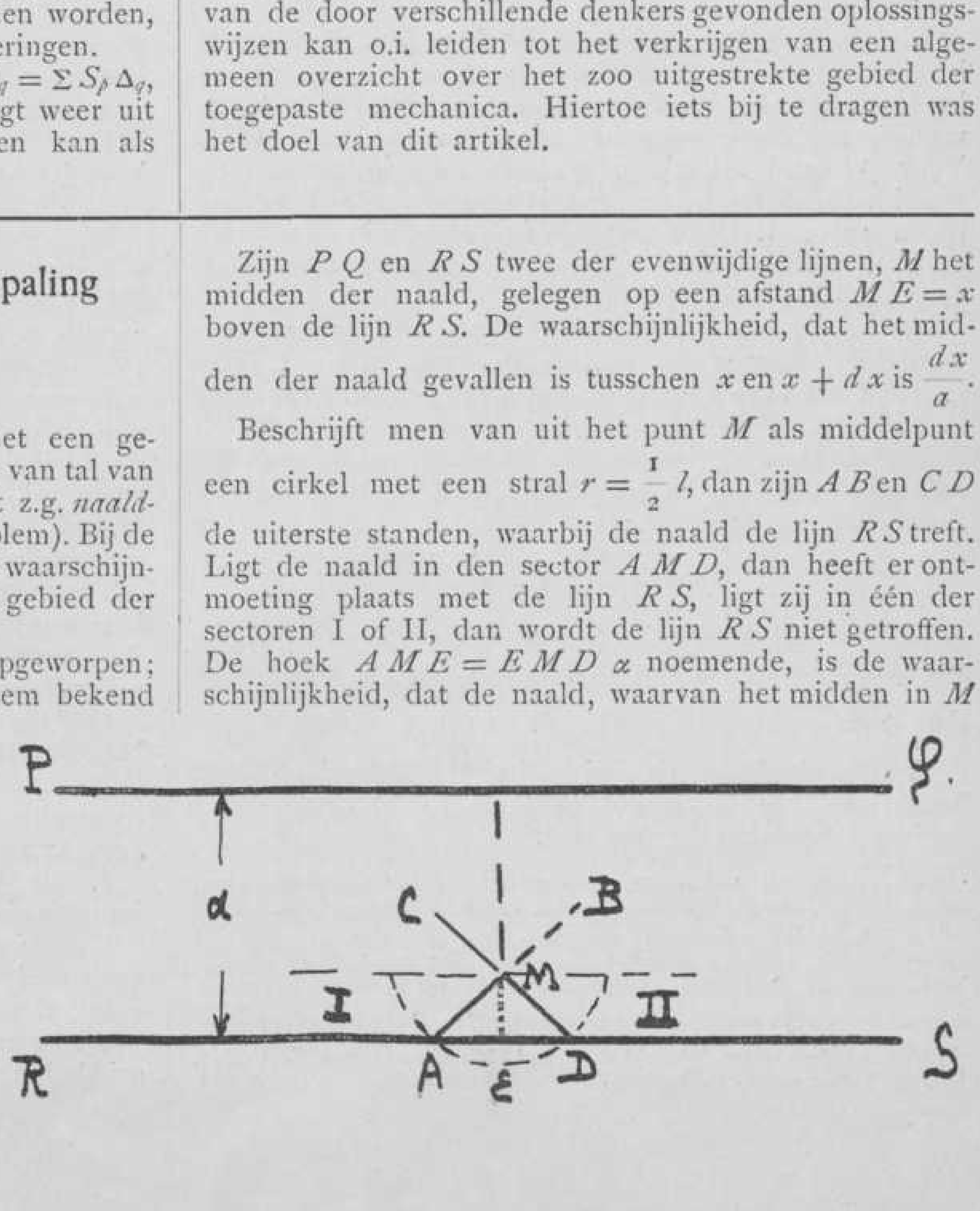
Op een stel evenwijdige lijnen, getrokken op onderling gelijken afstand, wordt een cilindervormige naald, wier lengte gelijk aan of kleiner is dan den afstand tusschen twee dier lijnen, willekeurig neergeworpen. Men vraagt de waarschijnlijkheid, dat de naald één der evenwijdige lijnen treft.

Er worden verschillende oplossingen gegeven. Eén ervan is als volgt:

Noemen we den afstand der evenwijdige lijnen a en de lengte van de naald l.

Zijn PQ en RS twee der evenwijdige lijnen, M het midden der naald, gelegen op een afstand $ME = x$ boven de lijn RS. De waarschijnlijkheid, dat het midden der naald gevallen is tusschen x en $x + dx$ is $\frac{dx}{a}$.

Beschrijft men van uit het punt M als middelpunt een cirkel met een stral $r = \frac{1}{2} l$, dan zijn AB en CD de uiterste standen, waarbij de naald de lijn RS treft. Ligt de naald in den sector AMD, dan heeft er ontmoeting plaats met de lijn RS, ligt zij in één der sectoren I of II, dan wordt de lijn RS niet getroffen. De hoek $AME = EMD$ α noemende, is de waarschijnlijkheid, dat de naald, waarvan het midden in M



gevallen is, de lijn RS treft $\frac{2\alpha}{\pi}$.

De kans, dat de naald zoodanig valt, dat haar midden op niet grooter afstand *boven* RS ligt dan $r = \frac{1}{2} l$ en de naald tevens gelegen is binnen den sector AMD, is gelijk aan het product der partieele kansen, geïntegreerd tusschen de grenzen o en r. We verkrijgen dus voor die kans

$$\frac{2}{\pi a}\int_o^r \alpha\, dx = \frac{2}{\pi a}\int_o^r boog\, cos\, \frac{x}{r}\, dx = \frac{2r}{\pi a}, \text{ of}$$

daar $r = \frac{1}{2} l$ genomen is, $\frac{l}{\pi a}$.

Dezelfde waarde verkrijgen we voor de waarschijnlijkheid, dat het midden der naald *beneden* de lijn RS ligt en die lijn ontmoet, en dus voor de geheele waarschijnlijkheid, p, dat de naald de lijn RS ontmoet: $p = \frac{2l}{\pi a}$.

In deze uitdrukking komt behalve de lengte van de naald en de afstand tusschen de evenwijdige lijnen, het getal π voor. Hierdoor heeft men dus een middel om dat getal langs empirischen weg te bepalen.

Uit een groot aantal waarnemingen, waarbij men een naald van bekende lengte, laat vallen op een vel papier, waarop een aantal evenwijdige lijnen, waarvan de afstand gemeten is, bepaalt men p, d. w. z. de verhouding tusschen het aantal worpen en het aantal keeren, dat de naald op een der lijnen gevallen is. Het bepalen van het getal π vordert dan nog slechts een eenvoudige berekening.

Die proef is het eerst verricht door prof. R. WOLF,*) hoogleeraar in de sterrenkunde te Zurich, en wel in het jaar 1850. Hij deed 50 seriën elk van 100 worpen, waarbij na elken worp het papier iets gedraaid werd. Voor p vond hij 0.5064 ± 0.0083. De lengte van de naald was 36 m.M., de afstand tusschen de evenwijdige lijnen 45 m.M. Deze waarden invoerende in de formule voor p, vond hij voor π 3.1596 ± 0.0518, een werkelijk zeer bevredigende uitkomst.

Na hem vond M. A. SMITH in 1855 uit 3204 waarnemingen voor π een waarde van 3.1553, CAPT. FOX in 1894 uit 1120 waarnemingen 3.1419 en M. LAZZARINI in 1901 uit 3408 waarnemingen, $\pi = 3.1415929$.**)

Neemt men de lengte van de naald gelijk aan den halven afstand der evenwijdige lijnen,***) dan gaat de formule voor p over in:

$$p = \frac{1}{\pi}. \text{ of } \pi = \frac{1}{p}.$$

Uit de telling van het aantal ontmoetingen (m), in verband met het aantal waarnemingen (n), krijgt men dan $\pi = \frac{n}{m}$.

Een student aan de Polytechnische School te Delft heeft op deze wijze het getal π, tot in den derden decimaal nauwkeurig, bepaald.

*) Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur von Dr. RUDOLF WOLF, Zurich. Druck und Verlag von F. Schulthess, 1890.

**) Volgens de berekening is $\pi = 3.1415926$.

***) Prof. R. MERISAN uit Bazel heeft aangetoond, dat de beste overeenkomst tusschen de proef en de theorie te verkrijgen is, als de lengte van de naald gelijk is aan den afstand der evenwijdige lijnen, dus $p = \frac{2}{\pi}$ of $= \pi \frac{2n}{m}$.
(Geometrische Wahrscheinlichkeiten und Mithelwerte von E. Czuber, Leipzig. Verlag von B. G. Teubner. 1884).

Alle groenen werden daartoe aan tafels gezet, met vellen papier, waarop evenwijdige lijnen waren getrokken. Zij deden een ganschen avond niets anders dan naalden daarop neer werpen en het aantal ontmoetingen tellen.

H. T. HOVEN.

Is 't rendabel in een leiding een inductantie of capacitantie parallel te schakelen?

Dit vrij belangrijke probleem, dat tegenwoordig dikwijls dáár gesteld wordt, waar we te doen hebben met electrificatie over groote afstanden, zooals dit bv. 't geval is met provinciale electriciteitsbedrijven, waar de leidingen een lengte van 50 km. of meer kunnen bereiken, is naar zijn wezen in twee essentiëel verschillende gedeelten te splitsen, en wel:

a. onderzoek op de rentabiliteit voor 't geval van een kabel, en

b. onderzoek op de rentabiliteit voor een luchtleiding.

Dat we hier met twee verschillende problemen hebben te doen. is duidelijk, daar bij een kabel de capaciteit en bij een luchtleiding de zelf-inductie overwegend is, zoodat in onbelasten toestand bij de eene voorijlende en bij de tweede naijlende stroomen zullen optreden. Beide gevallen hebben gemeen, dat de Wattlooze stroomen extra Ohmsche verliezen in de leidingen zullen veroorzaken, wat dus tevens een economisch verlies beteekent.

Vanzelf werpt zich nu de vraag op, of dit economisch verlies niet op de een of andere manier kan worden verminderd; waar we hier met een economische calculatie krijgen te doen, laat 't zich hooren, dat de stroom- en machine-kostprijzen de belangrijkste factoren in dezen zullen vormen; van verder gewicht zijn dan nog bedrijfs-eenvoud en -zekerheid.

Daar bij de moderne electriciteitsvoorziening vooral 't onderaardsche net een belangrijke rol speelt, zal dus eerst dit geval nader onder oogen worden gezien.

We veronderstellen dus, dat we dit onderzoek hebben te verrichten voor een kabel met een zekere of veronderstelde belastingkromme, die er bv. uit kan zien, zooals neergelegd is in onderstaande grafiek (fig. 1). Een dergelijke kromme is gemakkelijk genoeg te construeeren door de opnamen, die in elke centrale geregeld om 't kwartier of half uur geschieden, puntpuntsgewijze door rechte lijntjes te verbinden. Vanzelf sprekend, zullen nog meerdere opnamen de werkelijkheid dichter benaderen, doch in de praktijk is de kwartieropname voldoende gebleken.

Desgewenscht is nu uit de gegeven (of onderstelde-) belastingkrommen de cosφ-kromme af te leiden, wanneer de spanning als constant mag worden beschouwd, wat zeker 't geval is bij de moderne snelregelaars als de Tirrill.

Uit de grafiek zien we, dat we eigenlijk met twee belastings-toestanden hebben te doen, en wel:

a. krachtbelasting of inductieve belasting, de belasting tijdens de werkuren van 6.30—9.45, 10.15—12 en van 1.30—7.15, èn

b. de belasting gedurende den overigen tijd, zwakinductieve-, licht-belasting en onbelasten toestand.

Uit de ons gestelde opgave, de lucrativiteit van een eventueel aan te brengen inductantie te onderzoeken, volgt, dat dit onderzoek tweeledig zal zijn, t. w.:

1°. een onderzoek op de verliezen zònder bijgeschakelde inductantie, en

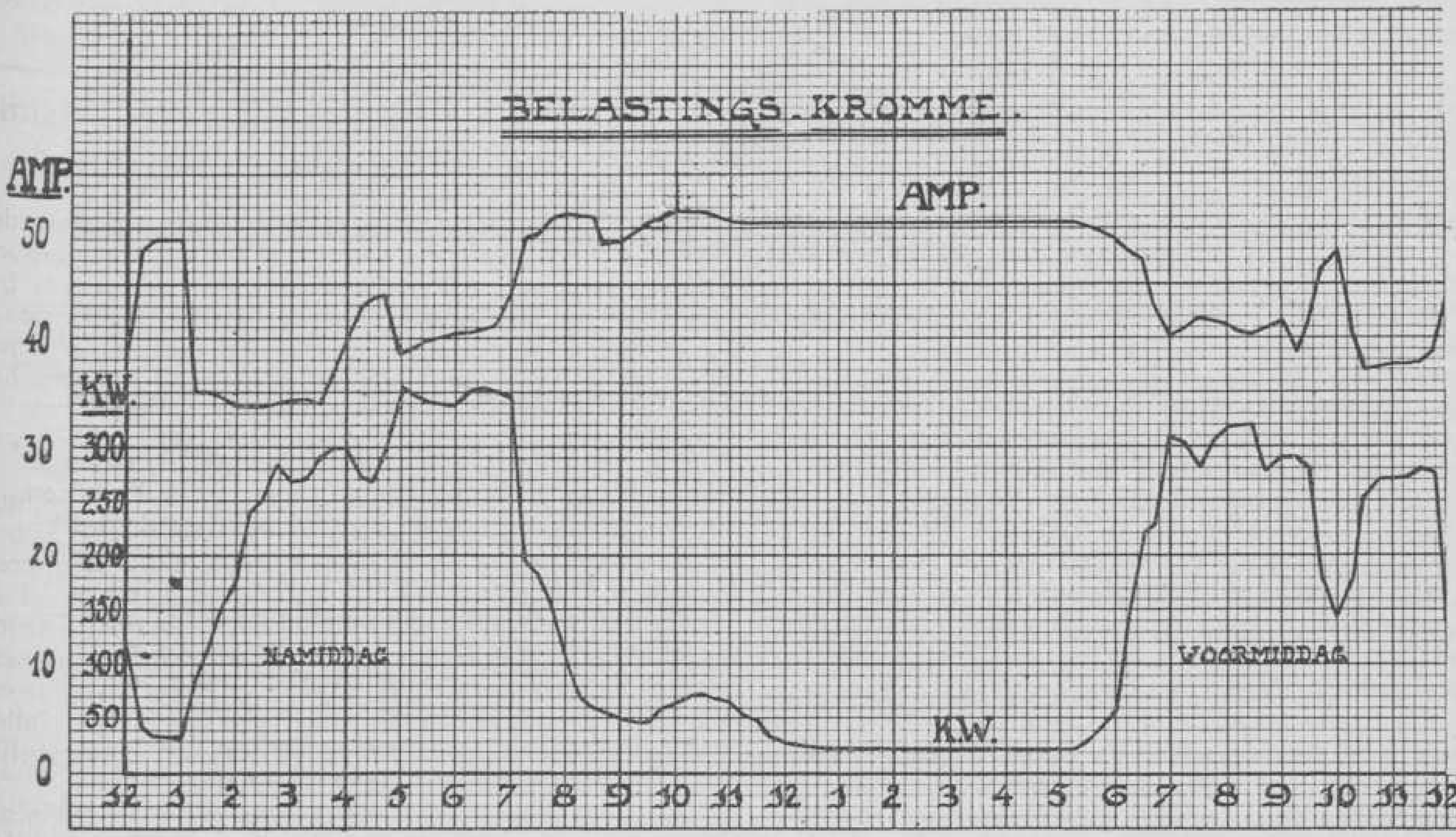

BELASTINGS. KROMME.
AMP.
AMP.
KW.
NAMIDDAG
VOORMIDDAG
KW.
50
40
30
20
10
0
300
250
200
150
100
50
12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Fig. 1.


AMP.
I.SIN φ. - KROMME. (VÓÓR.IJLEND)
50
40
30
20
10
12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 1

Fig 2.

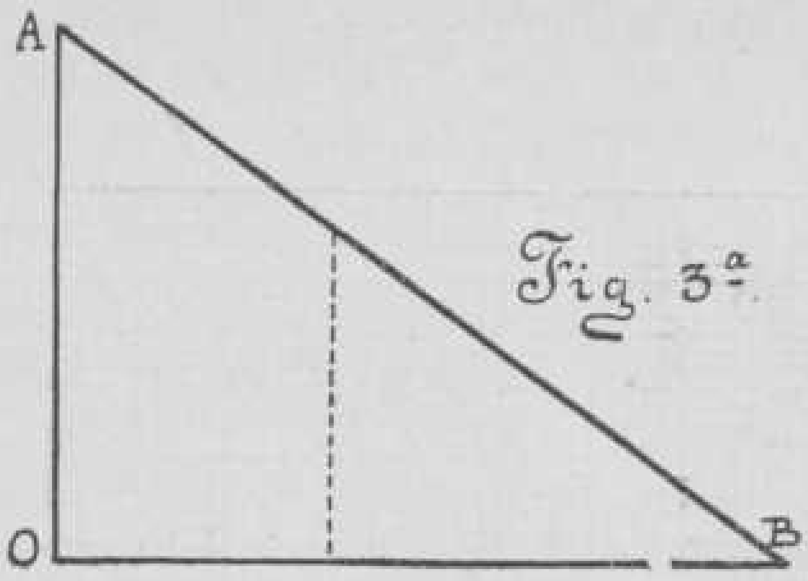


Fig. 3a.

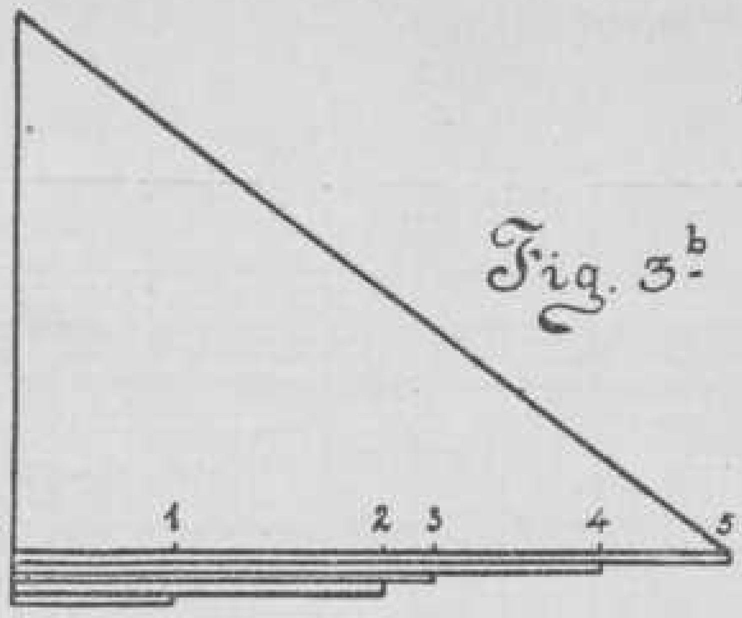


Fig. 3b.

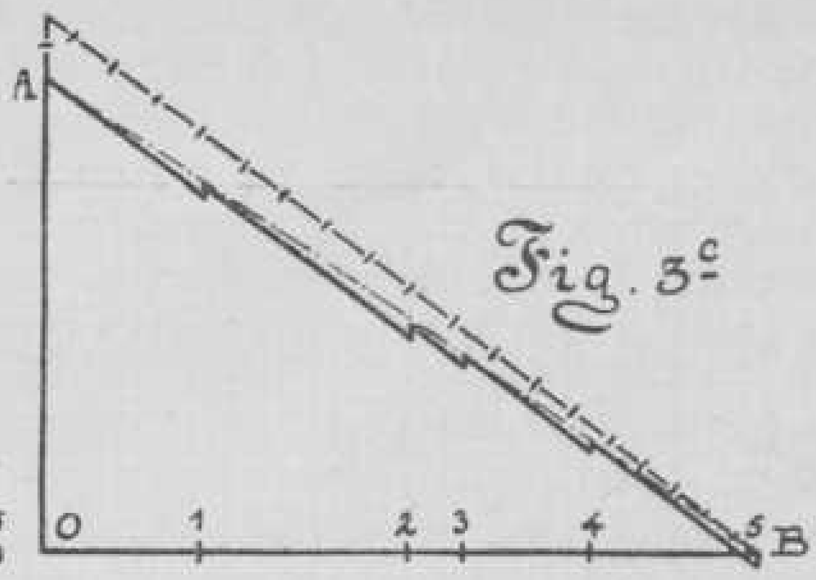


Fig. 3c.

2°. een dergelijk onderzoek na aanbrenging der inductantie.

In algemeene trekken zal in dit artikel een overzicht worden gegeven, hoe een dergelijke berekening kan worden opgezet, waaruit dan tevens kan blijken, voor welke gevallen 't aanbrengen van een inductantie (resp. capacitantie) met voordeel kan worden toegepast.

De in onzen kabel optredende verliezen zijn te splitsen in die, welke veroorzaakt worden door den Watt-stroom en in die, welke hun oorzaak vinden in den Wattloozen stroom, wat onmiddellijk volgt uit de verliesformule:

$$V = \int_0^l I^2 . R . dx = \int_0^l I^2_w R dx + \int_0^l I^2_{wl} R dx, \text{die}$$

geldig is voor elk oogenblik en voor elk punt van den kabel, met een lengte van l km en waarbij I den, op een zeker punt en oogenblik, totalen stroom voorstelt, I_w den Wattstroom $= I \cos \varphi$ en I_{wl} den Wattloozen stroom $= I \sin \varphi$.

Bij ons onderzoek spelen de eerste verliezen verder geen rol, daar ze „practisch gesproken" de *capacitieve* verliezen (verliezen, veroorzaakt door den voorijlenden capaciteitsstroom) niet wijzigen. We abstraheeren dus de capacitieve- van de totale-verliezen en houden ons alléén hiermee bezig.

Berekening der capaciteit.

De capaciteit der aangesloten kabels is te vinden uit de $I \sin \varphi$-lijn, die geconstrueerd wordt uit de K.W- en de AMP.-krommen, wat zeer eenvoudig is, bv. door eerst de $\cos \varphi$-lijn uit deze twee op te teekenen (een eventueel aanwezige $\cos \varphi$-meter kan ter controle dienen). De $I \sin \varphi$-lijn 's nachts geeft ons dan onmiddellijk de capaciteit, daar dan geen motoren (kracht)-belasting aanwezig is.

Uit de grafiek, fig. 2, volgt dan de grootte der capaciteit C uit:

$$E . \omega C = E . 2\pi \sim . C = 50{,}2 \text{ Amp.}$$

In werkelijkheid is de kabel-capaciteit grooter dan de hier aldus gevondene, daar de op 't kabelnet parallel geschakelde transformatoren door hun naijlenden nullaststroom den voorijlenden stroom gedeeltelijk compenseeren en dus de werkelijke kabel-capaciteit kleiner doen schijnen.

Beschouwen we voor ons geval één kabel uit 't heele kabelnet en nemen we de spanning over de geheele lengte als constant aan, dan zou de *laadstroom* (de Wattl. stroom) over den te onderzoeken kabel er uitzien volgens fig. 3a, wanneer geen transf. aanwezig waren, als OB de lengte en een willekeurige ordinaat den laadstroom daar ter plaatse voorstellen. Dat de laadstroom in dit geval een lineair verloop zal toonen, is gemakkelijk in te zien, als men zich den kabel opgebouwd denkt uit deeltjes dx, elk met een laadstroompje $dI = E . \omega . dC$, wanneer E de lijnspanning voor een twee-aderigen kabel of de phase-spanning (spanning tegen een fictieven nulleider) van een draaistroomkabel voorstelt.

Zijn transformatoren ingeschakeld, die in den kabel al naar hun grootte naijlende stroomen in dezen zouden veroorzaken volgens fig. 3b, dan krijgt de werkelijke laadstroom-kromme het uitzien van fig. 3 (gebroken rechte AB).

Voor de eenvoudigheid kunnen we deze lijn vervangen door de rechte AB (— . — .), als we de afzonderlijke nullast-transformatorstroomen niet kennen, wat ons niet ver van de waarheid zal doen verwijderen, daar in werkelijkheid, de sprongen, veroorzaakt door de nullast-transformatorstroomen, kleiner doch meerdere aftappunten dan 5 aanwezig zullen zijn, zoodat de gebroken lijn zich heel dicht nabij de lijn AB zal aansluiten. Ordinaat AO is hierin de laadstroom van den kabel in de centrale, waaruit de „schijnbare" capaciteit volgens de aangewezen wijze is gevonden. Uit deze is dan de cap. per km. kabel direct bekend.

Daar de daadwerkelijk optredende spanning langs den heelen kabel niet constant is, zal de gebroken lijn AB van fig. 3c niet met de werkelijkheid overeen stemmen. Hoewel theoretisch niet juist, blijkt de calculatie volgens die methode, die we de „practische" methode zouden kunnen noemen, zóó weinig af te wijken van de „theoretisch zuivere" methode, dat op de laatste niet verder zal worden doorgegaan. Voor belangstellenden naar deze, zij verwezen naar 't artikel van J. Kühle (E. T. Z. 1913, p. 735). Een berekening volgens beide methoden gaf een verschil van c.a. $^1/_2\,^0/_0$, maximaal 1 à $1^1/_2\,^0/_0$.

Voor de beoordeeling of de plaatsing van een inductantie van voordeel kan zijn, is dus de „practische" methode nauwkeurig genoeg.

(Wordt vervolgd).

De keuze van een type stoomschip.

(Overgenomen uit 't weekblad „In en Uitvoer").

Het mag als algemeen bekend worden aangenomen dat de keuze van een type stoomschip van grooten invloed is op de resultaten van eene stoomvaart-onderneming, en het wordt hoe langer hoe duidelijker dat de koopmanreeder in de eerste plaats geroepen is in deze beslissing te nemen en een programma aan den bouwmeester voor te leggen waaraan moet worden voldaan. Het gaat bijv. niet aan een schip te bestellen, waarbij in de eerste plaats rekening wordt gehouden met de aanschaffingskosten; dikwijls is een te klein type schip reden geweest dat de geheele onderneming mislukte, terwijl men uit de resultaten kon afleiden, dat een twee of driemaal grooter schip goede winsten zou hebben behaald.

Daar na den oorlog op groote schaal gebouwd zal moeten worden, is het wellicht niet ondienstig eenige algemeene beschouwingen te geven over den taak van een reeder bij de bestelling van een schip.

Het economisch vraagstuk tot de meest eenvoudige vorm teruggebracht is wel: hoe zal men een maximum gewicht aan lading met de minste onkosten transporteeren.

Het is een algemeene regel dat hoe grooter het schip is des te voordeeliger men lading kan vervoeren; een groot schip behoeft in verhouding minder vermogen om eene zekere snelheid te bereiken dan een klein, en is in verhouding goedkooper in aanschaffingskosten, echter komt hierbij de voorwaarde dat men ook steeds over volle ladingen moet kunnen beschikken.

De eerste vragen die de reeder te beantwoorden heeft zijn: op welke hoeveelheid lading moet men rekenen, hoe lang zijn de afstanden die men tusschen kolenstations moet afleggen, welke vaart moet het schip behouden en op welke trajecten, en eindelijk wat is de toelaatbare diepgang.

Wanneer deze gegevens bekend zijn kan de bouwmeester eene berekening maken van de waterverplaatsing om daaruit de hoofdafmetingen af te leiden.

Deze hoofdafmetingen eischen nadere beschouwing. Het is bekend dat het gewicht van het verplaatste water gelijk is aan de som van alle gewichten van schip, machinerie, lading, brandstof en proviand. De meest eenvoudige vorm zou zijn een rechthoekige bak, waarvan het product van lengte, breedte en diepgang de waterverplaatsing aangeeft; doch deze vorm is voor schepen niet te gebruiken; men dient dien bak te besnoeien, totdat, voornamelijk het voor- en achterschip, een z.g. scheepsvorm krijgen, waardoor de weerstand tegen voortstuwing zoo gering mogelijk wordt. Wanneer wij lengte breedte en diepgang resp. l, b en d noemen dan is de waterverplaatsing van den besnoeiden bak $l \times b \times d \times C =$ waterverplaatsing, waarin C de blokcoëfficient wordt genoemd, die voor verschillende typen schip varieërt tusschen $\pm$ 0.52 en $\pm$ 0.82.

Nu is het duidelijk, dat hoe grooter men deze coëfficient neemt des te grooter gedeelte van de waterverplaatsing over blijven zal voor lading en brandstof, stof, het romp-gewicht en zelfs de weerstand van een schip worden slechts in geringe mate geïnfluenceerd door de blok-coëfficient.

Als algemeene regel geldt al weer dat een grooter schip voor eene bepaalde snelheid een hoogere blokcoëfficient toelaat dan een klein. Voor ieder schip is een maximum economische snelheid aan te geven, die niet zonder groote krachtsverspilling overschreden kan worden en die in omgekeerde reden staat tot de blokcoëfficient, dus hoe grooter de C des te kleiner de maximum economische snelheid bij dezelfde hoofdafmetingen.

Er dient echter wel in het oog gehouden te worden dat deze maximum snelheid alleen geldt voor gunstige omstandigheden, en dat men naarmate men voor de Noord Atlantische Oceaan of voor de Indische Oceaan bouwt meer of minder van de maximum blok-coëfficient zal moeten afwijken; voor onstuimige zeeën moet men z.g. „fijner" bouwen dan voor meer rustige wateren.

De keuze van den juisten blok-coëfficient is dus een van de voornaamste problemen waarmede men te rekenen heeft. Het is gemakkelijk genoeg deze moeilijkheid te ontgaan door de coëfficient maar laag genoeg te kiezen, het is echter duidelijk dat dit gaat ten koste van de waterverplaatsing dus ook van het draagvermogen. Eene verkeerde keuze van blok-coëfficient [1]) heeft vele „failures" veroorzaakt.

De waterverplaatsing eenmaal bepaald zijnde, althans voldoende nauwkeurig voor een schema van het schip, moet er aangegeven worden wat de maximum toelaatbare diepgang is, waarbij men in acht moet nemen, dat een diepgaand schip voordeelig in de exploitatie is terwijl een schip met beperkte diepgang onvoordeelig is, en voorts dat men het goedkoopste bouwt in de holte.

Het is dus zeer verkeerd den diepgang te regelen naar den laagsten waterstand in een haven dien men een enkele keer bezoekt; het is veel voordeeliger voor die enkele keer het getij af te wachten, dan het grootste gedeelte van den tijd te varen met een onvoordeelig schip. Een ruime diepgang houdt den voortstuwer onder water en draagt er veel toe bij om met slecht weer een redelijke vaart te kunnen behouden.

Uit den diepgang volgt de holte; het zal ook de taak van den reeder zijn om te beslissen of in verband met den aard van de lading die vervoerd wordt de kubieke inhoud vergroot moet worden door een licht bovendek z.g. shelter of awning-deck.

De volgende afmeting waarover beslist moet worden is de breedte, waardoor in hoofdzaak de stabiliteit bepaald wordt; de eisch voor stabiliteit is, dat een schip in ledigen toestand, eventueel met eenigen water-ballast, zich gemakkelijk in den haven laat verhalen, en tevens dat het met eene homogene lading, van een specifiek gewicht dat toelaat de ruimen geheel te vullen, zeewaardig is.

Het is volkomen waar dat een schip met geringe stabiliteit meestal een goed zeeschip is en weinig slingert, doch dit gaat ten koste van veel last en dikwijls van gevaar, sedert de toepassing van behoorlijke kimkielen is de vrees voor bovenmatig slingeren opgeheven; een nieuw schip behoort dus aan bovengenoemde eischen te voldoen, waarbij zooals gezegd de breedte een hoofdfactor is.

Waterverplaatsing, breedte, diepgang en holte bepaald zijnde volgt de lengte van zelf, de bouwmeester kan nu zijn scheepsvorm ontwerpen en de juiste inrichting van water-ballast vaststellen, die noodig is om zonder lading te varen.

Wanneer het een passasierschip betreft is het wenschelijk dat de reeder eene studie maakt van de inrichtingen die voor zijn dienst noodig zijn, en in overleg met den bouwmeester tracht zooveel mogelijk aan billijke eischen van de passagiers te gemoet te komen.

Zoodra dan dezen hoofdopzet gereed is volgt de keuze van machineriën; op den voorgrond dient te staan dat niet alleen het brandstofverbruik in het oog gehouden moet worden, doch vooral ook de grootst mogelijke bedrijfszekerheid en regelmatigheid in den duur der reizen. Het doel toch van de scheepvaart blijft in laatste instantie eene voordeelige exploitatie, en het kan niet genoeg herhaald worden dat de indi-

1) Eenvoudigheidshalve wordt in dit opstel steeds van den blok-cofficiënt gesproken, ofschoon de bouwmeester de z.g. prismatische coëfficient gebruikt. Voor ons doel is echter de eenvoudige coëfficient voldoende.

recte onkosten die uit oponthoud ontstaat en de directe kosten van onderhoud in vele gevallen meer dan opwegen tegen allerlei in uitzicht gestelde voordeelen waarmede vele uitvinders onze reeders vervolgen. Zelfs wanneer het gaat om beproefde verbeteringen zal men zich moeten afvragen of men over personeel beschikken kan met de noodige kennis om nieuwe werktuigen als anderszins te kunnen behandelen.

In verband met de machinerie staan de ruimten van brandstof; die behooren zoo ingericht te worden dat het kolenladen in een minimum van tijd kan afloopen, en tevens dat de toevoer van brandstof naar de stookplaatsen zooveel mogelijk automatisch geschiedt met zoo weinig mogelijk verwerken der steenkolen. De ventilatie van machinekamer in stookplaatsen dient reeds bij het eerste ontwerp vast te staan. Vele gevallen zijn bekend van stoomketels, die door gebrek aan luchttoevoer niet tot hun recht komen, en waaraan niet meer te veranderen valt.

Eindelijk een woord over het vermogen der machines; men dient wel te bedenken dat de resultaten, die onder gunstige omstandigheden op een proeftocht behaald kunnen worden, een zeer onvolkomen beeld geven van hetgeen men in de praktijk zal ondervinden; de meer ervaren reeders hechten aan een proeftocht alleen deze waarde, dat zij zich overtuigen dat de machine zonder gebreken werkt; kolenverbruik en snelheid, op proeftochten geconstateerd, zijn voor hen slechts van relatieve beteekenis.

Het behoeft wel geen betoog dat een regelmatige gang der machines voor eene economische werking een hoofdvereischte is; om dit te bereiken moet de bron van de kracht n.l. stoomketels zóó ruim gekozen worden, dat met de gemiddelde kwaliteit steenkolen steeds, zonder forceeren, het gewenschte vermogen zal worden behouden. Het forceeren van de vuren leidt tot brandstofverspilling, en toch worden vele schepen met onvoldoend ketelvermogen uitgerust. Met een te groote machine en te kleine ketel kan men nooit een goed resultaat bereiken.

Omstreeks de jaren 1880—1900 achtte men een vaart in dienst van 8 à 8½ mijl voor een koopvaardijschip voldoende, en hoewel men daardoor een gering kolenverbruik per 24 uur bereikte, is men gaan begrijpen dat dit voordeel door de langere reizen werd te niet gedaan; in latere jaren is men overgegaan tot meer vermogen en dus meerdere snelheid en wint aldus in regelmatigheid van bedrijf, dat meestal opweegt tegen het meerdere kolenverbruik. De oorzaak van deze betere resultaten ligt zeer voor de hand.

Het vermogen dat noodig is om een stoomschip een zekere snelheid te geven staat ongeveer, en binnen zekere grenzen, in reden als de derde macht van de snelheid. Nemen wij aan dat een stoomschip van 10 mijl 1000 Ind. paardekrachten noodig heeft, dan is het vermogen voor 8 mijl $1\frac{8^3}{10^3} \times 1000 = 512$ I.P.K.; wanneer nu door slecht weer een tegenstand ontstaat van 500 I.P.K. dan ligt het schip met een vermogen voor 8 mijl stil en verbrandt volkomen nutteloos zijn kolen, terwijl het 10 mijls schip 500 I.P.K. over heeft en dus ongeveer 8 mijl loopt. Het is duidelijk dat in vele gevallen het 10 mijls schip met minder brandstof de reis aflegt, daargelaten dat het over het jaar meer reizen maakt.

Ik behoef wel niet te zeggen dat het mijn bedoeling niet is van reeders te eischen dat zij de noodige berekeningen maken voor den bouw van een schip, wel is het echter noodig dat zij een studie maken van het vaartuig dat voor hunne dienst zou passen, daarin kan de bouwmeester hen in den regel niet helpen. Men kan den bouwmeester of den ingenieur opdragen hun het resultaat van de berekeningen voor te leggen, de reeder zal dan hebben te beoordeelen of hiermede aan zijne eischen wordt voldaan en draagt dus ook in zooverre de verantwoordelijkheid voor het project, gegeven dat ook de bouwmeester zijn vak verstaat.

De tijd aan deze voorbereidende werkzaamheden gegeven is zeer goed besteed, vergist men zich in principieële zaken dan is er geen middel om het gebrek te verhelpen. Een schip dat „rank" is, dat een verkeerde blokcoëfficient heeft of eene verkeerde indeeling van ruimen enz., is onherroepelijk minderwaardig. De taak van den reeder bestaat niet alleen in het commercieele gedeelte van de exploitatie, hij moet voldoende technische kennis bezitten om een goed schip te kunnen „bestellen." D. CROLL.

SNIPPERS.

In ons tijdschrift werd tot nog toe eigelijk nog nooit geschreven over emissies van industrieele ondernemingen enz. Wat echter deze week gebeurd is, geeft o.i. zooveel stof tot denken, dat wij 't niet onvermeld mogen laten.

De Mij. „v. Berckels Patent" in Rotterdam gaf een 6 pCt. obligatieleening uit van 1.000.000 gulden. Deze leening werd denzelfden week volgens de N. R. Ct. *meer dan tweehonderd maal* volteekend. Commentaar overbodig.

—o—

Volgens de „Ec. Stat. Berichten" 3 Oct. j.l. hebben de Mannesmann Röhrenwerken van de ruim 11 millioen onverdeelde winst over 1916—1917 4 millioen bestemd voor een „Reserve tot wederopbouw van den buitenlandschen export na den oorlog." Ook commentaar overbodig?

De Waterstaats-Ingenieur.

Door bemiddeling van den Vertegenwoordiger voor Nederland van de Ver. van Waterstaats-Ingenieurs in Ned. Indië ontvingen we het volgende bericht, dat wij volgaarne ter kennis van onze abonné's brengen:

Teneinde de aansluiting aan de Ver. van Waterstaatsing. in N. O. Indie van toekomstige collega's te bevorderen, besloot het bestuur van voorn. Vereeniging den abonnementsprijs van „de Waterstaats-Ingenieur" te stellen op f 10.— (tien gulden) 's jaars (losse nummers f 1.— per stuk) voor *studeerenden aan de Technische Hoogeschool bestemd voor den Ned. Ind. Waterstaatsdienst.*

Deze zullen zich daartoe kunnen wenden tot den Vertegenw. voor Ned., den hr. M. Ypelaar, Verhulstsstraat 8, Den Haag. (Zie „De Waterstaats-Ingenieur" No. 2, jaargang 1917 pag. 76 Kolom 2 „Verlaagde abonnementsprijzen van het Tijdschrift voor studeerenden aan de T. H.).

Ieder belanghebbende zal dit besluit met vreugde begroeten, iedereen zal 't met ons eens zijn, dat de abonnementsprijs voor een blad als de Waterstaats-Ingenieur" thans zeker tot een minimum gereduceerd is. Wij vertrouwen dan ook dat het Bestuur van de Ver. van Wat. I. in N. O. I. succes zal hebben met haar loffelijk streven en dat het doel, n.l. een voorloopige kennismaking van de toekomstige ingenieurs met hunne werkkring, hunne nieuwe woonplaats en last not least de geest en de samenwerking in hunne toekomstige Vereeniging, bereikt zal worden. B. B.

BOEKBESPREKING.

TASCHENBUCH FÜR MATHEMATIKER UND PHYSIKER, unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von F. AUERBACH und R. ROTHE. — Dritter Jahrgang (1913) — 463 pag.
Uitgaven: B. G. TEUBNER (Leipzig und Berlin).
Prijs: Mk. 6.—.

Hoewel in andere takken van wetenschap en techniek al sedert jaren z.g. „Taschenbücher" (meer of minder uitgebreide jaarboekjes, bevattende de voornaamste wetenswaardigheden, literatuur, gegevens en tabellen van cijfers voor wetenschappelijk onderzoek, enz.) in gebruik waren en hun groote nut in alle opzichten ten volle bewezen hadden (de „Chemiker Kalender" bereikte alreeds een 38sten jaargang, terwijl ook de bekende „Hütte" een bijzonder groot aantal drukken mocht beleven), zoo moest het toch nog tot het jaar 1909 duren, voordat ook voor de wis- en natuurkundigen een dergelijke uitgave het licht zag, waarvan alras bleek, dat ze in een sedert lang gevoelde behoefte voorzag. Van deze uitgave verscheen daarop in 1911 een tweede jaargang, en daarna de derde in 1913, terwijl nu de vierde door de ongunstige tijdsomstandigheden nog niet verschenen is. Het boekje wordt ingeleid met een uitvoerige biographie van Kohlrausch (van de hand van E. Warburg), wiens portret tevens opgenomen is. Dan volgen de gewone kalenderopgaven, benevens de voornaamste tabellen (logarithmen, log. van de trigonometrische functies, kwadraatgetallen, Bessel'sche-, exponentieele functies, enz.), en vervolgens een door Rothe bewerkt vrij uitvoerig (ca. 200 bladz.) repetitorium der lagere en hoogere wiskunde, toegepaste wiskunde (waarschijnlijkheidsrekening, vectoranalyse en theorie der quaternionen, enz.), benevens een door H. Liebmann bewerkt overzicht der mechanica. Sommige onderdeelen zijn bewerkt door vakgenooten, zoo bv. het artikel Mengenlehre door G. Hessenberg, Integralgleichungen door O. Toeplitz, Mehrdeutige Funktionen door L. Bieberbach, enz. Een historische tabel van de voornaamste mathematici besluit dit gedeelte. Het physisch gedeelte (bewerkt door Auerbach) geeft op dergelijke wijze een overzicht over de voornaamste natuurkundige problemen. Daaraan is toegevoegd een artikel over de zoo hoogst belangrijke Quantentheorie (door A. Sommerfeld), een klein overzicht der Geodesie, een degelijk artikel over kristallographie (van L. Milch), benevens een beknopt overzicht over de voornaamste feiten der Algemeene Chemie, hetgeen de bruikbaarheid verhoogt. Tevens is aanwezig een lijst van de voornaamste mathematische en physische tijdschriften en boeken, benevens een uitstekend verzorgd register. Het is wel zeer opmerkelijk, dat in een dergelijk beperkt aantal bladzijden zooveel wetenswaardigheden bijeen te vinden zijn, zonder dat daardoor aan de leesbaarheid (vrn. in het physisch gedeelte) tekort gedaan wordt. Dit hoogst nuttige werkje is de aanschaffing zeer zeker ten volle waard, en verdere aanbeveling lijkt me dan ook totaal overbodig.

v. Z.

FARBEN UND FARBSTOFFE, von Dr. A. ZART. Mit 31 Abbildungen im Text (96 pag.) — 1915.
Uitgaven: B. G. TEUBNER (Leipzig und Berlin).
Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" - Bd. 483.
Prijs: Mk. 1.25.

Dit werkje uit de welbekende serie „Aus Natur und Geisteswelt" is wel in hoofdzaak geschreven ten dienste van leeken op chemisch-technisch gebied. Het geeft in een elftal hoofdstukken (1. Licht und Farbe, 2. Geschichtliches über Farben und Farbstoffe, 3. Anorgan. Farben, 4. Natürliche organ. Farbst., 5. die Künstlichen organ. Farbst., 6. die industrielle Darstellung der Teerfarbst., 7. die Verwendung der Teerfarbst, 8. die Natur des Färbevorganges, 9. Untersuchungen der Farbst., 10. die Echtheit der Farbst., 11. die wirtschaftliche Bedeutung der Farben und Farbstoffindustrie) een, in vele opzichten wel wat te beknopt overzicht over de bereiding en de verschillende toepassingen der allerbelangrijkste anorganische en organische kleurstoffen. Het chemisch gedeelte wordt uit den aard der zaak slechts stiefmoederlijk behandeld, zoo ook laat de behandeling der verschillende verftheorieën een en ander te wenschen over, hetgeen natuurlijk wel daaraan te wijten zal zijn, dat de schrijver gebonden is aan een populaire behandeling dezer stof. Het technische en economisch gedeelte is zeer zeker over het algemeen het meest geslaagde. Het historisch gedeelte was zonder nadeel wel iets uit te breiden geweest. De talrijke afbeeldingen zijn werkelijk zeer fraai te noemen! De noodige literatuur wordt achterin zeer uitvoerig aangegeven. Het register is zeer onvolledig; welke fout vrijwel steeds een aankleve schijnt te zijn van alle werkjes uit deze overigens zoo nuttige verzameling. Den leek is dit werkje zeer zeker wel aan te bevelen, de chemici daarentegen zullen er natuurlijk heel weinig belangrijk nieuws in vinden, ofschoon ook hen de lezing niet zal schaden!

v. Z.

KOOLWATERSTOFFEN II,[1]) door Prof. Dr. J. BOESEKEN, t.
Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr. Delft 1916. Prijs f 4.25.

Men zou bij wetenschappelijke literatuur een onderscheid kunnen maken tusschen de Duitsche werken, die meest streng systematisch zijn opgebouwd (getrouw aan de meening, dat systematiek 't beste surrogaat voor genialiteit is), en de Fransche, die meer het stempel van individualiteit dragen. De eerste hebben het voordeel dat men er direkt in thuis is en men er makkelijk uit leert, al zijn zij soms wat droog, de tweede onderscheiden zich dikwijls door 't geven van een nieuwe kijk en door het feit, dat zij zich veel aangenamer laten lezen. In Nederland zou men kunnen zeggen, dat Holleman met zijn leerboek een voorbeeld, en wel een zeer goed, van de Duitsche richting geeft, terwijl onze Delftsche geleerde, vooral in zijn laatste twee werkjes

[1]) Door omstandigheden is deze bespreking wat lang blijven liggen. Het leek mij echter niet kwaad, nu de eerste indrukken wat verzonken zijn, door een wat late bespreking opnieuw de aandacht op de werkjes te vestigen

Koolwaterstoffen I & II, meer de Fransche opvatting vertegenwoordigt. De oorzaak daarvan is dat Boeseken een zekere tegenzin heeft in bloote feiten en steeds 't verband en inzicht naar voren brengt, waarbij vaak een nieuw licht op 't onderwerp valt. Dit wil nu niet zeggen, dat in de boekjes weinig feitenmateriaal verwerkt zou zijn; 't tegendeel is eerder waar, doch dit feitenmateriaal ligt meer verscholen, doordat het terloops aangehaald wordt in bewijzen, analogieën en stavingen. Ja, hierin ligt soms een desillusie. Heeft men toch, zeer vergenoegd over de vlotheid waarmee 't ging, een hoofdstukje doorgelezen en wil men daarna zelf 't heele bewijzenweefsel, met ondersteuningen, weer samenstellen, dan blijkt het, dat men toch menig feitje noodig heeft eer alle haakjes weer in de oogjes zitten.

Bovengenoemd boekje bevat nu drie onderdeelen van de koolwaterstoffen.

Het eerste, bladzijde 1—66, bespreekt de terpenen, cyclische en caliphatische d.w.z. enkele belangrijke daarvan met hun bereidingen, constitutiebewijzen en synthesen, waaraan duidelijk gemaakt wordt de gang van het onderzoek in dit praeparatief lastige gebied, de moeilijkheden die zich daarbij voordoen en de fouten waarvoor men zich heeft te behoeden.

Het tweede hoofdstuk (blz. 66—92) is gewijd aan de technisch zoo uiterst belangrijke rubber, die zich gedeeltelijk bij de terpenen aansluit. Behandeld worden de algemeene colloïdale en chemische eigenschappen en in verband met de laatsten, de constitutie. Verder de vulcanisatie en wel die door verhitten met S. Een bezwaar is natuurlijk, dat bij een nog niet geheel afgesloten gebied als dit, de wetenschap snel voortschrijdt en de kennis er omtrent verder uitbreidt, zoodat 't excerpt gauw onvolledig wordt. Per slot wordt de synthetische rubber even besproken.

De laatste vijftig bladzijden geven een overzicht over de benzolconstitutie (blz. 93—117) en het substitutievraagstuk (blz. 117—144). Ook hier geen opeenhooping van losse feiten. Uit de talrijke voorgestelde formules worden eenige uitgekozen en daaraan duidelijk gemaakt aan welke eigenschappen de juiste benzolformule alzoo moet voldoen en hoe men aanwijzingen kan krijgen omtrent 't al of niet voldoen. De andere benzolformules zooals die van Stark of Collie kan de oplettende lezer dan zelf wel aan.

Om nog eens te herhalen, 't fraaie van de werkjes is mijns inziens gelegen in de algemeenen kijk die zij geven en op 't wijzen van 't belang, van tal van soms kleine feitjes uit zeer verschillende gebieden, voor de meest belangrijke vraagstukken.

Loopt er hier en daar eens een opmerking onder door, waaraan op 't eerste gezicht teveel waarde gehecht is, zoo kan men zich primo meest op de intuitie van de schrijver verlaten en secundo blijkt vaak bij een nauwkeurig nagaan (waartoe de oplettende lezer juist kritisch onderricht in de boekjes vindt) dat er nog heel wat andere verschijnselen voor pleiten, maar in een beknopt overzicht kan niet alles aangehaald.

Een ieder kan ik dan ook de lezing van deze „overzichten" naast de gewone leerboeken ten zeerste aanbevelen.

S. DE W.

ONDERHOUD EN VERBETERING VAN WOONHUIZEN door P. K. VERHAVE, Inspecteur Gemeentelijke Bouw- en Woningtoezicht te Amsterdam.
(N. V. UITGEVERS-MAATSCHAPPIJ voorheen VAN MANTGEM & DE DOES, Amsterdam).

Bovenstaand handboek is bestemd voor niet- of halfbouwkundige eigenaren en beheerders van woonhuizen, en, blijkens het voorwoord, zag schrijver het ook gaarne in handen van architecten, opzichters, werkbazen, jongere bouwkundigen, enz.

In 't midden latend of het raadzaam is niet-bouwkundigen aan huizen te laten prutsen, kan ik dit werk aan mijn mede studenten ten zeerste aanbevelen; zij zullen daar in, ter gemoetkoming aan hun practijk-gemis, verschillende problemen zien opgelost, die aan eenmaal gebouwde huizen kunnen voorkomen, terwijl zij in Delft hoofdzakelijk geleerd hebben, of leeren zullen, het ontstaan dier problemen te voorkomen.

De vele, duidelijke figuren in den tekst herinneren me sterk aan de teekeningen uit dictaten van prof. Itz, hetgeen het geheel voor hen die aan die teekeningen gewend zijn, des te begrijpelijker maakt.

Ten slotte volgen hier nog de titels der hoofdstukken:

Het verbeteren van loozingsinrichtingen, het verbeteren van schoorsteenen. Bestrijding van vocht, huiszwam. Het verbeteren van gebreken aan dakbedekkingen en dakgoten. Verbetering van verlichting en ventilatie. Middelen tot voorkoming en vermindering van brandgevaar. Middelen tot demping van geluid en tegengaan van anderen trillingen. De beschikbaarheid van goed drinkwater. Onderhoud en bouwvalligheid. Bestrijding van ongedierte. Wettelijke bepalingen. Verklarend woordenregister.

J. v. H.

ONTVANGEN TIJDSCHRIFTEN.

Voortaan zullen wij in deze rubriek alleen de belangrijkste artikelen uit ons toegezonden tijdschriften vermelden.

Bouwstoffen, Sept. 1917.

Prof. v. d. Kloes vervolgt zijn verhandeling over natuursteen door in dit nummer de lijstwerken van het Paleis te Amsterdam te beschouwen. P. Siekman, Opz. v. d. Waterst. vestigt de aandacht op het nut van een rijksproefstation voor bouwmaterialen, aan welk betoog prof. v. d. Kloes het zijne toevoegt. Verder bespreekt prof. v. d. K. het metselwerk van de oude vestingwerken te Utrecht.

Bouwstoffen, Oct. 1917.

Prof. v. d. Kloes geeft het slot van „Natuursteen" en M. F. Oortgijsen begint een reeks artikelen over teerstoffen. Ir. M. E. H. Tjaden levert een vervolg van „Microscopisch onderzoek van hout" en „Scheurvorming aan den kerktoren te Breda". De rubriek „Gedachtewisseling" is ditmaal zeer uitgebreid.

Gewapend Beton, Sept. 1917.

Ir. Kentie vervolgt „de gewapend betonconstructies van de uitbreiding der Gemeentelijke electriciteitsfabriek te 's Gravenhage."

Ir. K. Bakker oefent critiek uit op een berekening van ronde reservoirs, voorkomende in de 5de jaargang, No. 5.

TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

Examenopgaven en Antwoorden

Prop. Examens na de Zomervacantie 1917.

NATUURKUNDE.

Algemeene Cursus 1ste deel.

1.

Bereken de lengteverandering van een cilindrische buis, aan beide einden gesloten, eerst voor het geval, dat deze alleen van binnen aan een drukverhooging van 100 kg/cm² wordt onderworpen, dan als deze drukverhooging zoowel binnen als buiten optreedt.

Gegeven zijn : de lengte van de buis 200 cm,
de inwendige diameter van de buis 16 cm,
de wanddikte van de buis . . . . 4 mm,
de elasticiteitsmodulus van het materiaal . . . . . E = 12000 kg/mm²,
De kontractieverhouding van het materiaal . . . . $m = 3{,}8$.

Antwoord:

In het eerste geval is de verlenging

$$\Delta l = \frac{pl}{E}\left(\frac{r^2}{(r+d)^2 - r^2} - \frac{1}{m}\cdot\frac{r}{d}\right) = 0{,}749 \text{ mm}$$

in het tweede geval is

$$\Delta l = -\frac{pl}{E}\left(1 - \frac{2}{m}\right) = -0{,}0789 \text{ mm}$$

waarin l is de lengte van de buis, p de drukverhooging van 100 kg/cm², E de elasticiteitsmodulus, r de inwendige straal van de buis, d de wanddikte, m de kontractieverhouding.

2.

Bepaal door middel van de wet der overeenstemmende toestanden den kritischen druk van broom, als gegeven zijn

	Cl	Br
kritische temperatuur	146° C.	302° C.
„ druk	93,5 atm.,	

verder dat het kookpunt van vloeibaar chloor bij 1 atm. druk —38° C. is, en dat uit tabellen is te ontleenen voor de verzadigde dampspanning van vloeibaar broom:

temp.	druk
46,8° C.	50 cm Hg.
51,95° C.	60 cm Hg.

Antwoord:

67,96 atmosfeer.

Algemeene cursus, 2de deel.

1.

Twee punten A en B van een electrisch net, waartusschen een potentiaalverschil van E volt bestaat (A hoogste potentiaal), zijn verbonden door twee geleidingen ACB en ADB. De punten C en D zijn bovendien met elkaar verbonden. In den tak AC bevindt zich een batterij van 5 accumalatoreu (10 volt), met de positieve rol naar A gekeerd, in den tak AD een accumulator (2 volt), op dezelfde wijze ingeschakeld. Een in CD opgenomen galvanometer wijst aan, dat de stroomsterkte in dezen tak nul is.

Gegeven zijn de weerstanden van de takken AC, CB, BD, DA resp. 2, 3. 5, 4 ohm. Gevraagd wordt te berekenen de stroomsterkten in de verschillende takken, en de waarde van E.

Antwoord:

12 A, 20 A, 110 V.

2.

Langs twee vertikale metaaldraden, liggende in een vlak loodrecht op den magnetischen meridiaan, valt een horizontaal gerichte metaaldraad, die daarmede zonder wrijving contact maakt. De vertikale draden zijn aan de bovenzijde met elkaar verbonden door een geleiding, waarin zich een draadklos bevindt met een weerstand r, terwijl de overige weerstanden kunnen worden verwaarloosd. De coëfficient van zelfinductie L van den gesloten keten kan konstant gerekend worden.

Bereken de sterkte van de inductiestroom, die tengevolge van de aardmagnetische kracht zal ontstaan, als functie van den tijd, verloopen sedert het begin van de beweging. Gegeven zijn nog:
de afstand der beide draden . . . . a.
de versnelling der zwaartekracht. . . . . g.
de horizontale intensiteit van het aardmagnetisme . H.

Antwoord:

$$i = -\frac{agH}{r}t + \frac{LagH}{r^2}\left(1 - e^{-\frac{r}{L}t}\right)$$

Hierbij is ondersteld, dat de massa van den vallenden draad zoo groot is, dat de draad, niettegenstaande het magnetische veld er een vertragende werking op uitoefent, zich blijft bewegen met de versnelling van de zwaartekracht.

Technische Warmteleer.

1.

Gegeven twee lichamen die ieder de warmtecapaciteit C bezitten en waarvan de temperaturen respectievelijk T_1 en T_2 bedragen.

a) Welke zal gemeenschappelijke eindtemperatuur T der beide lichamen zijn, als het temperatuurverschil vereffend wordt door geleiding?

b) Welke zal de eindtemperatuur T_0 zijn, als deze bereikt wordt langs omkeerbaren weg met behulp van kringloopen van Carnot?

c) Met welk bedrag is bij de eerste toestandsverandering de gezamenlijke entropie der beide lichamen gestegen?

d) Hoe groot is de uitwendige arbeid, die bij de tweede toestandsverandering gewonnen wordt?

Ondersteld wordt dat C niet verandert met de temperatuur.

Antwoord

$a)\ T = {}^1/_2(T_1 + T_2)$, $b)\ T_0 = \sqrt{T_1\,T_2}$, $c)\ \Delta\eta = 2\ C\,ln\ T/T_0$

$d)\ A = 2\ C(T - T_0)$

2.

In een compressie-koelmachine cirkuleert ammoniak; de temperatuur in den verdamper bedraagt — 20° C., die in den condensor + 20° C., terwijl de ammoniak juist droog is aan het einde van de compressie en geheel vloeibaar aan het einde der condensatie.

Hoeveel warmte wordt door 1 kg ammoniak in den verdamper opgenomen en hoeveel warmte wordt in den verdamper opgenomen per pk-uur, *a*) als de machine een kringloop van Carnot volbrengt, *b*) als de expansiecilinder bij dezen kringloop vervangen wordt door een regelkraan of smoorklep?

De soortelijke warmte van vloeibaren ammoniak bij alle hierbij voorkomende temperaturen gelijk aan 1,12 te stellen, de verdampinpswarmte bij t° C. gejijk aan 300,3—0,79 t.

Geef een nadere beschrijving van de beide genoemde kringloopen, toegelicht door een pv- en een $T\eta$ diagram.

Het mechanisch warmteëquivalent = 427 kgm/kg-cal.

Antwoord:

a) 245,66 cal, 3999,2 cal/pk u.
b) 242,45 cal, 3645,8 cal/pk u.

Bijzondere Onderwerpen.

I.

De oppervlaktespanning σ van een zeepoplossing bedraagt bij 15° C. 2,94 mg/mm.

a) Hoe hoog zal deze vloeistof opstijgen tusschen twee evenwijdige glazen platen, waarvan de afstand 0,35 mm bedraagt, als men onderstelt, dat de randhoek van de vloeistof bij aanraking van glas 0° bedraagt?

b) Welke zal de overdruk in een zeepbel zijn, die men van deze vloeistof blaast, als de straal er van 4 mm bedraagt?

b) Welke zal de overdruk in een zeepbel zijn, die men van deze vloeistof blaast, als de staal er van 4 mm bedraagt?

c) Hoe groot zullen de straal van de zeepbel en de overdruk er in worden, wanneer men de temperatuur van de zeepbel, die eerst 15° C. bedroeg, laat stijgen tot 55° C.? Bij deze berekening: 1⁰. de *veranderlng* van den binnendruk te verwaarloozen tegenover den constant blijvenden buitendruk, 2⁰. de spanning van den waterdamp buiten beschouwing te laten.

Gegeven is $\frac{d\sigma}{dT} = -0{,}015$ mg/mm per graad Celsius, het soortelijk gewicht van de zeepoplossing = 1,2. De te gebruiken formules toelichten.

Antwoord:

a) 14 mm, *b*) 2,94 mg/mm², *c*) 4,18 mm, 2,24 mg/mm².

Ultramicroskoop.

Op welk beginsel berust het ultramicroskoop? Beschrijf meer in het bijzonder *a*) de methode van Siedentopf en Zsigmondy; *b*) de inrichting en de werking van den kardioidcondensor.

Examens gehouden vóór de Zomervacantie.

PROPAEDEUTISCHE EXAMENS.

Geslaagd voor:

Civiel-Ingenieur.

A. Aronsohn.
A. H. van Assen.
E. J. Baumann.
J. Beckering Vinckers.
J. F. W. Burkeij.
J. E Carrière.
W. M. du Chattel.
A. Chr. de Frenne.
G. J. de Glee.
P. de Gruyter.
W. Gijzen.
L. Harmens.
G. Th. Heitink.
J. Heijkoop.
C. van der Hoeven.
W. Hofland.
W. Kunst.
A. G. Maris.
M. M. van Praag.
J. A. de Priester.
F. M. Razoux Schultz.
D. v. Riemsdijk.
J. C. N. Ringeling.
A. Roggeveen.
P. Ph. Steneker.
W. N. v. Vliet Jr.
J. A. J. Wessels.
W. Zwaan.

Bouwkundig Ingenieur.

C. E. Alexander.
R. Hanf.
L. Chr. Kalff.
G. Chr. Six.

Electrotechnisch Ingenieur.

J. Aberson.
J. J. F. Bartels.
W. ten Berge.
Th. Ch. H. Bogaardt.
D. Coster.
E. van Elk.
R. G. Gerritzen.
S. L. Groenewoud.
M. S. F. Joustra.
E. Posthumus.
J. C. Romeijn.
F. Spoon.
W. A. Vitringa.
G. H. Wieneke.
R. A. Wolterbeek Muller.
A. M. A. Wijnans.

Scheikundig Ingenieur.

J. van Beijnum.
H. G. Bos.
G. O. van Dam.
H. G. Derx.
Mej. W. Eekhoff.
A. van Emmenes.
B. B. C. Felix Jr.
L. de Hoop.
J. J. Hopmans.
J. H. Koers.
H. A. J. Pieters.
P. H. Hermans.
H. Limburg.
D. A. Tholen.
G. J. A. van Wagensveld.

Mijningenieur.

J. Bakker.
E. M. Bunge.
E. A. L. Gevaerts.
S. H. van Kuijk.
J. de Pril.
A. G. G. Schot.
Th. R. Seldenrath.
G. Snoeck Henkemans.
Ch. H. J. Wilhelm.
P. F. de Zee.

CANDIDAATS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Civiel-ingenieur.

Mej. E. F. van den Ban.
J. W. J. Beek.
E. J. van der Beek.
J. C. van der Meij.
A. A. Mussert.
H. Popping,

D. Boogerd.
D. W. Brand Jr.
Jhr. F. E. Ch. Everts.
J. J. Groenema.
T. J. v. Haften.
J. P. Josephus Jitta.
R. Klaij.
W. J. de Kock v. Leeuwen.
W. M. Lemaire.
O. R. Maier.
J. Th. Rietveld.
T. H. van Rijn.
E. M. H. Schaank.
T. Schuylenburg.
L. M. A. van der Sprong.
W. Stok.
E. A. Voorneman.
C. G. J. Vreedenburgh.
J. F. R. van de Wall.
A. F. de Wolff.

Bouwkundig Ingenieur.

J. A. W. A. Bordewijk.
J. H. Plantenga.
A. van der Steur.

Scheepsbouwkundig ingenieur.

L. Asjes, w. i.
G. Cool.
J. Triebart.

Electrotechnisch ingenieur.

H. W. Cramer.
Chr. van Geel (met lof).
L. van den Honert.
A. A. Lagaay.
Mej. M. Lindeijer.
G. L. Ludolph.
W. Chr. M. J. Snijders.
R. Sijbrandij.
J. D. H. van der Toorn.
B. M. Woldringh.

Scheikundig Ingenieur.

Chr. J. G. Aarts.
F. Donker Duyvis.
F. Groeneveld.
M. Hardonk.
J. W. Kessler.
Mej. N. Kloppert.
Mej. H. J. Kruseman.
W. van Lookeren-Campagne Wz.
Mej. J. C. Meiss.
G. F. Mirandolle.
J. H. W. Rost v. Tonningen.
A. F. Rijken.
M. L. van der Schaaff.
E. J. G. Schermerhorn.
F. F. Stutterheim.
Mej. J. A. van der Spek.
J. F. Straatman.
Mej. G. W. Tergau.
Mej M. P. de Vos.

INGENIEURS-EXAMENS.

Geslaagd voor:

Bouwkundig ingenieur.

M. Th. Elout.
J. Gerber.
H. J. van der Heijden.
W. Lemei.
M. C. A. Meischke.
M. B. Tideman.
Mej. G. W. E. Wolffensperger.

Scheepsbouwkundig ingenieur.

L. W. Bast. (met lof).
C. Pannevis Azn.
H. C. Snethlage.
Th. J. van Teutum.

Electrotechnisch ingenieur.

H. van der Does.
J. D. Fokma.
D. van Geuns.
J. J. F. F. de Haan.
H. A. J. Jansen.
R. H. C. Koumans.
J. van der Merwe.
H. A. Molenbroek.
R. C. A. F. J. Nessel.
A. van Niekerk (met lof).
F. M. Roeterink (met lof).
H. F. A. Roodenburg.
D. Vreugdenhil (met lof).
J. L. M. Wijers.
J. Wijsman.

Scheikundig ingenieur.

E. Bunschoten (met lof).
G. E. van Nes.
Chr. F. Rüter.
Mej. W. A. Rakhorst.
J. J. Schilthuis.
M. van Son Pzn.
Mej. J. Tromp.
H. van der Veen (met lof).
S. de Waard.
H. Zanstra (met lof).

Mijningenieur.

I. R. J. de Greve.
P. de Haart.
C. Schouten.

Aanvragen om Studieverlof.

Ten einde in de gelegenheid te zijn advies te geven aan de militaire overheid omtrent de noodzakelijkheid en den duur van studieverloven voor gemobiliseerde studenten aan de Technische Hoogeschool, zullen Rector-Magnificus en Assesoren de aanvragen, die aan hun college worden toegezonden, in behandeling nemen, wanneer deze vergezeld gaan van:

1e een verzoekschrift aan de militaire overheid (c. q. Zijne Exellentie den Minister van Oorlog), waarin, onder vermelding van vroeger genoten of nog loopend buitengewoon verlof, nauwkeurig zijn aangegeven de aard van het verlangde studieverlof (3-daagsch, 7-daagsch, doorloopend, enz.), de aanvang en de tijdsduur, waarvoor zulk een verlof wordt gevraagd;

2e een opgaaf van de cursusjaren, waarin de verzoeker ingeschreven is geweest aan de Technische Hoogeschool en van het studievak en het studiejaar, waarvoor hij in den loopenden cursus aan deze Hoogeschool is ingeschreven;

3e een opgaaf van de examens der Technische Hoogeschool of van de gedeelten van examens, waaraan de verzoeker heeft deelgenomen en van het al of niet slagen voor elk van deze;

4e een opgaaf van het examen of gedeelte daarvan dat de verzoeker voornemens is gedurende den loopenden cursus af te leggen;

5e een opgaaf van het tijdstip c. q. van indienststelling in den rang van vaandrig (kornet) of luitenant.

Het College van Rector-Magnificus en Assesoren,

J. C. DIJXHOORN, *Rector-Magnificus.*
J. A. G. VAN DER STEUR, *Secretaris.*

BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 27 Juni 1917 No. 10194, Afdeeling O., is voor het tijdvak van 1 Juli benoemd tot bediende in algemeenen dienst aan de Technische Hoogeschool te Delft G. Richarts, en met ingang van 1 Juli 1917 aan C. B. Zaat op zijn verzoek eervol ontslag verleend als bediende bij het natuurkundig en electrotechnisch laboratorium aan genoemde school.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 19 Juni No. 9590, Afdeeling O., is met ingang van 1 Juli 1917 aan W. Spoon, t. te Rotterdam op zijn verzoek eervol ontslag verleend als assistent voor de analytische scheikunde aan de Technische Hoogeschool.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 14 Augustus 1917, No. 13115, afd. O., is met ingang van 15 Augs. 1917, aan C. Venemans, w. i., op zijn verzoek eervol ontslag verleend als assistent voor de werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool, en voor het tijdvak van 15 Augs. tot en met 31 December 1917 benoemd tot bediende-instrumentmaker bij de mechanische technologie aan de Technische Hoogeschool, D. C. Verweij te Mijdrecht.

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 15 Sept. 1917, No. 14666 Afdeeling O, is benoemd voor het tijdvak van 16 Sept. 1917 tot en met 31 Augs. 1918 tot assistent voor de analytische scheikunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, de heer Th. Wemmers, Newtonplein 84, 's Gravenhage.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 24 September 1917 No. 15967 Afd. O. is benoemd voor het tijdvak van 24 Sept. 1917 tot en met 31 Aug. 1918 tot assistent voor de electrotechniek aan de Technische Hoogeschool de heer D. Vreugdenhil e. i.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 21 September 1917 No. 15608 afdeeling O. is benoemd tot assistent voor de werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool de heer A. F. E. Jansen, w. i. Poortlandlaan 12 Delft.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken van 29 September 1917 No. 16456, afdeeling O. is benoemd voor het tijdvak van 1 October 1917 tot en met 31 Augustus 1918 tot assistent voor de technische hygiene aan de Technische Hoogeschool te Delft de heer G. H. L. de Wijs, Piet Heinstraat 14 Delft.