

# TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCHRIFT,  
ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: S. DE WAARD.

Redactie:

J. J. I. SPRENGER,  
G. J. P. M. BOLSIUS,  
G. EKAMA,  
W. P. VAN ZON,  
A. G. D. BRUINS,  
S. DE WAARD,  
J. F. VAN DIERMEN,

Civiele faculteit,  
Bouwkundige faculteit,  
Werktuigkundige faculteit,  
Scheepsbouwkundige faculteit,  
Electrotechnische faculteit,  
Scheikundige faculteit,  
Mijnbouwkundige faculteit,

Voorstraat 101.  
Falkstraat 122, Den Haag.  
Oude Delft 249.  
Nieuwe Plantage 74.  
Phoenixstraat 37.  
Van Leeuwenhoeksingel 12.  
Mijnbouwkundig Instituut.

Vlaamsche Sub-Redactie:

M. STEENBRUGGE,  
M. VAN DER HAEGHEN,

Werktuigkunde,  
Burgerlijke Bouwkunde,

St. Machariusstraat 1, Gent.  
Coupure 155, Gent.

Luchtvaart: A. G. VON BAUMHAUER, Van Leeuwenhoeksingel 5.

en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 4,—.

Uitgave Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR., Delft.

4e Jaargang. No. 13. 15 Mei 1914.

Alle berichten en mededeelingen zijn buiten  
verantwoordelijkheid van de Redactie.

## Inhoud.

Over de theorie van het desinfectieproces, door  
L. W. H. van Oijen.

Berekening van elastische kleppen.

Problemen der Aerologie.

Draadlooze tijdseinen en weerberichten.

Waarom teekeningen inkten?

Problema II.

Boekbespreking.

Berichten en Mededeelingen.

Over de theorie van het desinfectieproces,  
door L. W. H. VAN OIJEN.

In den 3<sup>en</sup> jaargang, pag. 67, van dit tijdschrift vindt men een artikel „Over het afsterven van bacteriën”, waarin de heer S. Tymstra Fzn. het thema van de desinfectie als chemische reactie behandelt. Na bespreking van de interessante studies van

Krönig & Paul (Skeda), Madsen & Nijman, Harriette Chick, Reichenbach, Eykman e. a. komt schr. tot de slotsom „dat we van een verklaring van het sterfteproces nog even ver af zijn als vroeger.”

Inderdaad, de hoop het desinfectie-proces een voudig op één lijn te mogen stellen met de monomoleculaire reacties is niet verwezenlijkt, en met recht hebben dan ook verschillende onderzoekers in den laatsten tijd biologische opvattingen doen gelden tegenover de fysisch-chemische „verklaringen.” „Mathematische vergelijkingen worden veel te licht gebruikt voor de voorstelling van biologische processen. De afleidingen van de oorspronkelijk opgestelde formule zijn gewoonlijk wel juist, tot de eerste mathematische uitdrukking komt men echter maar zelden zonder een zekere willekeurigheid. Juist de desinfectie-literatuur geeft daarvan vele voorbeelden.” (Bürgi.) Het is mijne bedoeling in het volgende de theorie van het desinfectie-proces van een andere zijde te bezien.

Zelfs als men tenslotte de desinfectie als een chemische reactie zou willen opvatten, moet men zich toch eerst rekenschap trachten te geven van de fysisch-chemische verschijnselen, welke die reactie in het mengsel van desinfectans en micro-



organismen (een „heterogeen systeem”!) inleiden. Die verschijnselen kunnen van zeer verschillenden aard zijn. Zoo hebben R. O. Herzog en R. Betzel (Z. f. physiol. Chem. 74, 221, 1912) verschillende desinfectie-middelen in wisselende concentratie laten inwerken op persgist. Nadat een bepaalde tijd geschud was, werd de gist afgecentrifugeerd en de niet opgenomen hoeveelheid gift bepaald. Ze vonden, dat de opname van chloroform en van  $AgNO_3$  geheel verloopt als een typisch adsorptie-proces, terwijl ze in beide gevallen tot een omkeerbaar evenwicht konden besluiten.

(De chloroformbepaling eischte veel zorg; zij geschiedde volgens Nicloux C. R. 142 p. 163, en kwam hierop neer, dat een alcoholische oplossing quantitatief verzeept werd door alcoholische kali). Voor formaldehyde vonden ze, dat eene bepaalde hoeveelheid gist steeds eene constante, van de concentratie onafhankelijke hoeveelheid desinfectans bindt.

Bij uiterst geringe concentraties traden echter regelmatige afwijkingen op, die tot de onderstelling leidden, dat de gist, als ze „mild abgetötet wird” mogelijk eenig formaldehyde kan ontleden. Voor phenol werd beneden de 1% weer een echte adsorptie-reactie waargenomen, maar bij sterkere oplossingen was van die overeenkomst niets meer te bespeuren. Hierbij was dan geen phenelopname aan te toonen; de afgecentrifugeerde vloeistof werd geel van kleur en Herzog & Betzel namen aan, dat de geconcentreerde pheneloplossing de cel zóó sterk aangreep, dat de membraan vernield werd en de cel-inhoud naar buiten trad.

Men ziet dus, dat de verschillende desinfectie-middelen ten opzichte van hetzelfde micro-organisme een geheel verschillend gedrag kunnen vertoonen. In het algemeen zullen bij het desinfectie-proces de stoffen in de cel diffundeeren, na al of niet te voren geadsorbeerd te zijn en ze zullen dan in die cel fysisch worden opgelost of chemisch worden gebonden. Bij zoo'n beschouwing dienen we ons dus achtereenvolgens bezig te houden met de adsorptie door de cellen, de diffusie in de celwand en de opname van het desinfectie-middel in het protoplasma.

*Adsorptie.* We hebben hier practisch alleen te maken met het geval, dat de opgeloste stof zich om de gesuspendeerde concentreert. Zooals wij gezien hebben, toonden Herzog & Betzel reeds adsorptieverschijnselen aan bij persgist. Paul, Bir-

stein & Reusz (Biochim. Z. 25 e. v.) meenden eveneens eenige van hunne resultaten 't best op adsorptieverschijnselen te kunnen terugbrengen. Maar vooral H. Bechhold heeft de beteekenis hiervan uitvoerig onderzocht (Biochem. Z. 20. Z. physik. Chem. 56). Volgens Freundlich (Koll. Chem. Beih. I 317) worden slechts zwak geadsorbeerd: zouten (vooral van de onedele metalen), sterk gedissocieerde stoffen, lichamen, die veel OH-groepen of de sulfo-groep in het molecuul hebben. Bechhold maakt op de betrekkelijk geringe bruikbaarheid van deze stoffen voor desinfectiedoeleinden opmerkzaam. De zouten van zware metalen vertoonen daarentegen een zeer hoog adsorptievermogen en boven alles het uiterst giftige sublimaat! (Morawitz; zie ook bij H. Freundlich: Die Adsorption und ihre Bedeutung für chem. und biolog. Probleme. Vortrag. Chem. Weekbl. X 772. 1913). Ook worden bv. organische stoffen, die de phenylgroep bevatten sterk geadsorbeerd, vooral als ze opgelost zijn in water, veel beter dan in olie, alcohol of aceton, waarin ze dan ook veel zwakker desinfecteeren. De bekende desinfecteerende werking van uiterst verdunde oplossingen, bv. van sublimaat (na Koch door tal van onderzoekers aangetoond) wordt ook verklaarbaar als men aan adsorptie gaat denken, vooral ook, omdat juist bij geringe concentraties de opgeloste stoffen bijna geheel worden geadsorbeerd, terwijl ze zich in grooter concentraties meer en meer gaan verdeelen volgens den regel van Henry. Van belang is in dit verband ook de waarneming van Scheurlen, dat, als men aan 1% carbolwater zooveel NaCl toevoegt, als zonder troebeling mogelijk is, men dan een desinfecteerende kracht als van een geconcentreerde pheneloplossing krijgt. Ter verklaring redeneert men (naar Spiro) als volgt: „Wanneer aan de eene kant water, aan de andere kant bacterielichamen voor één en dezelfde stof, bv. voor phenol, als oplosmiddel kunnen dienen, dan zal die stof zich, al naar zijn verdeelingscoëfficiënt, tusschen de beide systemen verdeelen; maak ik nu de „affiniteit”, de samenhang tusschen phenol en water, kleiner, door aan het water keukenzout toe te voegen, dan wordt de verdeelingsfactor ten gunste van het bacteriënlichaam veranderd en zal daarin dus meer phenol doordringen, net zooals er in een zijden draad uit eene alcoholische fuchsine-oplossing meer kleurstof binnendringt naarmate ik meer water bij de oplossing voeg.”



Uitvoeriger besprekingen van deze zaken vindt men vooral in het artikel van Emil Bürgi (Handb. Kolle—v. Wasserm. 20 Aufl. III S. 543. 1913).

*Diffusie.* Hierbij moet men zoowel rekening houden met de permeabiliteit van de celmembranen als met de diffusiesnelheid van het desinfectie-middel. Wat het eerste punt betreft, hierover is men het nog lang niet eens. W. Ruhland geeft in het Koll. Zeitschr. XII S. 113 een overzicht van de thans heerschende meeningen. Na een beschouwing over een eventuele „plasmastructuur”, waarbij vooral aandacht wordt geschonken aan de nieuwere theorieën van Lepeschkin, gaat schr. over tot de behandeling van de plasmahuid, waarvan vooral de permeabiliteit van groot belang is voor de geheele stofwisselings-physiologie. Hier is het onderzoek voor een groot deel gebaseerd op de bekende lipoïdtheorie (Overton, Meijer), volgens welke de grenslaag van het plasma uit lipoïdachtige stoffen zou bestaan, waaruit dan naar het principe van de „auswählende Löslichkeit” (Nernst) het snelle doordringen van zoovele in aether en lipoïden oplosbare, en het langzame doordringen van slechts in water oplosbare stoffen verklaard zou moeten worden.

Ruhland behandelt dan de zeer interessante onderzoekingen van Czapek en zijne leerlingen, die de plasmahuid beschouwen als een geconcentreerde vetemulsie (Overton moet zelf de aanwezigheid van echte vetten in de plasmahuid ontkend hebben), waarin echter eiwitten niet behoeven te ontbreken. Bespreking van deze proeven zou mij te ver voeren. Evenmin kan ik hier nader ingaan op het, vooral ook uit experimenteel oogpunt zoo belangwekkende onderzoek van Osterhout (o. a. in Science 1911 en 1912) betreffende de „antagonistische werking” van neutrale zouten, dat wel tegen de leer van Overton schijnt te spreken.

Ruhland meent, ook op grond van zijn eigen resultaten, reeds te mogen concludeeren, dat we hier niet te maken hebben met een „Löslichkeitsphänomen” (Overton), maar met een „Filtrationsprozess”; hij vindt de cel volkomen analoog aan een ultrafilter! Hiertegen is veel aan te brengen, maar toch schijnt, om tot het desinfectie-proces terug te keeren, de geringe „Lipoïdlöslichkeit” der zouten van de zware metalen, in verband met hun sterk desinfecteerend vermogen, inderdaad tegen de domineerende beteekenis van die oplosbaarheid

te spreken. Naast de permeabiliteit van de celwand moet men echter ook letten op de diffusie-snelheid van het desinfectie-middel. Het is mij niet bekend of dit punt, in verband met de desinfecteerende werking, reeds systematisch onderzocht is. Toch zouden hierbij mogelijk wel interessante resultaten voor den dag kunnen komen. Zoo heeft bv. (volgens Cohen: Voordrachten over physische scheikunde voor geneeskundigen 1901) Eckardt aangetoond, dat diffusie-snelheid (door dierlijke en plantaardige membranen) en desinfecteerende werking (bv. voor het mengsel  $Hg Cl_2 + Na Cl$ ) zeer duidelijk parallel loopen (zooals bekend is, meent de desinfecteerende werking van  $Hg Cl_2$  af na toevoeging van  $Na Cl$ , omdat daardoor de  $Hg$ -ionenconcentratie verminderd wordt).

*Werking op het protoplasma.* Hier zijn we bijna geheel in het rijk der hypothesen, omdat chemische bindingen in de bakterie-cel vooralsnog niet zijn aan te toonen. Men kan aan eene „fermentstorende werking” denken; men kan ook aannemen, dat bv. het phenol, in verhouding tot zijne concentratie, in staat zou zijn het „Quellungswasser” van het eiwit te verdringen, waarbij men dan nog niet tot eene directe coagulatie behoeft te besluiten. Denkt men zich moleculaire bindingen, dan moeten die toch zeer los zijn, want ook bij overmaat eiwit laat phenol zich nog goed met broom titreeren. Men meent veelal, dat, als aan het desinfectie-proces een chemische binding ten grondslag ligt, de ailerzwakste concentraties van het desinfectans bij langdurige inwerking eindelijk ook de micro-organismen zouden moeten doden. Dit gebeurt inderdaad dikwijls, maar er is reeds opgemerkt, dat dit als een adsorptie-verschijnsel verklaard zou kunnen worden. Sommige desinfectie-middelen (bv. phenol) werken echter beslist niet meer beneden een bepaalde concentratiegrens. Dit zou werkelijk tegen eene chemische binding kunnen spreken, maar het is zeer wel mogelijk, merkt Bürgi op, dat de bakteriën niet alleen kleine hoeveelheden van het desinfectie-middel zouden kunnen binden, maar die zelfs kunnen ontleden, ja dat deze eigenschap zelfs met den tijd zou kunnen toenemen. (Vergel. ook het resultaat van Herzog & Betzel met persgist). „Dat is, weliswaar slechts een vermoeden, afgeleid uit een analoog gedrag van andere cellen, dat natuurlijk het bestaan van chemische bindingen niet bewijst. Maar het wordt waarlijk tijd, de verhouding van de



micro-organismen bij het desinfectie-proces weer eens vanuit een meer algemeen biologisch gezichtspunt te beschouwen. Men weet thans immers — om maar één voorbeeld te noemen — dat de microben zich zelfs een zoo moeilijk te verklaren eigenschap als het wennen aan bepaalde giften eigen kunnen maken." (Bürgi).

Adsorptie en diffusie, oplossing en binding, dat alles kan bij éénzelfde desinfectie-proces voorkomen. Over de beteekenis van elk van die factoren voor een bepaald geval van desinfectie tast men echter nog vrijwel in het duister.

[Voor wat de invloed van de *chemische samenstelling* van het desinfectie-middel op het desinfecteerend vermogen betreft, verwijs ik naar het geciteerde artikel van Bürgi; verder naar het zeer uitvoerige stuk van R. Graszberger in het nieuwe Handb. der Hygiëne (herausgeg. v. Rubner, von Gruber & Ficker), III Bnd. I Abt. S. 363, 1913, en naar dat van E. Gotschlich in het Handb. v. Kolle & v. Wassermann. 20 Aufl. Bd. III S. 443, 1913, die beide den weg wijzen in de overstelpende literatuur.]

's Gravenhage, Dec. 1913.

### Berekening van Elastische Kleppen.

Naar aanleiding van mijn artikel in het vorige T. S. T., had ik eenige besprekingen met Prof. Brouwer, waarvan ik het resultaat in het volgende geef.

We hadden gevonden, dat de oplegdruk der bovenste zitting was

$$P = \frac{\pi}{4} r_1^2 p C. \quad (\text{verg. II})$$

Wanneer we nu veronderstellen, dat de klepspildruk, naar boven, juist evenwicht maakt met de veerdruk; dit is niet waar, maar daar de veer sterker is, rekenen we veilig.

Op de klep werken dan de volgende krachten, veronderstellende dat beide zittingen op het midden sluiten:

naar boven: de oplegdrukken  $P$  en  $W$ ;

naar beneden: de belasting van het niet ontlaste gedeelte, dus

$$\pi (r_2^2 - R^2) p = W + \frac{\pi}{4} r_1^2 p C,$$

Nu is mogelijk dat  $W$  nul is en dan heeft het drukverschil geen invloed meer.

$$\pi (r_2^2 - R^2) = \frac{\pi}{4} r_1^2 C.$$

$$r_2^2 - R^2 = \frac{1}{4} r_1^2 C.$$

$$R^2 = (n^2 - \frac{1}{4} C) r_1^2. \quad (13)$$

Deze vergelijking geeft dus een verhouding voor de gemiddelde diameter der bovenste en onderste zitting,

$$\text{nl.: } \frac{R}{r_1} = \sqrt{n^2 - \frac{1}{4} C}.$$

Noemen we nu  $r_2 - r_1 = a = (n - 1) r_1$   
 $R - r_1 = b$ , evenals Stumpf, dan kunnen we de verhouding hiervan ook bepalen.

Berekenen we dit voor de beide gevallen, de vorige maal behandeld, dan is de uitkomst verrassend, n.l.: voor  $n = 1,3$

$$\text{wordt } n^2 = 1,69 \quad C = 1,11943$$

$$\sqrt{n^2 - \frac{1}{4} C} = \sqrt{1,41014} = 1,1875,$$

$$\text{dus } R = 1,1875 r_1$$

$$R - r_1 = 0,1875 r_1 = b \quad \text{en} \quad a = 0,3 r_1$$

$$\text{dus } b = \frac{0,1875}{0,3} a = \frac{5}{8} a,$$

en voor  $n = 1,25$ :

$$n^2 = 1,5625, \quad C = 0,901134, \quad a = 0,25 r_1$$

$$\sqrt{n^2 - \frac{1}{4} C} = \sqrt{1,33722} = 1,154,$$

$$\text{dus } R = 1,154 r_1$$

$$b = 0,154 r_1 = \frac{0,154}{0,25} a = \frac{5}{8} a.$$

Algemeen geldt dus  $b = \frac{5}{8} a$ , de waarde welke

Prof. Brouwer op zijn college als de beste verhouding aanbeveelt en welke Stumpf met de sectorenmethode en de noodige verwaarloozingen ook vindt.

Tot goed begrip, daar ik dit in figuur 1 goed teekende maar in de berekening niet geheel juist uitvoerde, de beteekenis der verschillende stralen:

$r_2$  = grootste straal van den elastischen ring, dus tot aan het midden der bovenste zitting,

$r_1$  = kleinste straal van den ring,

$R$  = straal tot het midden der onderste zitting.

Voor de berekende klep is dus  $2 r_2 = 190$  m m,

$$n = 1,25$$

$$2 R = 176 \quad "$$

$$2 r_1 = 152 \quad "$$



$a = 19$  m.m. en  $b = 12$  m.m.

zitting breedte = 3 m.m.

De klep is niet meer in evenwicht wanneer de bovenste zitting aan den binnenrand en de onderste aan den buitenrand gaat sluiten en daarmee kunnen we nu den veerdruk bepalen door weer, als grensgeval,  $W = 0$ , te stellen:

$$W = \frac{\pi}{4} \left\{ (2r_2 - 3)^2 - (2R + 3)^2 \right\} p +$$

$$F - \frac{\pi}{4} \delta^2 (p_n - 1) - \frac{\pi}{4} r_1^2 p C = 0.$$

$$F = 30,6 + 532,5 - 313 = 251,1 \text{ K.G.}$$

Deze is zeer groot, daar we daardoor bij het op- en aflopen van den nok een groote kracht op de reguleur welke, samen met de massa-reactie der klep en klepsteel, een belangrijke kracht langs de verstelweg van het excentriek kan veroorzaken.

Wanneer we dus de verhouding  $n$  aangenomen hebben, bij een bepaalde diameter, berekend uit de benodigde doortocht, kunnen we aan het slot zien of de veerdruk niet te hoog wordt. Daaruit volgt dus dat we voor groote kleppen een kleine verhouding  $n$  krijgen dus zullen de ringen in breedte weinig toenemen naarmate de diameter toeneemt.

De verschillende elastische kleppen in Stumpf hebben alle een andere verhouding zoodat de aanname mogelijk, zooals mij ook gebeurd is, niet tot het goede resultaat leidt. Ik voor mij heb nu het volgende formuleetje bedacht, dat, naar mijn bescheiden meening, goede maten geeft.

$$\text{nl.: } a = 7,5 + \frac{D}{25} \text{ alles in m.m.}$$

Voor een klep van  $D = 100$  wordt dan  $n = 1,30$

$$D = 150 \quad n = 1,22$$

$$D = 200 \quad n = 1,18$$

Voor ieder geval moeten dan de verschillende constanten,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  enz. berekend worden.

Bij de berekening van de dikte van den ring moet ook het temperatuursverschil van de klep t. o. v. het huis in rekening gebracht worden. Door het verschil in temperatuur en verschil in uitzettingscoëfficiënt wordt de klep hooger dan de zittingen.

Voor een temperatuur der klep =  $t_1$  300° C. zijn de volgende lengteverschillen aanwezig bij de verschillende temperatuursverschillen van klep en klephuis =  $t_1 - t_2$ :

$t_1 - t_2$	0°	50°	100°	150°	200°
$\Delta l$ in m.m. . . . .	0,003	0,0085	0,014	0,0195	0,025
per c.m. klephoogte.					

In de vergelijking voor  $f$  op blz. 298, 1<sup>e</sup> kolom, moeten we dus  $f$  niet nul maar =  $l\Delta l = \Delta$  stellen, dus:

$$\Delta = \frac{N}{8} r_1^4 (n^2 - 1) A + \frac{Q}{2} (n^2 - 1) r_1^2 B.$$

De waarde voor  $N$  en  $Q$  (onder fig. 3 en 4) invullende is

$$\Delta = \frac{p(m^2 - 1)6}{8m^2 E h^3} r_1^4 (n^2 - 1) A +$$

$$\frac{P(m^2 - 1)6}{2\pi m^2 E h^3} (n^2 - 1) r_1^2 B,$$

$$\Delta \frac{\pi m^2 E h^3}{3(m^2 - 1)(n^2 - 1)r_1^2} = \frac{\pi}{4} r_1^2 p A + P B,$$

$$\text{dus } P = \Delta \frac{\pi m^2 E h^3}{3(m^2 - 1)(n^2 - 1)r_1^2 B} - \frac{\pi}{4} r_1^2 p \frac{A}{B}.$$

Deze waarde voor  $P$  komt dus in verg. (12) en geeft de dan vereischte hoogte  $h$  van den ring.

Voor  $n = 1,3$ ,  $r_1 = 7,3$  c.m.,  $m = \frac{10}{3}$ ,  
 $A = 0,025068$  en  $B = -0,0223935$  en

$$\Delta = 4 \times 0,0195 = 0,078 \text{ m.m.} = 0,0078 \text{ c.m.}$$

$$\text{is } P = -2,08 \cdot 10^4 \frac{\pi m^2 h^3}{3(m^2 - 1)} + 609 \text{ K.G.}$$

$$\text{en } \sigma_r = \frac{195,2}{h^2} - \frac{149,3}{h^2} + 2,08 \cdot 10^4 \frac{h}{2\pi} 0,564662.$$

$$\text{of } \sigma_r = \frac{45,9}{h^2} + 1,87 \cdot 10^3 h.$$

Deze vergelijking is door probeeren het gemakkelijkst op te lossen, vooral daar de  $\sigma_r$  toch nog eenigszins rekbaar is.

Voor  $h = 3$  m.m. wordt

$$\sigma_r = 510 + 560 = 1070 \text{ K.G./c.m.}^2.$$

Doen we ditzelfde voor de klep met  $n = 1,25$ ,  
 $r_1 = 7,6$  c.m.  $\Delta = 0,0078$  c.m.  $m = \frac{10}{3}$ ,

$$B = -0,016315 \text{ en } A = 0,014702,$$

$$\text{dan is } P = -3,23 \cdot 10^4 \frac{\pi m^2 h^2}{3m^2 - 1} + 532,5 \text{ K.G.}$$

$$\sigma_r = \frac{144}{h^2} - \frac{110}{h^2} + 3,23 \cdot 10^4 \frac{h}{2\pi} 0,476076.$$

$$\sigma_r = \frac{34}{h^2} + 2,45 \cdot 10^3 h.$$



Nu kunnen we  $h$  maken binnen zekere grenzen

$h$	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9
$\sigma_r$	1156	1128	1116	1114	1120	1135	1154	1178

We zien dus dat we de klep ook nog te dik kunnen maken. Om dus zoo elastisch mogelijk te zijn, kiezen we de  $h = 2,5$ .

In het vorige artikel zijn nog twee foutjes aan mijn aandacht ontsnapt nl.

in formule 8, blz. 297 moet in den noemer staan  $\frac{1}{n^2}$  in plaats van  $\frac{1}{n}$ ;

en op blz. 299 staat dat  $p_c \leq 3$  K.G./c.m.<sup>2</sup>, dit moet zijn  $p \geq 3$  K.G./c.m.<sup>2</sup>. Maar dat de daaraan voorafgaande berekening niet meer juist is blijkt wel uit het voorgaande.

Nu is niet  $n = 1,3$   $p \geq 6,4$  K.G./c.m.<sup>2</sup>  
 $n = 1,25$   $p \geq 8,8$  K.G./c.m.<sup>2</sup>

Bij machines met zeer lage compressie moeten we bij de berekening hier dus ook op letten.

G. EKAMA.

### Problemen der Aerologie. \*)

De eenvoudige wet van Boyle-Gay Lussac leert ons, dat het volume door een hoeveelheid van een gas ingenomen afhankelijk is van druk en temperatuur. Vermindering van de drukking heeft bij gelijkblijvende temperatuur vermeerdering van het ingenomen volume tengevolge; bij gelijkblijvende drukking vermeerderd het gasvolume door verhooging der temperatuur; terwijl bij gelijkblijvend volume een temperatuurverandering een drukverandering in denzelfden zin met zich brengt. Dit alles ligt opgesloten in de bekende formule

$$p v = C T.$$

Minder eenvoudig worden de betrekkingen, die de gelijktijdige veranderingen in druk en volume voorstellen als gevolg van een gegeven temperatuurverandering, of de veranderingen in temperatuur en volume in een gasmassa, waarin de druk op bepaalde wijze verandert. De formules der thermodynamica geven ons aan, hoe deze ver-

\*) Verslag der voordracht gehouden voor de leden van het gezelschap „Christiaan Huyghens” op 31 Maart 11.

anderingen plaats vinden. Deze stellen ons b. v. in staat de temperaturredaling in een gas te berekenen, die het gevolg is van een bepaalde drukvermindering, wanneer de uitgangstoestand volkomen bekend is.

Dergelijke beschouwingen der theoretische natuurkunde zijn ook van toepassing op het grootte gaslichaam, dat ons steeds omringt en zich hoog boven ons uitstrekt, de aard-atmosfeer. Een zich vertikaal in de atmosfeer bewegende luchtmasa komt onder veranderden druk. Stijgt ze, zoo daalt de druk en daarmee de temperatuur; daalt ze, dan gaan deze veranderingen in tegengestelden zin. Weten we echter op welke wijze de drukking in verticale richting verandert, dan kunnen wij het vraagstuk van de verandering der temperatuur van een stijgende of dalende luchtmasa t. g. v. de drukverandering omrekenen tot de temperatuurverandering t. g. v. de hoogteverandering. Doen we dit, dan komen we tot de conclusie, dat in lucht, die geen waterdamp bevat, de temperaturredaling in een opstijgende luchtmasa, per 100 M. stijging circa 1° C. bedraagt.

Het resultaat van deze berekening is zeer belangrijk voor de mogelijke afname der temperatuur in de vrije atmosfeer. Uit verschillende atmosferische verschijnselen is op te maken dat de temperatuur hoog in de atmosfeer lager moet zijn dan beneden. Omtrent de wijze waarop de temperatuur naar boven afneemt was men tot voor betrekkelijk korten tijd nog slechts op gissingen aangewezen. Echter kon men veilig aannemen, dat dit gemiddeld genomen, in geen geval grooter kon zijn dan 1° C. per 100 M. Een sterker temperatuurafname toch zou leiden tot labiele evenwichtstoestanden in vertikalen zin. Een luchtmasa in stijgende beweging, zou in dat geval warmer worden dan de omgevende lucht; het temperatuurverschil zou met elken meter stijging toenemen, het dichtheidsverschil hierdoor ontstaan voortdurend grooter worden, waardoor de luchtmasa zich met steeds grooter wordende stijgsnelheid omhoog zou bewegen. Evenzoo zou een dalende luchtmasa door de temperatuurtoename t. g. v. de samen-drukking bij het zakken spoedig kouder en dus zwaarder worden dan de omringende lucht en met toenemende snelheid doorvallen. Ingeval van een temperatuurverval grooter dan 1° C. per 100 M. zullen dus bij evenwichtsverstoringen stijgende luchtstroomen warmere lucht naar boven brengen



en daardoor de temperatuur der hoogere lagen door menging en convectorie doen stijgen; dalende luchtstroommen zullen daarentegen koudere lucht omlaag voeren en de onderste lagen geleidelijk afkoelen. De eindtoestand, die zich van zelf instelt zal nu hierdoor gekenschetst zijn, dat, doordat het temperatuurverschil tusschen boven en beneden geleidelijk afneemt, tenslotte overal de temperatuurafname gemiddeld niet meer dan  $1^{\circ}$  C. per 100 M. zal bedragen.

Beschouwen we daartegenover het geval van een temperatuurafname kleiner dan  $1^{\circ}$  C. per 100 M. Dan zal, wanneer een luchtmassa hooger temperatuur heeft dan de omgeving en daardoor in stijging geraakt is, het temperatuurverschil tusschen deze luchtmassa en de omgeving afnemen, waardoor de stijgende beweging geremd zal worden; ze zal geheel tot staan komen wanneer de temperatuur der stijgende luchtmassa gelijk is geworden aan die der omgeving. Bij dezen toestand is dus het evenwicht voor vertikale bewegingen stabiel.

Dergelijke theoretische beschouwingen dateeren van een halve eeuw terug, toen natuurkundigen als W. Thomson en Helmholtz hun aandacht aan deze problemen wijdden. Eenige jaren later wees de meteoroloog Hann op de veranderingen die plaats vinden, wanneer de steeds in de atmosfeer aanwezige waterdamp gaat condenseeren. De atmosferische lucht toch, bevat steeds waterdamp; het getal dat de verhouding aangeeft van de hoeveelheid, die ze in een bepaald geval bevat, tot de hoeveelheid, die ze onder de gegeven omstandigheden zou kunnen bevatten, geeft de verzadigingsgraad of relatieve vochtigheid aan. Daalt in een stijgende luchtmassa de temperatuur, dan neemt daarmee de hoeveelheid waterdamp, die ze in verzadigden toestand zou bevatten, af; met het afnemen harer temperatuur neemt dus bij een bepaald gehalte waterdamp haar relatieve vochtigheid toe tot bij een bepaalde temperatuur de toestand van verzadiging is bereikt; bij verdere temperatuurafname zal de aanwezige waterdamp gaan condenseeren. De daarbij vrijkomende warmte zal echter de temperatuurafname t. g. v. de drukvermindering gedeeltelijk compenseeren, waardoor van nu af aan de temperatuur in den stijgenden luchtstroom met een bedrag geringer dan de bovengenoemde  $1^{\circ}$  C. per 100 M. zal dalen. De hoeveelheid der bij de condensatie vrijkomende warmte hangt af van

den druk en de temperatuur, waarbij de condensatie plaats vindt, en verder van de omstandigheid of de waterdamp tot vloeibaar water of tot ijs wordt. Gemiddeld kan als bedrag voor de temperatuurdaling in de lucht, waarin de waterdamp condenseert,  $0.7^{\circ}$  C. worden aangenomen. Hieruit volgt voor de boven uiteengezette theoretische overwegingen, dat dus bij een temperatuurafname in de vrije atmosfeer tusschen  $1^{\circ}$  C. en  $0.7^{\circ}$  C. per 100 M., het evenwicht stabiel is zoolang de waterdamp niet condenseert, doch zoodra dit geschiedt labiel wordt. Onder alle omstandigheden stabiel evenwicht is slechts te verwachten, wanneer de temperatuurafname in de vrije atmosfeer blijft beneden het bedrag der temperatuurdaling in stijgende verzadigde lucht, waarin de waterdamp bezig is te condenseeren.

Het spreekt van zelf dat zoowel bij de natuurkundigen als bij de meteorologen de belangstelling groot was naar uitkomsten van directe experimentele waarnemingen aangaande de in de vrije atmosfeer werkelijk bestaande toestanden. Hoe groot was in werkelijkheid de temperatuurafname in de vrije atmosfeer? was deze steeds dezelfde of wisselde ze met den tijd van het jaar en de weersgesteldheid? was ze op alle hoogten in de atmosfeer dezelfde? Ziedaar een reeks van vragen waarop alleen geregelde, systematisch verrichte waarnemingen antwoord konden geven. Men beschikte over het waarnemingsmateriaal van eenige bergobservatoria en verder over niet geheel betrouwbaar geachte waarnemingen verricht bij enkele wetenschappelijke ballonvaarten. De waarnemers der toestanden in de vrije atmosfeer moesten van nu af aan in het bijzonder hun aandacht wijden aan de door de theorie gestelde vragen aangaande de werkelijk voorkomende veranderingen van temperatuur en vochtigheid in vertikalen zin, een arbeidsprogram, dat de Deutsche metereologen Assmann, Berson, Süring en Gross zich stelden bij een reeks wetenschappelijke luchtvaarten tusschen 1890 en 1900, waarbij de temperatuur en vochtigheidsmetingen werden verricht met een speciaal daartoe vervaardigden, geventileerden thermometer, den door Assmann geconstrueerden en naar hem genoemden aspiratie-psychrometer. Daar echter ballonvaarten behalve de groote kosten die ze met zich brengen hooge eischen stellen aan het uithoudingsvermogen der waarnemers, vooral wanneer



het geldt tot groote hoogten in de atmosfeer op te stijgen, werd al spoedig naar een andere waarnemingsmethode uitgezien. Gelijkzeitig werd, omstreeks 1896, in Amerika en Frankrijk de vlieger in dienst der meteorologie gesteld om daarmee zelfregistreerende instrumenten in de atmosfeer omhoog te brengen, een arbeidsmethode, welke tegenwoordig op tal van stations in Europa en Amerika wordt toegepast. Bij zwakken wind, als vliegers niet op te krijgen zijn, hangt men de instrumenten aan een kabelballon. Daar echter vliegers en kabelballons niet hooger stijgen dan hoogstens 7000 M. en persoonlijke waarnemingen in bemande ballons boven 10000 M. zeer bezwaarlijk zijn, gebruikt men voor de waarnemingen in de luchtlagen boven 10 KM. de zgn. peilballons of ballons sonde, gummiballons, waaronder een registreerinstrument en valscherf zijn opgehangen. Is het omhulsel zoover uitgezet dat het springt, dan ontplooit zich de parachute en het instrument valt langzaam naar de aarde terug. In den regel gebeurt dit springen niet onder 16 KM. hoogte, niet zelden boven 20 KM., terwijl een enkele maal op deze wijze een registratie der toestanden tot boven 30 KM. is verkregen.

Tot zoover de waarnemingsmethoden. Gaan we nu in het kort na, wat deze sinds jaren verrichte geregelde waarnemingen aan het licht hebben gebracht en in hoeverre overeenstemming met de theorie is gevonden.

Gebleken is in de eerste plaats dat de gemiddelde temperatuurafname in de vrije atmosfeer in West- en Midden-Europa in de onderste KM.'s niet meer dan gemiddeld  $0,5^{\circ}$  C. per 100 M. bedraagt. Hoogerop wordt het temperatuurverval sterker en nadert tusschen 5 en 9 KM. tot  $0,7^{\circ}$  C. per 100 M. om daarboven langzaam af te nemen en boven 12 KM. tot nul te naderen. Boven deze grens heerscht dus in de atmosfeer een geheel andere toestand; de temperatuur verandert naar boven niet meer.

De oorzaak, dat de temperatuur in de onderste lagen gemiddeld zoo onverwacht langzaam afneemt, ligt in de groote verscheidenheid der toestanden, die daar wordt aangetroffen. Tegenover gevallen van een temperatuurverval van meer dan  $1^{\circ}$  C. per 100 M. op gure voorjaars- of warme zomerdagen staan de meest in het najaar en in den winter voorkomende gevallen, waarin de tempe-

ratuur naar boven zeer langzaam verandert, gelijk blijft, of over een geringe hoogte eenige graden toeneemt. Aan dit laatste verschijnsel dat zich meest voordoet in gebieden van hoogen luchtdruk, geeft men den naam temperatuurinversie. Ook in verdeeling der luchtvochtigheid in de verschillende lagen worden groote verschillen opgemerkt. Vindt men dikwijls de lucht tot op groote hoogte nagenoeg met waterdamp verzadigd, in temperatuurinversie's vindt men soms plotselinge overgangen van verzadiging ónder tot bijna totaal droge lucht bóven de discontinuïteitslaag. Meest wordt in deze inversielagen ook een sprongsgewijze windverandering aangetroffen; de warme droge lucht beweegt zich niet zelden in een andere richting en met een andere snelheid dan de daaronder gelegen koude vochtige lucht.

Het zou te ver voeren op al deze bijzonderheden nader in te gaan, hoe interessant ze elk voor zich ook zijn. Men streeft er naar van elk ervan de physische of meteorologische verklaring te vinden, zoo ook van het geheel onverwachte bestaan der isotherme atmosfeer boven 12 KM. Het is de taak der aerologie eensdeels uit de uitkomsten der geregelde waarnemingen de gemiddelden van temperatuur, luchtvochtigheid, windrichting en windsnelheid op verschillende hoogten boven de stations te berekenen, en de gemiddelden der veranderingen dezer elementen van niveau tot niveau na te gaan, anderdeels de toestanden in de atmosfeer te bestudeeren bij verschillende typische weersomstandigheden teneinde een denkbeeld te verkrijgen over de atmosferische toestand in het centrum en in verschillende gebieden rondom depressie's en anticyclonen, waaruit dan gewichtige gevolgtrekkingen zijn te maken omtrent de oorzaken van het ontstaan en het voortbewegen van de gebieden van lagen of hoogen luchtdruk. De waarnemingen hebben verder hun waarde voor de weersverwachtingen daar b.v. uit den gevonden toestand gevolgtrekkingen gemaakt kunnen worden omtrent het bestaan van onweersneiging of gunstige voorwaarden voor nachtvorst kunnen worden geconstateerd. Van meer belang dan het behandelen van een of meer van dergelijke détail-kwesties schijnt het mij toe iets te zeggen over de in onderling verband verrichte internationale simultaan-waarnemingen en van de wijze, waarop de uitkomsten hiervan verwerkt worden tot een geheel, dat dan een toestandsbeeld van de geheele



atmosfeer boven een groot gebied moet geven, en hoe men verder door een logische bewerking van het waarnemingsmateriaal nader tracht te komen tot de oplossing van vraagstukken betreffende de physika der aard-atmosfeer.

In elke maand wordt op minstens één dag aan een groot aantal stations in Europa en daarbuiten alle aandacht geconcentreerd op aerologische waarnemingen. Meest is dit op den eersten Donderdag. Op dezen dag worden te 8 uur v.m. M. E. T. ballons sonde opgelaten op 18 plaatsen in Europa (de stations buiten Europa houden zich niet aan het bovengenoemde uur); op 10 stations wordt materiaal der onderste atmosfeerlagen verzameld door middel van vliegers, kabelballons of bij bemande ballonvaarten, terwijl verder op een groot aantal plaatsen loodsballons worden opgelaten en voortdurend wolkenwaarnemingen worden verricht. Als aanvulling komen verder de waarnemingen in van 22 bergobservatoria. Hierdoor, vooral echter door de gelijktijdig omhoog gelaten registreerballons, krijgt men een volledig toestandsbeeld van de gesteldheid der atmosfeer in de morgenuren van den waarnemingsdag. Om een toestand echter in zijn veranderingen te kunnen vervolgen is het noodig, dat alle waarnemers hun waarnemingen na een bepaalden tijd op dezelfde wijze herhalen. 3 maal 'sjaars wordt dan ook een zgn. kleine serie van waarnemingsdagen uitgeschreven, waarbij op 3 achtereenvolgende dagen wordt waargenomen; om ook toestanden over een langer termijn te kunnen vervolgen wordt eens per jaar een groote serie van 6 waarnemingdagen georganiseerd. Deze series zijn gelijkelijk over de seizoenen verdeeld terwijl de groote serie afwisselend in den winter, lente, zomer en herfst valt.

Als resultaat van de gelijktijdig opgelaten registreerballons krijgt men dus een overzicht van de verdeling van temperatuur, luchtdruk en luchtvochtigheid in bepaalde niveau's boven den zeespiegel; is de lucht helder, zoodat de ballons met kijkers gevolgd kunnen worden, dan krijgt men tevens gegevens omtrent de windverdeling boven het waarnemingsgebied. Men is gewoon als resultaten der waarnemingen in de publicaties op te geven de waarden der temperatuur, luchtdruk, relatieve vochtigheid, windrichting en windsnelheid op 500 M., 1000 M. enz. in trappen met 500 M. opklimmend, boven 6000 M. met 1000 M. op-

klimmend; men kan dus in vlakken op 500 M., 1000 M. enz. boven het zeeniveau isobaren en isothermenkaarten teekenen en het verloop dezer lijnen vergelijken met dat op zeeniveau en in de niveau's onderling. Men kan in die vlakken het verband tusschen windrichting en drukgradient bestudeeren, krijgt een denkbeeld omtrent de eventuele veranderingen van het temperatuurverval met de hoogte van plaats tot plaats, en is verder in staat de gevonden verschillen in de veranderingen der meteorologische elementen in vertikalen zin te beschouwen in verband met den weerstoestand op het oogenblik der waarneming op de verschillende waarnemingsstations.

Het aantal vragen, waarop men het antwoord kan trachten te vinden in de uitkomsten van een dergelijke simultaanwaarneming is legio. Vormt men zich uit de uitkomst van een waarneming aan één station een oordeel over het verticale evenwicht in de atmosfeer boven de waarnemingsplaats, de simultaanwaarnemingen geven gelegenheid tot het bestudeeren van vraagstukken betreffende horizontale evenwichtstoestanden en van de evenwichtsverstoringen, die de oorzaak zijn van de steeds bestaande luchtcirculatie.

Dit laatste vraagstuk is in de laatste jaren een onderwerp van uitgebreide studie geweest van den noorschen meteoroloog V. Bjerknes, die in zijn werk „Dynamic meteorology and hydrography” de zijns inziens meest logische methode aangeeft om het waarnemingsmateriaal te bewerken en in verband daarmee den overgang tot een nieuw systeem van eenheden voorstelt. Zijn voorstellen hebben op de laatste aerologische congressen aanleiding gegeven tot levendige discussies, waarvan het eindresultaat is geweest, dat met ingang van het jaar 1913 de aerologische waarnemingen zullen worden gepubliceerd zoowel in de gebruikelijke als in de nieuw in te voeren eenheden.

De redeneering, door Bjerknes gevolgd, komt in hoofdzaak neer op het volgende.

Gesteld in een vlak op constante hoogte boven den zeespiegel gelegen heerscht overal gelijkheid van luchtdruk. Vragen we ons af, of in een dergelijk vlak evenwicht heerscht, m. a. w. of de lucht onder deze voorwaarden in rust zal verkeerden, dan moeten we deze vraag ontkennend beantwoorden, een antwoord, dat op het eerste gehoor als een paradox klinkt. In werkelijkheid toch zal de lucht in het vlak onder de genoemde condities



een neiging hebben om zich aequatorwaarts te bewegen.

De waarheid hiervan ziet men gemakkelijk in door de volgende overweging. Door de middelpuntvliedende kracht t.g.v. de aardrotatie neemt de waarde der versnelling der zwaartekracht met vermindering der geografische breedte af. Aan den aequator is ze kleiner dan aan de pool. Heft men nu een massa  $m$  over een afstand  $h$  omhoog, eerst aan den aequator en vervolgens aan de pool, dan is de daarbij verrichte arbeid  $m h g$  in het eerste geval kleiner dan in het laatste. Door de andere waarde van  $g$  is nl. het arbeidsvermogen van plaats dat de massa  $m$  heeft verkregen t. o. v. den zeespiegel boven de pool grooter dan boven den aequator. Denkt men zich nu een vlak op een hoogte  $h$  boven den zeespiegel en de massa  $m$  zonder wrijving daarover bewegelijk, dan zal ze boven de pool in labiel evenwicht zijn. Bij de minste verplaatsing zal ze den stand van minimum potentieele energie opzoeken en zich dus in beweging stellen naar den aequator. Heerscht dus nu in een vlak op constante hoogte boven den zeespiegel gelijkheid van luchtdruk, dan zijn de luchtmassa's daarin niet in dezelfde conditie wat betreft hun potentieele energie t. o. v. het zeeniveau. Het gevolg hiervan is, dat ze, evenals de massa  $m$  op het starre oppervlak naar den aequator gleeft, zich van pool naar aequator in beweging stellen. Rust heerscht dus alleen in een dergelijk vlak, wanneer een kracht voortvloeiend uit een drukverschil gericht van aequator naar pool, met de boven beschreven kracht evenwicht maakt. Willen we het vraagstuk naar de wetten, waaraan luchtbewegingen gehoorzamen, mathematisch opzetten en de beweging bestudeeren in coördinaat-richtingen, zooals gebruikelijk is in de hydrodynamica, dan blijkt uit bovenstaande redeneering, dat de ontbinding der bewegingen in onderling loodrechte richtingen in vlakken evenwijdig aan den zeespiegel en in een richting loodrecht daarop voor dit geval minder geschikt is. Immers in de coördinaatvlakken evenwijdig aan den zeespiegel is de richting Oost-West niet gelijkwaardig met de richting loodrecht daarop. Wel is dit het geval in vlakken, in welke in alle punten de pot.en. van een bepaalde massa t. o. v. het zeeniveau dezelfde is, in equipotentiaaloppervlakken der zwaartekracht dus. Hierin bestaat bij gelijkheid van luchtdruk in alle punten de neiging tot strooming in een

bepaalde richting niet. Bij luchtdrukverschillen is een isobaar in een dergelijk vlak een zuivere evenwichtslijn, waarlangs noch tengevolge van luchtdrukverschillen, noch tengevolge van potentiaalverschillen t. o. v. de graviteit krachten werken. Het is dus logisch deze equipotentiaaloppervlakken in den hydrodynamischen opzet der vraagstukken der luchtbewegingen in de atmosfeer als coördinaatvlakken aan te nemen en alle bewegingen te splitsen in componenten in deze vlakken, en in de richting loodrecht daarop, dus in de richting der zwaartekracht.

Dat we, om de verdeeling van luchtdruk en luchttemperatuur in deze vlakken te leeren kennen, nu de veranderingen der meteorologische elementen niet volgens de vertikaal, doch volgens de richting der zwaartekracht moeten bestudeeren, levert door het bijna onmerkbare richtingsverschil geen overwegende bezwaren op. Anders is het echter gesteld met den onderlingen afstand der equipotentiaaloppervlakken, daar deze verschillend is voor waarnemingsplaatsen, die verschillen in geografische breedte. Immers om een massa  $m$  een gelijke potentieele energie  $m h g$  te geven bij verplaatsing tegen de richting der zwaartekracht aan den aequator en aan de pool, moet de hoogte  $h_{aeq.}$  in het eerste geval grooter zijn de hoogte  $h_p$  in het tweede (daar  $g_{aeq.} < g_p$ ). Hieruit volgt dus, dat zowel de hoogte der equipotentiaaloppervlakken boven zeeniveau als hun onderlinge afstand toeneemt, naarmate we den aequator naderen. Ze maken dus een hoek met de niveauvlakken evenwijdig met den zeespiegel. Nemen we bepaalde standaard-equipotiaal-oppervlakken aan, dan doet zich steeds de moeilijkheid voor, dat deze voor elk station op een anderen afstand boven het zeeniveau liggen.

Deze moeilijkheid nu tracht Bjerknes in zijn voorstellen te ontgaan door een hoogtemeting in te voeren niet meer in lengteëenheden doch in potentiaaleenheden. Aangezien ons in het vervolg de verdeeling van luchtdruk en temperatuur in de equipotiaaloppervlakken meer interesseert dan die in niveauvlakken en de verandering der elementen van equipot.opp. tot equipot.opp. belangrijker is dan die over een aantal geometrische meters, zullen we in de toekomst dus slechts te maken hebben met de toestandsverdeling in de equipot.opp. en de veranderingen in de richting loodrecht op deze,



Wordt een massa van 1 gram over een afstand van  $\frac{1}{g}$  cm tegen de richting der zwaartekracht verplaatst, dan vermeerderd daarbij haar pot.en. met 1 erg. De afstand van 2 eenheidsaequipot. opp. bedraagt dus slechts  $\frac{1}{g}$  cm. Daar deze zeer kleine afstand voor de praktijk te klein is (wat tevens geldt voor meerdere eenheden van het cgs-stelsel) voert men in plaats hiervan een ander eenhedenstelsel in, het Meter-Ton-Secunde stelsel, waarin als eenheid van afstand de Meter en als eenheid van massa de metrieke Ton  $10^6$  gr. wordt aangenomen. Berekent men in dit eenhedenstelsel den afstand van de eenheidsaequipot.opp., dan vindt men een grooter getal en wel  $\frac{10^4}{g}$  cm, iets meer dan een decimeter dus. Als praktische potentiaal-eenheid in de toekomstige afstandmeting zal nu worden ingevoerd de grootheid „geopotential” gemeten door  $\frac{10^5}{g}$  cm, een grootheid, wisselend met de grootte van  $g$ , die voor onze breedte gelijk is aan 1,02 geometrische meters. Als standaardaequipot.opp. zullen dan genomen worden de vlakken op 500, 1000, 1500 enz. geopotential.

Gaan we dus in het vervolg de waarde der meteorologische elementen na op „geopotential” hoogte dan is het het meest eenvoudige onze hoogte formule

$$dp = - \rho g dh$$

waarmede we het geometrisch hoogteverschil  $dh$  tusschen twee niveau's berekenen uit het luchtdrukverschil  $dp$ , wanneer  $\rho$  de gemiddelde dichtheid der lucht daartusschen is, zoo om te vormen, dat we nu uit het luchtdrukverschil onmiddellijk het verschil in geopotential berekenen kunnen. Daar echter  $gh$  de potentieele energie  $\phi$  eener massa-eenheid op een hoogte  $h$  boven den zeespiegel voorstelt, stelt  $gdh$  direct al het potentialverschil  $d\phi$  voor tusschen de niveau's op afstand  $dh$  en gaat onze hoogteformule eenvoudig over tot

$$dp = - \rho d\phi.$$

In deze formule moeten we echter, omdat in het rechterlid de eenheden van afstand vervangen zijn door eenheden van kracht, het drukverschil in het linkerlid opvatten als werkelijk een verschil in de in twee niveau's door de atmosfeer uitgeoefenden druk gemeten in werkelijke eenheden van kracht, en

niet meer, als gegeven door een verschil in hoogte van een vloeistofzuil, die in de beide niveau's met den luchtdruk evenwicht maakt. Het is dus noodzakelijk m. a. w. de waarde van den luchtdruk te meten in dynen of andere krachtseenheden, in elk geval naast de hoogtemeting in geopotential een passende praktische absolute eenheid in te voeren tot meting van den luchtdruk. Daar de eenheid van druk per  $\text{cm}^2$ , in het M T S-stelsel gegeven door  $10^6$  dynen per  $\text{cm}^2$ , bijna gelijk is aan den gemiddelden druk per  $\text{cm}^2$ , uitgeoefend door de atmosfeer op zeeniveau, ligt het in Bjerknes' bedoeling in het vervolg den luchtdruk in deze eenheid te meten, waaraan hij den naam „bar” wil geven. De luchtdruk van 1 bar komt op  $45^\circ$  breedte overeen met den luchtdruk bij een barometerstand van 750 mm. De „bar” wordt onderverdeeld in deci-bar, centi-bar en milli-bar. Deze laatste eenheid is, daar ze overeenkomt met 0,75 mm kwik, de meest geschikte voor het meten van luchtdrukverschillen, zoodat we in het vervolg de waarde van den luchtdruk in millibaren in plaats van in millimeters kwik zullen hebben op te geven.

Behalve voor de aerologie is de methode voor het meten van luchtdruk en luchtdrukverschillen in absolute eenheden zeer welkom ook voor de gewone meteorologie. Hierin staat men nog steeds voor de moeilijkheid, dat in enkele landen, die niet tot het metriek stelsel zijn overgegaan, de barometer nog steeds in inches wordt afgelezen, terwijl andere landen den barometerstand in millimeters opgeven. Verder moet bij de opgave van den barometerstand in mm de barometeraflezing steeds gecorrigeerd worden op gemiddelde breedte, aangezien de druk uitgeoefend door een zuil vloeistof van hoogte  $h$  en soort.gewicht  $s$ , gegeven door  $hsg$ , afhangt van de waarde van  $g$  dus van de geografische breedte van de plaats van waarneming. Bij het meten van den druk in millibaren ontgaat men deze moeilijkheid. De eenheid van druk wordt n.l. uitgeoefend door een waterzuil van  $\frac{10^6}{g}$  cm hoogte en maximum dichtheid, \*) dus van 10 eenheden geopotential; de millibar komt

\*) Dit ziet men gemakkelijk in, door te bedenken, dat  $hsg = 10^6$  dynen per  $\text{cm}^2$  wanneer als vloeistof van soort.gew.  $s$  water van maximum dichtheid wordt genomen.



dus overeen met 0,01 geop. water of  $\frac{0,01}{13,6}$  geop. kwik. Lezen we dus in het vervolg den barometer af in millibaren dan vervalt dus het bezwaar, dat eenzelfde luchtdrukwaarde op verschillende geografische breedte niet door eenzelfden barometerstand wordt aangegeven.

Voor den instrumentmaker brengt dit echter een nieuwe quaestie met zich en wel deze, dat elke waarnemingsplaats nu zijn eigen schaalverdeling van den barometer krijgt. Daar de geometrische lengte van de eenheid geopotential  $\frac{10^6}{g}$  grooter wordt naarmate men den aequator nadert moet dus de onderlinge afstand der verdeelstrepen van de schaalverdeling van den barometer voor stations op geringe breedte grooter zijn dan voor die dichter bij de polen gelegen. Bedraagt deze afstand der verdeelstrepen op  $45^\circ$  breedte 0,750 mm aan den aequator zal zij 0,752 mm zijn tegen 0,748 mm aan de pool.

Of deze nieuwe eenheden ook in de ingenieurspraktijk een rol zullen spelen is voorloopig nog moeilijk te zeggen, daar men bij relatieve drukmetingen steeds met relatieve eenheden kan volstaan en alleen bij absolute metingen de behoefte aan een absoluut eenhedenstelsel zich doet gevoelen. Hoogtemetingen in potentiaal-maat kunnen beteekenis hebben in de geodesie bij het bestudeeren van vraagstukken betreffende de dynamica van de aardkorst. Afgezien van het feit of de a. s. ingenieurs in hun latere praktijk met de quaestie van de nieuwe eenheden al of niet te maken zullen krijgen scheen het mij niettemin belangrijk deze zaken voor hen uiteen te kunnen zetten en ze in hun belangstelling aan te bevelen.

H. G. CANNEGIETER.

## Draadlooze tijdseinen en weerberichten.

Ter aanvulling van het artikel in T. S. T. N<sup>o</sup>. 12 het volgende:

Behalve de twee beschreven tijdseinen geeft de Eiffeltoren te 10 u. 40 m. v. m. Gr. M. T. nog seinen volgens het oude schema als volgt:

10 u. 40 m.: 4 maal morse-oproep — scheidings-teeken — 6 lange strepen — scheidingsteeken — Paris Observatoire — scheidingsteeken — signaux horaires — 4 maal teeken „wachten”; daarna van 10 u. 44 m. 0 sec. tot 10 u. 44 m. 55 s. strepen; 10 u. 45 m. 0 s. een punt.  
van 10 u. 46 m. 0 s. tot 10 u. 46 m. 55 s. streep met twee punten; 10 u. 47 m. 0 s. een punt.  
van 10 u. 48 m. 0 s. tot 10 u. 48 m. 55 s. streep met vier punten; 10 u. 49 m. 0 s. een punt.

Hierna tweemaal het weerbericht, eerst snel, daarna langzaam, speciaal voor meteorologische stations.

De cijferreeksen worden als volgt geseind: Codeletters — punt — cijferreeks — scheidings-teeken — codeletters — punt — enz.

Voor het cijfer 0 wordt in plaats van 5 strepen, één streep geseind.

Onmiddellijk na het tijdsein van Norddeich te 12 u. 0 m. 6 s. 's middags, volgt een weerbericht van  $\pm 25$  woorden en zoo noodig ook stormwaarschuwingseinen.

22 u. Gr. Astron. M. T. = 10 u. v. m. Greenwich middelb. tijd.

12 u. Gr. Astr. M. T. = 12 u. 's nachts Gr. M. T.

Het tijdsverschil tusschen Greenwich en Amsterdam bedraagt 19 m. 32,14 s.

*Verbetering.* Op blz. 313, 1<sup>e</sup> kolom, regel II v. b. staat R, VO, CO, HO, enz. moet zijn R, V, O, CO, HO, enz.

H. C. STAL.



## Waarom teekeningen inkten?

Wat is er vervelender, akeliger, tijdroovender en geestdoodender dan inkten van teekeningen? Hoe menige vloek en een zucht is al niet een druppel inkt, die uit de pen viel, nagerold. En toch het remedie is zoo gemakkelijk, n.l. inkt uw teekeningen niet en houd ze in potlood. Wanneer ge dat netjes doet, (mij is aanbevolen 6 H er voor te nemen, en voor constructies 8 H), is het even goed als geïnkte teekeningen.

Nadeelen: 1<sup>o</sup>. De diepgegroeefde lijnen zijn zoo moeilijk uit het papier te verwijderen. Echter bestaat er een speciaal gummi voor, die ze geheel doet verdwijnen, men moet evenwel met AKA even nawrijven.

2<sup>o</sup>. Men moet de teekeningen zoo schoon houden. Maar is dat een nadeel, als men gedwongen is, niet te knoeien op uw teekening? Het leert u juist net te werken, en dat is veel plezieriger dan het slordige maar raak doen. Het beste is de teekening stukje voor stukje op te zetten en bijv. elk deel dat af is te bedekken met calceerpapier.

Ja, maar zal de conservatieve en wijze man zeggen, vroeger werden de teekeningen toch altijd geïnk en iedereen doet het toch nog, enz. Zulke argumenten zijn echter moeilijk te bestrijden.

Anderen zullen nog zeggen: Laat uw teekening inkten door een betaalden teekenaar. Afgezien van het moreele bezwaar dat de meeste menschen hebben, ik voor mij zie er niets inmoreels in dat iemand een teekening die hij geheel zelf in potlood heeft gezet, laat inkten door een ander, tenzij het in het geniep gebeurt. De teekeningen van Prof. Itz wil ik nog uitschakelen, doch ik vertrouw er op dat niet één hoogleeraar tegenwerpingen zou maken als men tegen hem zei: „Professor ik heb dat bête inkten door een teekenaar laten doen.” Desnoods schrijft ge onder uw teekening: „Geïnk door . . . .” Maar een ander, en een reël bezwaar is, dat zoo'n man geld kost, en aangezien we nu over 't algemeen niet zoo erg royaal met geld behept zijn, geldt dat bezwaar wel degelijk. Ik raad u dus aan, stopt de kurk op uw inktpot, zet hem in de hoek, en kom er voorloopig niet meer aan.

J. C. VAN DER MEIJ.

## Problema II.

Onder de algemeene aandacht van fotografen en fysici wordt bijgaande bliksemlicht-opname met de wonderlijken kaarsvlammen gebracht. Hoe kan verklaard worden, dat de vlammen aanleiding geven tot dergelijke 60 à 70 c.M. hooge beelden?



De voor de hand liggende verklaring n.l. dat het toestel met geopend chassie, vóór de ontsteking van het bliksemlicht, vertikaal bewogen werd, wordt door de strakheid der lijnen toch onwaarschijnlijk. Staat het verschijnsel in verband met de opstijgende gaskolom boven de vlam, of met reflexie in de lens van de camera, of werden de vlammen vervormt?

Misschien komen dergelijke abnormaliteiten meer voor en kan een der lezers ons helpen.

## BOEKBESPREKING.

LAYING OFF, OR THE GEOMETRY OF SHIPBUILDING. Bij E. L. ATTWOOD & I. C. C. COOPER.

London: Longmans, Green & Co., 6 sh.

Mr. Attwood, door zijne boeken „Warships” en „The modern Warship” te Delft reeds bekend, heeft nu in samenwerking met Mr. Cooper, senior loftsman bij de Chattam Dockyard, een nieuw werk over „uit-



slaan" doen verschijnen. Na een inleidend hoofdstuk over beschrijvende meetkunde, waardoor het hinderlijke afbreken midden in de beschrijving van een methode, om het principe te verklaren, waarop deze berust, is vervallen, bespreken de schrijvers eerst de uitslagzolder met de gereedschappen, en behandelen daarna het uitstrooken der lijnenteekening en spantenraam, en het intekenen der binnenbodem, dekken, stringers, asuittreding enz. In verband hiermede gaan de schrijvers over tot het maken der mallen voor de verschillende constructiedeelen, naar de uitgeslagen teekening. Een ander hoofdstuk geeft verschillende methoden voor het maken van modellen, en aanwijzingen over het afteekenen der huidbeplating hierop. Verder zijn nog een groot aantal problemen als de ontwikkeling van het onderste deel van een barbette op een dek met dekronde en zeeg, de doorsnijding van ankerkluis met dek en huid enz., behandeld. De schrijvers zijn er in geslaagd in 120 pagina's een duidelijke en goed geïllustreerde uiteenzetting te geven van het werk op de uitslagzolder, dat door de lage prijs binnen het bereik ligt van ieder belangstellende in „de meetkunde van het schip”.

v. Z.

—o—

De inhoud van het laatstverschenen nummer *Gewapend Beton*, Maandblad voor Beton en Gewapend Beton, bevat: Vloeren van gewapend beton zonder balken. — Wegen van beton. — Amerikaansche watertoren. — Invloed van elektrische stroomen op beton. — Dekvloeren van gips. — Ontwerp voor de brug over de Hoangho (China). — Ingezonden. — Boekbespreking. — Aangevraagde en Verleende Octrooien. — Literatuur Overzicht. — Rechtszaken. — Handelsberichten. — Afloop van Aanbestedingen.

---

## BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

---

Benoemd bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 30 April 1914, No. 6448/1 Afdeeling C., met 1 Mei 1914 tot bediende timmerman voor de werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool, H. N. van de Vaart.

Idem No. 6448/2 voor het tijdvak 1 Mei t/m 31 December 1914 tot bediende voor de werktuigbouwkunde, A. van Hoeven.

Idem No. 6448/3 voor het tijdvak 1 Mei t/m 31 December 1914 tot bediende bij de werktuigbouwkunde, F. W. J. de Man.

Idem No. 6448/4 met ingang van 1 Mei tot bediende bij de bibliotheek, L. H. Schalker.

Idem No. 6448/5 voor het tijdvak 1 Mei t/m 31 December 1914 tot bediende in algemeenen dienst, A. Bloklander.

Idem No. 6448/6 met ingang van 1 Mei 1914 tot bediende bij de bibliotheek, J. J. Kool.

Idem No. 446 Afdeeling O., voor het tijdvak 1 Mei tot en met 31 December 1914 tot bediende voor de mijnbouwkunde, J. C. Albers.

Idem No. 6447 Afdeeling O., met ingang van 1 Mei 1914 tot Conservator voor de metallografie, H. Gravestein, technoloog, onder gelijktijdig eervol ontslag als assistent voor de microchemie.

Idem No. 6451/1 Afdeeling O., voor het tijdvak van 1 Mei tot en met 31 December 1914 tot Conservator bij de mineralogische en geologische verzamelingen, P. Kruizinga, onder gelijktijdig eervol ontslag als assistent voor de palaeontologie.

Idem No. 6451/2 Afdeeling O., voor het tijdvak van 1 Mei tot en met 31 Augustus 1914 tot assistent voor de palaeontologie L. Leger, mijningenieur te Amsterdam.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 12 Mei 1914, No. 7903 Afd. O., is voor het tijdvak van 16 Mei tot en met 31 December 1914 benoemd tot bediende-instrumentmaker voor de werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, F. A. de Groot.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken d.d. 12 Mei 1914, No. 7902 Afd. O., is met ingang van 1 Juni 1914 aan H. M. Schleurholts Tichelaar, w.i., op zijn verzoek eervol ontslag verleend als assistent voor de werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool.

—o—

Bij beschikking van den M. v. B. Z., dd. 19 Mei 1914, No. 84681, Afdeeling O., is voor het tijdvak van 1 Juni tot en met 31 Augustus 1916 benoemd tot assistent voor de waterbouwkunde, A. du Bois.

---

Wegens te laat komen van het Cliché voor het Problema II is het uitkomen van het T. S. T. No. 13 wat vertraagd.

---