

» *Débîts des aqueducs.* — Le débit total des neuf aqueducs qui existaient du temps de Frontin était réglé ainsi qu'il suit, pour vingt-quatre heures :

D'après les registres de la distribution, à	841,080 ^m
D'après les registres de l'État, à	763,300
D'après les jaugeages de Frontin, à	1,488,300

» On adopte généralement le jaugeage de Frontin, et l'on admet que, du temps de l'empereur Nerva, les aqueducs débitaient 1 500 000 mètres cubes. Ce chiffre doit être discuté. Voici comment Frontin a déterminé en quinaire le débit de l'Appia :

« Cependant, m'étant transporté aux Gemelles, . . . j'ai trouvé que la veine d'eau qui coulait dans l'aqueduc avait $1\frac{3}{4}$ pied ($0^m,51968$) de largeur sur 5 pieds ($1^m,4848$) de hauteur, ce qui donne une superficie de $8\frac{3}{4}$ pieds ($0^m,77162$) ou 2240 doigts carrés, qui font 1825 quinaires (1). »

» Frontin a donc donné simplement, non pas le débit de l'aqueduc, comme il le croyait, mais la section de la veine fluide, en prenant pour unité la section du quinaire, et il s'est trompé de même dans les autres jaugeages. Il ne tient aucun compte de la vitesse de l'eau.

» J'ai cherché à établir, aussi exactement que possible, les débits des aqueducs, d'après les données des anciens auteurs et des renseignements qui m'ont été fournis par M. le colonel Blumensthal. Je ne puis entrer ici dans le détail des calculs qu'on trouvera au chapitre IX de mon ouvrage.

» Le produit total des aqueducs par vingt-quatre heures était, suivant moi, de 604 000 mètres cubes. Ce nombre est bien inférieur à celui qui résulte des jaugeages de Frontin (1 488 300 mètres cubes). Il se rapproche beaucoup plus du volume inscrit sur les registres de l'État (763 300 mètres cubes). »

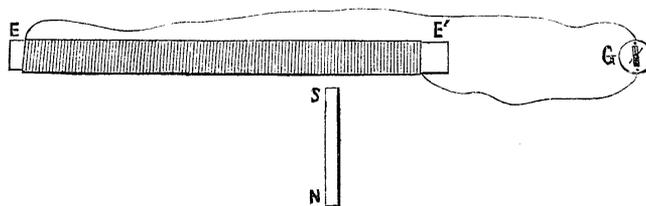
PHYSIQUE. — *Sur une machine magnéto-électrique produisant des courants continus.* Note de M. GRAMME, présentée par M. Jamin.

« Les courants d'induction sont en général instantanés et se produisent alternativement de sens contraire. Il n'est cependant pas impossible d'en produire qui échappent à ce double caractère.

» Considérons par exemple un long électro-aimant EE', c'est-à-dire un long barreau de fer doux, sur lequel on a enroulé un fil conducteur isolé; si l'on présente à cet électro-aimant un aimant S.-N., comme l'indique la

(1) La section du calice quinaire est $0^m,000423$.

fig. 1, et si l'on fait mouvoir cet aimant parallèlement à lui-même, main-



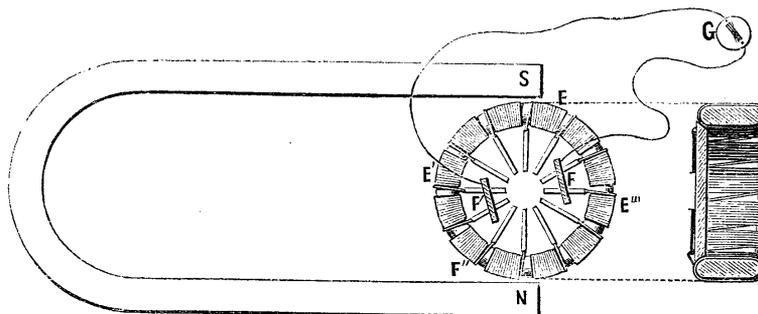
tenant constante sa distance au barreau, et lui donnant une vitesse uniforme, le pôle S. développera dans le fer doux un pôle magnétique qui se déplacera en même temps que l'aimant S.-N. Le déplacement de ce pôle dans l'intérieur du fer entraînera, dans le fil conducteur, la production d'un courant d'induction qu'on pourra rendre sensible au moyen d'un galvanomètre G.

» Ce courant ne sera pas du tout instantané, il conservera le même sens pendant toute la durée du mouvement de l'aimant entre les deux bouts E, E' de l'électro-aimant, durée qu'on peut varier à volonté dans des expériences successives.

» A la vérité, si le mouvement de l'aimant continue dans le même sens, il se produira un courant d'induction de sens opposé dès que l'aimant aura dépassé le bout E' de l'électro-aimant, mais c'est là une autre partie du phénomène qu'il n'y a pas lieu d'étudier ici.

» Cette expérience conduit à penser que, par l'emploi d'artifices convenables, il est possible de réaliser un appareil fournissant des courants continus pendant une durée indéfinie.

» Supposons en effet que l'électro-aimant, au lieu de présenter la forme rectiligne de la *fig. 1*, prenne la forme circulaire EE'E''E''' (*fig. 2*). Sou-



mettons-le à l'action simultanée des deux pôles N. et S. d'un aimant en

fer à cheval N.-O.-S. Supposons l'anneau électro-aimant tournant autour de son centre d'un mouvement uniforme dans le sens indiqué par la flèche.

» Le pôle S. produira, dans la partie de l'anneau qui est dans son voisinage, un courant dont le sens pourra être déterminé soit au moyen de l'expérience directe, soit en se reportant à celle que nous avons rapportée sur l'électro-aimant droit. On comprend aisément que le pôle N. produira dans son voisinage un courant de sens contraire au précédent. Enfin il est aisé de se rendre compte que, dans les deux parties de l'anneau placées à angle droit, et qu'on peut appeler *moyennes*, il n'y a aucun courant produit. Si donc on veut recueillir les deux courants contraires produits simultanément dans le fil de l'anneau électro-aimant, il suffit d'établir deux frotteurs correspondants aux parties moyennes, qui sont comme les rhéophores de cette pile d'un nouveau genre.

» Il est opportun de donner quelques détails sur ces frotteurs, tels qu'ils ont été employés jusqu'ici et tels qu'ils sont dans la machine mise sous les yeux de l'Académie.

» Si le fil enroulé sur l'anneau est très-gros, si en outre on n'a placé qu'une seule rangée de tours de ce fil, comme il peut être utile de le faire pour certaines expériences, il suffit de dénuder le fil sur une ligne et d'établir des frotteurs pressant sur cette partie nue. Mais si l'on emploie du fil plus fin et si l'on met sur l'anneau un grand nombre de rangées de fil, on est obligé de procéder de la manière suivante : on place un certain nombre de tours de fil, trois cents par exemple, répondant à une tranche de l'anneau, puis on attache le fil à une pièce de laiton isolée, sur laquelle appuieront les frotteurs ; puis, sans rompre le fil, on continue à l'enrouler sur l'anneau, on range trois cents nouveaux tours, formant une nouvelle tranche de l'anneau, on attache encore le fil à une seconde pièce de laiton voisine de la première, et ainsi de suite. De cette façon tout le fil enroulé sur l'anneau forme un conducteur sans fin, divisé en un certain nombre de parties égales dont les points de jonction sont soudés à des pièces métalliques d'une solidité et d'une forme convenable pour résister à un frottement prolongé. Ces pièces de laiton, placées comme des rayons sur le flanc de l'anneau, sont représentées *fig. 2*. Les frotteurs F appuient à la fois sur plusieurs d'entre elles.

» Il est aisé de comprendre maintenant comment on peut faire agir sur un même anneau deux aimants au lieu d'un, c'est-à-dire quatre pôles au lieu de deux, ou même un plus grand nombre. Il va sans dire qu'il faut tou-

jours un frotteur entre deux pôles et par conséquent autant de frotteurs que de pôles.

» Enfin il est possible de substituer, aux aimants excitateurs, des électro-aimants qui soient animés par une partie du courant de la machine elle-même, suivant la méthode connue; au début du mouvement le magnétisme rémanent de ces électro-aimants induit un faible courant dans l'anneau; la moitié de ce courant sert à exciter les électro-aimants inducteurs, et bientôt la machine arrive à son régime.

» La machine soumise à l'Académie est précisément de ce genre; elle présente deux électro-aimants, et par conséquent quatre pôles agissant sur l'anneau. Elle présente quatre frotteurs, dont deux conduisent la moitié du courant dans les électro-aimants, tandis que les deux autres fournissent le courant extérieur. Sur chaque branche de ces électro-aimants sont enroulés 7 kilogrammes de fil de cuivre de 3 millimètres de diamètre. L'anneau est chargé de 200 mètres de fil de 2 millimètres de diamètre, pesant environ 7 kilogrammes.

» Cette machine est mise en mouvement au moyen d'un volant mû à bras d'homme. Elle permet de décomposer l'eau dans un voltamètre, de rougir et fondre 25 centimètres de fil de fer de $\frac{9}{10}$ de millimètre de diamètre; si lent que soit le mouvement de l'anneau, on voit dévier l'aiguille d'un galvanomètre grossier à un seul tour de fil. Les effets sont tous plus marqués à mesure que la vitesse de rotation augmente, jusqu'à un maximum qui correspond à 7 ou 800 tours par minute, vitesse qu'on obtient facilement quand la machine est mise en mouvement par un moteur à vapeur. Les effets d'ailleurs sont différents, suivant la nature du fil enroulé sur l'anneau : effets de quantité avec un fil gros et court, effets de tension avec un fil long et fin.

» En un mot, on peut obtenir au moyen de cette machine, tout ce qu'on obtient avec la pile; il y a donc lieu de penser qu'elle pourra lui être substituée avec avantage dans beaucoup de cas, soit dans les applications industrielles, soit dans les recherches scientifiques. »

PHYSIQUE. — *Sur les intervalles musicaux*. 3^e Note de **MM. A. CORNU** et **E. MERCADIER**, présentée par M. Jamin.

« Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* de l'Académie, les 8 et 22 février 1869, nous avons été conduits à énoncer les propositions suivantes :

COMPTES RENDUS
HEBDOMADAIRES
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



» Je vais dire un mot maintenant du deuxième exemple placé sur la partie qui est à droite sur R.

» Cette règle R, dans ce nouvel exemple, porte huit grandes divisions. Chaque division est partagée en quatre parties égales. Si l'on suppose qu'une grande division représente un degré, la sous-division correspond à 15 minutes.

» V_1 a été obtenu en prenant quatorze de ces sous-divisions, que l'on a partagées en quinze parties égales.

» V_1 permet d'obtenir une mesure à $\frac{1}{15}$ près d'une sous-division de R, c'est-à-dire à 1 minute près.

» V_2 a pour longueur 12 divisions de V_1 plus le quinzième d'une sous-division de R : cette longueur a été partagée en douze parties égales.

» A l'aide de V_2 on obtient la mesure faite à $\frac{1}{12}$ près d'une minute, c'est-à-dire à 5 secondes près.

» Le dispositif adopté dans cet exemple permet donc d'effectuer une mesure avec l'approximation du $\frac{1}{180}$ d'une division de R.

» V_1 et V_2 ne sont pas nécessairement placés comme sur le modèle en bois. La disposition à choisir pour ces deux verniers dépend de l'instrument qui porte la règle divisée ou le cercle divisé.

» Le modèle en bois a simplement pour but de permettre de mieux montrer l'usage du vernier de vernier. »

PHYSIQUE. — *Sur les machines magnéto-électriques Gramme, appliquées à la galvanoplastie et à la production de la lumière.* Note de M. GRAMME.

« En juillet 1871, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie un premier spécimen de mes machines magnéto-électriques. Je me propose, dans cette deuxième Note, de présenter les solutions pratiques pour la galvanoplastie et la production de la lumière.

» Pour produire des courants continus, je fais tourner un électro-aimant circulaire, à pôles conséquents, devant les pôles magnétiques d'un aimant quelconque, et je recueille les courants dans un plan perpendiculaire aux pôles.

» Mon électro-aimant mobile à pôles conséquents est composé d'une couronne en fer doux, ne présentant aucune saillie, sur laquelle s'enroule

un fil métallique continu. Ce fil métallique est divisé en une série de petites bobines, lesquelles sont reliées avec un faisceau cylindrique de lames également métalliques. Chaque bobine communique avec une de ces lames, et celles-ci sont séparées entre elles par une simple épaisseur de soie.

» Il est essentiel que la réunion des conducteurs forme un cylindre compact et que les isolants soient très-minces : sans cela la machine donnerait de fortes étincelles, et ne produirait que des courants insignifiants.

» La possibilité d'établir un nombre quelconque de pôles est la chose la plus saillante de mon invention. C'est elle qui permettra de produire, avec une seule machine, une série de courants distincts, et de fractionner, par exemple, la lumière électrique.

» Pour apprécier exactement les effets obtenus par un électro-aimant mobile, agissant devant un aimant de puissance connue, j'ai construit mes spécimens avec deux pôles seulement.

» *Machine à galvanoplastie.* — La machine à galvanoplastie, qui depuis quatre mois fonctionne dans les ateliers de M. Christofle, à Paris, est composée d'un arbre portant deux électro-aimants mobiles et de deux électro-aimants horizontaux à pôles consécutifs.

» Elle a été calculée pour produire un dépôt de 600 grammes d'argent avec une vitesse de trois cents tours à la minute; elle pèse 460 kilogrammes. Le fil enroulé sur les électro-aimants fixes pèse 135 kilogrammes, et celui des électro-aimants mobiles 40 kilogrammes. La force nécessaire à la marche normale est d'environ 1 cheval-vapeur. La tension du courant produit est égale à celle de 2 éléments Bunsen ordinaires; la quantité correspond à 32 éléments.

» Les frotteurs ou recueilleurs de courants sont aussi d'un système tout nouveau; ils se composent d'un grand nombre de fils de cuivre maintenus ensemble par un lien qui leur donne la forme de pinceaux ou de balais plats. Cette partie accessoire de la machine est une invention à part, applicable à toutes les machines magnéto-électriques ou électro-magnétiques. Elle donne un contact d'une grande douceur et prévient les solutions de continuité résultant des vibrations et donnant des étincelles d'extra-courant rapidement destructives.

» A la vitesse de 275 tours, la machine a déposé 525 grammes d'argent à l'heure; à 300 tours, 605 grammes, et à 325 tours 675 grammes. Cette dernière vitesse était exagérée; elle produisait dans les bobines un échauffement

(1499)

qui aurait pu altérer la machine si l'on avait continué longtemps le même régime.

» Voici un tableau comparatif des expériences faites par M. Christofle avec ma machine et avec une machine Wilde, en prenant des surfaces d'anodes différentes :

Machine Gramme.

Nos des expér.	Dates.	Dépôt total.	Temps du dépôt.	Surface d'anode.	Dépôt par heure.	Dépôt par et par mèt. carré.	Observations.
1	27 août.....	5973 ^{gr}	7,50 ^{h m}	5,3550 ^{mq}	766 ^{gr}	143 ^{gr}	Vitesse 300 tours.
2	28 »	5905	7,50	5,3550	757	141	Mauvais dépôt.
3	29 »	5972	7,50	5,3550	766	143	Piqures,
4	30 »	6117	7,50	5,3550	784	146	
5	6 sept.....	1980	2,50	3,5700	707	198	Vitesse 300 tours.
6	6 »	1985	2,45	3,5700	722	202	Bon dépôt.
7	6 »	2014	2,45	3,5700	732	205	
8	7 »	1557	2,35	2,6775	603	225	Vitesse 300 tours.
9	7 »	1593	2,45	2,6775	581	217	Mauvais dépôt.
10	7 »	1540	2,40	2,6775	578	216	Grains.

Machine Wilde.

Nos des expér.	Dates.	Dépôt total.	Temps du dépôt.	Surface d'anode.	Dépôt par heure.	Dépôt par et par mèt. carré.	Observations.
1	9 sept.....	1481 ^{gr}	3,30 ^{h m}	2,6775 ^{mq}	423 ^{gr}	158 ^{gr}	Vitesse 2400 tours.
2	9 »	1144	2,30	2,6775	457	170	
3	10 »	1481	3,05	2,6775	480	179	
4	10 »	1689	3,35	2,6775	472	176	

» Il paraît inutile de faire ressortir les avantages d'une vitesse huit fois moins considérable; je me contenterai de dire qu'après quatre mois de marche les conducteurs et les frotteurs sont encore en parfait état de conservation, et que la machine n'a pas exigé un centime d'entretien, à part le graissage des paliers.

» Bien que cette machine ne soit pas disposée pour le dépôt du cuivre, M. Christofle a fait quelques expériences sur ronde-bosse avec anode de plomb, que je consigne ici à titre de simples renseignements.

Dépôt de cuivre.

Numéros des expériences.	Dates.	Dépôt par heure.	Surface de l'anode insoluble.	Dépôt par heure et par mètre carré.
1	25 octobre.....	142 ^{gr}	0,90 ^{m²}	158 ^{gr}
2	26 »	142	0,90	158
3	28 »	133	0,90	148
4	29 »	125	0,90	139
5	30 »	128	0,90	142
6	5 novembre.....	161	1,30	123
7	6 »	149	1,30	112

» *Machine à lumière.* — Le problème de la production de la lumière électrique est, comme on sait, tout différent; la tension de l'électricité doit être beaucoup plus considérable et la quantité beaucoup moindre que pour les décompositions chimiques. Ainsi, dans la machine que je viens d'essayer, la tension atteint 105 éléments Bunsen ordinaires, et la quantité se trouve réduite à 5 éléments.

» La disposition de cette machine est verticale, sa hauteur est de 1^m, 25, sa base ne mesure que 0^m, 80 sur 0^m, 80, son poids est d'environ 1 tonne.

» Comme la tension ne peut être obtenue que par la longueur du fil enroulé sur les électro-aimants, j'ai, pour économiser l'espace, établi trois électro-aimants fixes et trois bobines ou électro-aimants mobiles à pôles conséquents. Une des bobines développe le magnétisme dans les électro-aimants fixes, et les deux autres fournissent le courant qui produit la lumière.

» La première aimantation a eu lieu sans le secours de piles: c'est l'électricité terrestre qui a rempli cette mission, au moment où je préparais des éléments Daniell pour l'obtenir.

» Le fil enroulé sur les électro-aimants fixes pèse 250 kilogrammes, celui des trois bobines 75 kilogrammes.

» L'axe de la machine tournant à 300 tours par minute, avec une dépense d'environ 4 chevaux de force, j'ai obtenu une lumière égale à celle de 900 bees Carcel, c'est-à-dire une lumière artificielle plus intense qu'aucune produite jusqu'à ce jour.

» Les effets calorifiques correspondant à cette même vitesse de 300 tours présentent un véritable intérêt. J'ai pu rougir, sur une longueur de 12 mètres, un fil de cuivre de $\frac{7}{10}$ de millimètre de diamètre, et un fil de fer de $\frac{13}{10}$ sur 5 mètres de longueur. J'ai fondu ce même fil de fer de $\frac{13}{10}$ sur 2^m, 50 de longueur. »

dois ajouter qu'il m'a été complètement impossible de trouver une seule graine saine. Toutes, sans la moindre exception, avaient été dévorées par un petit Coléoptère du genre *Bruchus*, absent alors, mais que, depuis, j'ai trouvé abondamment dans les fruits de l'année qui m'ont été envoyés par M. Mattei.

» Les Gommiers sont très-inégalement espacés sur toute l'étendue de la plaine ; à certains endroits ils constituent des groupes de gros arbres, tandis que sur d'autres points les nombreux jets qui ont repoussé du tronc des arbres coupés au pied forment de véritables fourrés de buissons.

» La gomme, très-rare à l'époque où je me trouvais au T'hala, par suite, me dirent les indigènes, des pluies et des rosées de l'hiver qui la dissolvent, coule des cicatrices du tronc et des grosses branches.

» La spontanéité de l'Acacia dans la plaine de T'hala ne me paraît pas douteuse, bien qu'une sorte de légende, perpétuée chez les indigènes, en attribue l'introduction à une héroïne qui aurait gouverné les tribus du pays il y a plusieurs siècles et l'aurait importé de Rhadamès.

» De la comparaison de mes échantillons avec ceux des herbiers et de l'étude attentive des descriptions et des figures publiées par les auteurs il résulte que l'Acacia de Tunisie doit être rapporté à l'*A. tortilis*, Hayne, dont l'aire géographique comprend l'Arabie, l'Égypte, la Nubie et le Sénégal (1).

» La présence de cet Acacia en Tunisie est une nouvelle preuve des affinités de la flore de la Tunisie méridionale avec celle de l'Égypte, affinités déjà constatées par MM. E. Cosson et L. Kralik. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les nouveaux perfectionnements apportés aux machines magnéto-électriques.* Note de M. Z.-T. GRAMME, présentée par M. Bréguet.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Bréguet.)

« Depuis deux ans, époque de ma première Communication à l'Académie, j'ai continué des études et des expériences sur mes machines magnéto-électriques à courants continus ; voici les résultats auxquels je suis parvenu.

» Vers la fin de 1872, je n'avais encore établi qu'une seule machine pour

(1) L'*A. tortilis* est très-voisin de l'*A. Seyal*, Delile, qui a la même distribution géographique et ne paraît en être qu'une simple variété.

la lumière, deux machines pour la galvanoplastie et quelques petites machines pour les démonstrations scientifiques.

» Les machines à démonstration pouvaient rougir $0^m,10$ de fil de platine de 3 dixièmes de millimètre de diamètre; celles qui sont actuellement fabriquées dans l'atelier de M. Bréguet et dans le mien rougissent jusqu'à $0^m,40$ du même fil, c'est-à-dire quatre fois plus que les premières, sans que le poids de la matière ni le prix de la main d'œuvre ait varié.

» Cette augmentation considérable dans l'intensité du courant est principalement due à l'emploi des nouveaux aimants feuilletés de M. Jamou, dont l'Académie connaît la construction si remarquable.

» Une des machines à galvanoplastie avait été expédiée en Angleterre; l'autre, livrée à Paris à MM. Christoffe et C^{ie}, fonctionne depuis deux ans, à l'entière satisfaction des acquéreurs. Elle n'a exigé aucune réparation, et tout son entretien consiste dans le graissage de l'axe. Son bâti est en bronze, il repose sur une large semelle en bois. Sans rien changer à la partie électrique, j'ai construit, tant à la fin de 1872 qu'au commencement de 1873, dix machines avec bâti en fonte, qui fonctionnent dans divers ateliers. Ces machines pèsent 750 kilogrammes chacune; elles possèdent quatre barres d'électro-aimants et deux anneaux de bobines sur l'arbre. Le poids du cuivre entrant dans leur construction est de 175 kilogrammes. Leurs dimensions sont de $1^m,30$ de hauteur, $0^m,80$ dans la plus grande largeur. Elles déposent $0^{kg},600$ d'argent à l'heure et nécessitent, pour ce dépôt, une force de 75 kilogrammètres.

» Le nouveau type de machine à galvanoplastie que je viens de combiner n'a qu'un anneau central au lieu de deux et deux barres d'électro-aimants au lieu de quatre. Son poids est de 177 kilogrammes; le poids de cuivre garnissant l'anneau et les barres d'électro-aimants de 47 kilogrammes. Ses dimensions sont de $0^m,55$ de côté sur $0^m,60$ de hauteur; il dépose, comme l'ancien type, $0^{kg},600$ à l'heure. Sa marche est bonne en tous points, ainsi que viennent de le constater MM. Christoffe et C^{ie}. La force motrice nécessaire à son fonctionnement n'est plus que de 50 kilogrammètres.

» Comparé au modèle de 1872, celui de 1874 possède les avantages suivants : 1^o il exige un espace moitié moindre pour son installation; 2^o son poids total est réduit de plus des trois quarts; 3^o le cuivre nécessaire à sa construction est réduit de près des trois quarts; 4^o il économise 30 pour 100 sur la force motrice.

» Ces perfectionnements ont été obtenus par la suppression de la bobine excitatrice, en mettant l'électro-aimant dans le circuit même du cou-

rant ; par la meilleure disposition des garnitures de cuivre des barres des électro-aimants, et par une faible augmentation de vitesse.

» La garniture des électro-aimants, que je faisais avec du fil rond, est aujourd'hui formée d'une bande de cuivre mince, tenant toute la largeur d'une demi-barre d'un électro-aimant, de sorte que cette garniture ne se compose, en réalité, pour une machine, que de quatre larges rubans.

» La disposition qui consiste à mettre l'électro-aimant dans le circuit, pour supprimer la bobine excitatrice, a donné lieu à un phénomène de changement de pôle que j'ai dû annuler. Lorsque les machines sont en mouvement et le circuit fermé sur des bains métalliques, les pôles restent les mêmes pendant tout le temps de la marche ; mais, dès qu'un arrêt se produit, par une cause accidentelle ou volontaire, les pôles changent de nom, de telle sorte que, si l'on remettait en marche sans rien changer aux conducteurs, on ferait un travail inverse, c'est-à-dire que dans le cas d'argenture, par exemple, on désargenterait les objets qui se trouveraient dans le bain. Pour obvier à cet inconvénient, j'ai imaginé de faire couper le courant automatiquement, dès que la machine se ralentit ; j'évite ainsi les courants secondaires qui seuls occasionnent les changements de pôles.

» Pour bien me rendre compte des avantages que mon nouveau modèle possède sur celui de 1872, j'ai modifié une ancienne machine et je lui ai appliqué tous les changements récents. Cette transformation a donné les résultats prévus, car le dépôt d'argent s'est élevé à $2^{\text{kg}},100$ à l'heure, au lieu de $0^{\text{kg}},600$.

» Ma première machine à lumière alimentait un régulateur de 900 becs Carcel ; son poids total atteignait 1000 kilogrammes. Elle possédait trois anneaux mobiles et six barres d'électro-aimants. Un des anneaux excitait l'électro-aimant, les deux autres produisaient le courant utilisable. Le cuivre enroulé sur les barres d'électro-aimants pesait 250 kilogrammes, celui des trois anneaux 75 kilogrammes. L'emplacement nécessaire pour l'installation était de $0^{\text{m}},80$ de côté sur $1^{\text{m}},25$ de hauteur. Cette machine, qui a servi pendant longtemps pour des expériences sur la tour de Westminster, à Londres, s'échauffait un peu et donnait naissance à des étincelles entre les balais et les conducteurs ; cependant elle n'a donné lieu, depuis deux ans, à aucun inconvénient sérieux.

» Mon nouveau type de machine à lumière est composé d'un bâti en fonte, de deux barres d'électro-aimants et d'un seul anneau mobile central. Il pèse 183 kilogrammes et ne nécessite que 47 kilogrammes de cuivre, tant pour la garniture de son anneau que pour ses électro-aimants. Sa lon-

gueur est de 0^m,55, sa largeur également de 0,55, et sa hauteur est de 0^m,60. Sa puissance normale est de 200 becs, mais elle peut atteindre beaucoup plus.

» Voici les résultats moyens de dix séries d'expériences :

Nombre de tours.	Nombre de becs Carcel.	Observations.
650	77	} Aucun échauffement ni étincelles.
850	125	
880	150	
900	200	
935	250	Léger échauffement, pas d'étincelles.
1025	290	Échauffement et étincelles.

» Je n'ai pas à m'occuper ici de la machine de l'Alliance, qui a toujours donné d'excellents résultats pour l'éclairage des phares; cependant il me paraît utile de faire le rapprochement suivant, pour bien indiquer les progrès récents obtenus dans l'importante question de l'éclairage.

» Une machine de l'Alliance, établie au phare de la Hève, produisant 200 becs, pèse environ 2000 kilogrammes et nécessite un espace de 1^m,70 de longueur sur 1^m,30 de largeur et 1^m,50 de hauteur. Ma nouvelle machine pèse donc le douzième de celle qui existe à la Hève, et tient dans un espace sept fois moindre en surface et dix-huit fois moindre en volume.

» Les appareils à courants continus, n'ayant ni bielles, ni manivelles, ni point mort, conviennent éminemment pour des expériences de transformation d'électricité en travail : aussi j'ai depuis longtemps recherché l'effet utile de leurs fonctions renversées. Voici les résultats que j'ai obtenus avec un simple appareil de démonstration, en me servant d'éléments Bunsen de 0,20 :

Nombre d'éléments. de l'anneau.	Nombre de tours	Force en kilogrammètres.	Observations.
2	760	0,320	Marche irrégulière.
3	810	1,020	} Bonne marche.
4	1000	1,020	
»	900	1,800	
5	1100	2,500	
6	1000	3,360	Marche irrégulière.
7	1100	4,140	} Bonne marche.
8	1100	5,000	
»	900	4,807	
9	1500	5,115	Le frein était difficile à équilibrer.
10	1700	5,520	Bonne marche.
»	1300	6,165	Marche irrégulière.

» Les différences observées dans la marche provenaient toutes de l'état des éléments, qu'il a fallu recharger plusieurs fois pendant les essais. La machine s'est toujours bien comportée, avec 2 éléments comme avec 10.

» Une application de la fonction renversée dont je viens de parler est le transport des forces à grandes distances. Il suffit, en effet, d'établir une machine près d'une source de force motrice et d'envoyer le courant produit dans une seconde machine au moyen d'un câble métallique, quels que soient d'ailleurs l'éloignement de la seconde machine et les sinuosités du sol.

» J'ai fait à ce sujet une expérience assez concluante. Une machine magnéto-électrique recevait le mouvement d'un moteur à vapeur, et nécessitait pour sa mise en marche une force égale à 75 kilogrammètres, mesurée au frein ; l'électricité produite était envoyée dans une deuxième machine qui, également munie d'un frein de Prony, produisait 39 kilogrammètres, c'est-à-dire un peu plus de la moitié de la force primitive. Comme l'électricité passait par deux machines, ou, ce qui revient au même, comme il y avait une double transformation de travail en électricité et d'électricité en travail, chaque machine, bien qu'elle n'eût pas été faite pour cet usage, avait un rendement supérieur à 70 pour 100.

» Pour terminer, je signalerai une petite machine dans laquelle l'anneau est formé de deux fils de diamètres différents et d'un double collecteur de courants. Cette machine a la propriété de convertir l'électricité de quantité, provenant d'une pile ou d'une autre machine, en électricité de tension, ce qui permet, par exemple, de faire de la télégraphie avec 2 éléments Bunsen.

» Ce modèle est surtout applicable à la Médecine et aux expériences scientifiques. Je ferai connaître ultérieurement les résultats que j'ai obtenus dans différentes applications. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la matière sucrée contenue dans les Champignons ;*
par M. A. MÜNTZ.

(Commissaires : MM. Brongniart, Pasteur, Berthelot.)

« Dans de précédentes recherches (1) j'ai établi que les Champignons supérieurs contiennent, dans leurs tissus, de la matière sucrée, sous forme de mannite, de tréhalose ou d'un glucose d'espèce indéterminée.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 649.

ANNALEN
DER
PHYSIK UND CHEMIE.

BAND CLVIII.

**I. Zur Kenntniss der dielektrischen Polarisation;
von Dr. Elihu Root aus Massachusetts**

(Auszug aus seiner Dissertation (Berlin 1876)).

I.

Faraday's Theorie der Elektrizität.

§. 1.

In seinen unsterblichen Experimental-Untersuchungen hat Faraday eine höchst merkwürdige Theorie der Elektrizität aufgestellt.

Die wesentlichsten Punkte dieser Theorie lassen sich in den folgenden kurzen Sätzen zusammenstellen:

Die Rolle eines ersten, wesentlichen, fundamentalen, elektrischen Princip¹⁾ spiele eine eigenthümliche, dielektrische Polarisation; das Substratum dieser Polarisation seyen die Molecüle der Materie; alle Molecüle seyen vollkommene Leiter²⁾ der Elektrizität; das Wesen³⁾ der Polarisation bestehe in einer, innerhalb der Molecüle vollzogenen Vertheilung der beiden Elektrizitätsarten; der Polarisationszustand sey daher ein abnormer, von einer elektrischen Spannung⁴⁾ begleiteteter; es gebe kein Polarisationsmaximum, vielmehr eine kritische alles zerstörende Polarisationsgränze⁵⁾; die Polarisation trete augenblick-

1) Faraday, *Experimental Researches in Electricity*, Vol. I, al. 1162. (Ann. Bd. 46, S. 2).

2) Ebendas. al. 1169. (Ann. Bd. 46, S. 8.)

3) Ebendas. al. 1178. (Ann. Bd. 46, S. 11.)

4) Ebendas. al. 1671. (Ann. Ergzbd. I), S. 250.)

5) Ebendas. al. 1410. (Ann. Bd. 47, S. 531.)

Rad mit durchbrochenen Flügeln.

Entfernung der Flamme vom Centrum	Druck des Gases in Millimeter Quecksilber	Dauer einer Drehung in Secunden
132 ^{mm}	0,84	44
"	0,42	21
"	0,03	3,3
"	0,01	3,4

Der Unterschied in der Drehung in dem einen und andern Fall ist derartig, daß die Abnahme des Widerstandes in Folge des geringeren Flächeninhalts der durchbrochenen Flügel nicht ausreicht, denselben herbeizuführen; es ist eine Zunahme des Drehungsmoments bei den durchbrochenen Flügeln eingetreten.

V. *Ueber eine magneto-elektrische Maschine mit
continuirlichem Strom; von Hrn. Gramme.*

(Compt. rend. T. LXXIII, p. 175.)

Im Allgemeinen sind die Inductionsströme instantan und hin- und hergehend; es ist indess nicht unmöglich, sie ohne diese beiden Eigenschaften zu erzeugen.

Betrachten wir z. B. einen langen Elektromagnet EE' d. h. einen langen Stab von weichem Eisen, der mit einem isolirten Leitdraht umwickelt ist. Führt man in constanter Entfernung von ihm einen Magnetstab SN parallel mit sich, mit gleichförmiger Geschwindigkeit an ihm entlang, so wird der Pol S in dem weichem Eisen einen Magnetpol entwickeln, der sich gleichzeitig mit dem Magnetstab NS verschiebt. Die Verschiebung dieses Pols im Innern

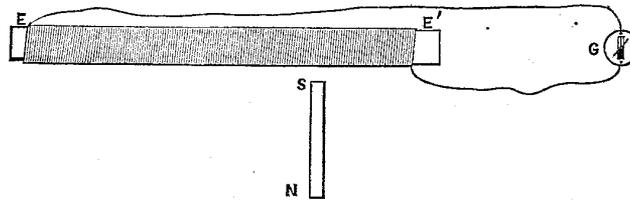
des Eisens erzeugt in dem Leitdraht einen Inductionsstrom, den man mittelst eines Galvanometers G sichtbar machen kann.

Dieser Strom ist instantan und er behält gleiche Richtung während der ganzen Dauer der Bewegung des Elektromagnets zwischen den Enden EE' des Eisenstabes.

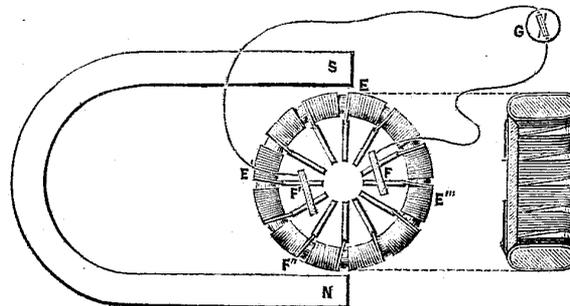
Freilich entsteht, wenn die Bewegung des Magnets in dem Sinne fort dauert und dabei das Ende E' überschreitet, ein Inductionsstrom von umgekehrter Richtung, allein das ist eine andere Seite des Phänomens, deren Studium nicht hierher gehört.

Dieser Versuch erweckt den Gedanken, daß es bei Anwendung gehöriger Kunstgriffe möglich sey, einen Apparat zu construiren, der continuirliche Ströme während unbegrenzter Zeit liefert.

Figur 1.



Figur 2.



Gesetzt nämlich der Eisenstab habe, statt der geraden Gestalt in Fig. 1, die kreisrunde $EE'E''E'''$ (Fig. 2), und

sey der Wirkung der beiden Pole *N* und *S* eines Hufeisenmagnets *NOS* unterworfen, werde auch um seinen Mittelpunkt mit gleichförmiger Geschwindigkeit in dem vom Pfeile angedeuteten Sinn gedreht.

Der Pol *S* wird in dem ihm benachbarten Theil des Ringes einen Strom erregen, dessen Richtung entweder durch directen Versuch bestimmt werden kann, oder indem man ihn auf den für den geraden Elektromagnet angegebenen zurückführt. Man begreift leicht, daß der Pol *N* in seiner Nähe einen gegen den vorigen umgekehrten Strom hervorrufen wird. Endlich ist leicht erklärlich, daß in den rechtwinklich daran gelegenen Theilen des Ringes, welche man *Mitten* nennen kann, kein Strom entsteht. Will man also die beiden gleichzeitig erzeugten entgegengesetzten Ströme in dem Draht des elektromagnetischen Ringes sammeln, so genügt an den mittleren Theilen zwei Reiber (*frotteurs*) anzubringen, welche gleichsam die Reophore dieser neuen Säule sind.

Es wird zweckmäfsig seyn, über diese Reiber einige Details zugeben.

Ist der Ring mit einem sehr dicken Draht umwickelt und zwar nur mit einer Lage von Windungen, wie es für gewisse Zwecke nützlich seyn kann, so reicht es hin, den Draht auf einer Linie zu entblöfsen und die Reiber gegen diesen entblöfsten Theil anzudrücken. Wenn man aber feineren Draht anwendet und ihn viele Lagen von Windungen machen läfst, so ist man genöthigt folgendermaafsen zu verfahren. Man wickelt eine gewisse Anzahl Drahtwindungen auf, 300 z. B., die einer Abtheilung (*tranche*) des Ringes entsprechen, befestigt darauf den Draht an ein isolirtes Messingstück, gegen welches die Reiber drücken; man fährt nun fort, ohne den Draht zu unterbrechen, den Ring mit 300 Windungen zu umgeben, welche eine neue Abtheilung des Ringes bilden, befestigt an den Draht ein zweites Messingstück nahe dem ersten und so fort. Auf diese Weise bildet der um den Ring gewickelte Draht einen endlosen Leiter, getheilt in eine

gewisse Anzahl gleicher Theile, deren Verbindungspunkte gelöthet sind an Metallstücke von gehöriger Festigkeit und Gestalt, um einer fortgesetzten Reibung widerstehen zu können. Diese Messingstücke, die als Radian seitwärts am Ringe angebracht sind, sieht man in Fig. 2. Die Reiber *F* drücken zugleich auf mehre von ihnen.

Leicht begreiflich ist nun, wie man auf den Ring zwei Magnete statt des einen wirken lassen kann, d. h. vier oder selbst mehre Pole statt der zwei. Es ist unnöthig zu sagen, daß man immer einen Reiber zwischen zwei Pole gebraucht, folglich sovieler Reiber als Pole.

Endlich ist es möglich statt der erregenden Magnete Elektromagnete anzuwenden, die nach der bekannten Methode von einem Theil des Stromes der Maschine selbst animirt werden. Beim Beginn der Bewegung inducirt der remanente Magnetismus dieser Elektromagnete einen schwachen Strom im Ringe; die Hälfte dieses Stromes dient zur Erregung dieser inducirenden Elektromagnete und bald gelangt die Maschine zur Wirksamkeit.

Die der Akademie vorgelegte Maschine ist genau von dieser Einrichtung. Sie besitzt zwei Elektromagnete und folglich vier auf den Ring wirkende Pole. Sie hat vier Reiber, deren zwei die Hälfte des Stroms in die Elektromagnete führen, während die beiden anderen den äußeren Strom liefern. Auf jeden Arm dieser Elektromagnete sind 7 Kilogramm Kupferdraht von 3 Millim. Durchmesser gewickelt. Der Ring ist mit 200 Meter Draht von 2 Millim. Durchmesser belastet, etwa 7 Kilogramm. wiegend.

Diese Maschine wird von einem Schwungrade durch Menschenkraft bewegt: Sie gestattet Wasser im Voltmeter zu zersetzen, 25 Centm. Eisendraht von 0,9 Millim. Durchmesser zum Glühen und Schmelzen zu bringen; wie langsam man auch die Maschine drehe, sie lenkt die Nadel eines groben Galvanometers von einer einzigen Drahtwindung ab. Die Wirkungen sind kräftiger, in dem Maasse als man die Rotationsgeschwindigkeit steigert, bis zum Maximum von 7 bis 800 Umgängen in der Minute,

welches man leicht mittelst einer Dampfmaschine erreicht. Die Wirkungen sind übrigens verschieden, je nach der Natur des auf den Ring gewickelten Drahts. Quantitäts-Effecte erhält man mittelst eines kurzen und dicken Drahts, Tensions-Effecte mittelst eines dünnen und langen.

Mit einem Wort, man kann mit dieser Maschine alle Wirkungen der Säule erhalten, und es steht deshalb zu glauben, daß sie dieselbe in vielen Fällen zu industriellen Anwendungen und wissenschaftlichen Untersuchungen mit Vortheil ersetzen könne ¹⁾.

VI. Untersuchung der Gramme'schen elektro-dynamischen Maschine; von E. Hagenbach.

(Aus d. *Arch. d. sciences physique etc.* 1876, März, vom Hrn. Verf. mitgetheilt.

Das neuerdings für die Universität zu Basel errichtete physico-chemische Institut, welches zum Andenken an die großen Baseler Mathematiker Bernoulli den Namen *Bernoullianum* erhalten hat, besitzt einen großen Saal für populäre Vorlesungen. Dieser Saal ist so eingerichtet, daß die Bilder des Sonnenmikroskopes, der *Laterna magica*, des Spectroskops u. s. w. leicht auf eine große mit Magnesia geweißte Wand von 6 Meter Breite projicirt und somit einer Versammlung von 4 bis 500 Zuhörer auf einmal-gezeigt werden können. Nach Belieben kann man hiezu Sonnenlicht, elektrisches Licht oder Drumond'sches Licht anwenden. Da die Erzeugung des elektrischen Lichts mittelst einer Bunsen'schen oder Deleuil'schen Batterie immer sehr unangenehm und kostspielig ist, so

1) In den *Compt. rend. T. LXXIII, p. 543* nimmt Hr. Pacinotti in Pisa die Priorität dieser Erfindung für sich in Anspruch, sich dabei auf eine Note in dem *Il Nuovo Cimento T. XIX* berufend.

nahm ich mir vor, statt deren eine elektrodynamische Maschine anzuwenden. Dazu wurde ich um so mehr veranlaßt, als wir durch die Wasserleitung der Stadt über eine Kraft von etwa anderthalb Pferden in unserem physikalischen Laboratorium zu verfügen haben. Die HH. Heilmann, Ducommun und Steinlen zu Mühlhausen, die schon seit einem Jahre ihre große Gießerei durch vier Gramme'sche Maschinen beleuchten und gegenwärtig selbst solche Maschinen verfertigen, hatten die Güte, uns eine derselben auf einige Zeit zu überlassen. Ich benutzte dieselbe, nicht bloß mich zu überzeugen, daß sie zu der erforderlichen Beleuchtung hinreichend sey, sondern auch um die physikalischen Eigenschaften des Apparates näher zu untersuchen. Da sich mit mehr oder weniger Gewissheit voraussehen läßt, daß die elektro-magnetischen Maschinen in nicht ferner Zukunft die unbequemen galvanischen Batterien zur Erzeugung starker Ströme ersetzen werden, so werden die Resultate der Untersuchungen, die ich zu einem speciellen Zweck unternommen habe, auch ein allgemeines Interesse erwecken.

Die in Untersuchung genommene Maschine entspricht ziemlich genau dem auf der zweiten Tafel des Werks von Hrn. Niaudet-Breguet abgebildeten Typus¹⁾. Die Breite der Maschine und folglich die Länge des Elektromagnets beträgt 27^{cm}. Die innere bewegliche Drahtrolle mit dem Ring von weichem Eisen besteht aus zwei Theilen, die sich einer nach dem andern in die Kette einschieben; jede dieser Hälften besteht aus 48 kleinen Spiralen. Der ganze Strom, d. h. derjenige, welcher in der äußeren Kette wirkt, circulirt auch um den Elektromagnet. Diese Maschine ist übrigens nicht von letzter Einrichtung. Die HH. Heilmann, Ducommun und Steinlen verfertigen jetzt vervollkommnete Maschinen, welche günstigere Effecte geben.

1) Niaudet-Breguet, *Machines magnéto-électriques de Gramme*. Paris 1875.

Durch die Methode der Wheatstone'schen Brücke fand ich den galvanischen Widerstand

für den Elektromagnet	1,26 Siemens-Einheiten
für die innere Drahtrolle (beide Theile)	<u>0,62</u>
im Ganzen	1,88.

Die elektromotorische Kraft der Gramme'schen Maschine ist, wie leicht erklärlich, eine veränderliche Größe. Sie hängt ab von der Geschwindigkeit, mit welcher die innere Drahtrolle gedreht wird, und von der Intensität des Stroms, welcher den Elektromagnet umkreist. Diese letztere hängt ihrerseits von dem Widerstand der äußeren Kette ab.

Um die zur Berechnung der elektromotorischen Kraft erforderlichen Messungen der Stromstärke auszuführen, leitete ich einen schwachen Theil des Stromes ab, um ihn durch ein Edelmann'sches Spiegelgalvanometer zu messen. Ein vorläufiger Versuch hatte mir gezeigt, wie viele Kubikcentimeter Knallgas der Hauptstrom in der Minute liefern mußte, um das Galvanometer einen Grad abzulenken. Ich drücke die Stromstärken durch das in einer Minute gelieferte und auf 0° und 0^{mm},760 reducirte Volum Knallgas aus. Ein Kubikcentimeter Gas entspricht 0,0009926 chemischen Einheiten von 9 Milligrm. in der Secunde zersetzten Wassers. Aus dem Werthe der Stromstärke und dem des Widerstandes konnte man hierauf den der elektromotorischen Kraft ableiten. Ich drücke diese aus in Elementen der Deleuil'schen Zink-Kohlen-Elemente, wie ich sie gewöhnlich zur Erzeugung des elektrischen Lichtes anwende. Ich schätze die elektromotorische Kraft einer dieser Deleuil'schen Elemente auf 0,0192 chemische Einheiten oder 1,6 Daniell.

Die Zahl der Umläufe der Maschine wurde mittelst eines Deschiens'schen Zählers bestimmt.

Um vorläufig auszumitteln, in welchem Maasse die Stromstärke und die elektromotorische Kraft von der

Umlaufgeschwindigkeit und dem äußeren Widerstand abhängen, machte ich zunächst folgende Versuche.

Ich liefs die Maschine mit verschiedener Geschwindigkeit gehen, indem ich verschiedene äußere Widerstände einschaltete, und maafs dann die Intensität des Stroms, aus welcher ich die elektromotorische Kraft ableitete. Solchergestalt erhielt ich folgende Resultate:

I. Die Strombahn der Maschine wurde durch einen so kurzen und dicken Draht geschlossen, dafs sein Widerstand vernachlässigt werden konnte. Man hatte also einen äußeren Widerstand gleich Null und einen Gesamtwiderstand gleich 1,88 Siemens-Einheiten.

Zahl der Umläufe in der Minute	Stromstärke, Kubikcentim. Gas in der Minute	Elektrom. Kraft in Deleuil's Elementen	Zahl der Umläufe in der Minute	Stromstärke, Kubikcentim. Gas in der Minute	Elektrom. Kraft in Deleuil's Elementen
285	46	4,5	317	160,3	15,6
336	78,0	7,6	379	166,6	16,2
421	86,0	8,4	930	172,5	16,8
495	97,4	9,4	978	177,7	17,3
537	112,6	10,9	1045	183,0	17,8
584	123,8	12,0	1082	186,8	18,2
744	150,7	14,6			

II. Die Strombahn der Maschine wurde durch einen längeren mit Guttapercha überzogenen Kupferdraht geschlossen, der einen Widerstand von 0,5 Simens-Einheiten darbot, was den gesammten Widerstand zu 2,98 Simens-Einheiten ergab.

Zahl der Umläufe in der Minute	Stromstärke, Kubikcentim. Gas in der Minute	Elektrom. Kraft in Deleuil's Elementen	Zahl der Umläufe in der Minute	Stromstärke, Kubikcentim. Gas in der Minute	Elektrom. Kraft in Deleuil's Elementen
253	9,3	1,4	906	140,7	17,3
365	44,4	5,5	981	147,9	18,2
450	69,0	8,5	1109	161,7	19,9
597	96,8	11,6	1175	166,4	20,5
818	129,8	16,0	1283	176,3	21,7

III. Es wurde in die Strombahn ein noch längerer Draht, von zwei Siemens - Einheiten, eingeschaltet, was einen Gesamtwiderstand von 3,88 dieser Einheiten ergab.

Zahl der Umläufe in der Minute	Stromstärke, Cubikcentim. Gas in der Minute	Elektrom. Kraft in Deleuil's Elementen	Zahl der Umläufe in der Minute	Stromstärke, Cubikcentim. Gas in der Minute	Elektrom. Kraft in Deleuil's Elementen
539	41,0	8,2	1178	110,5	22,2
707	70,0	14,0	1416	129,8	26,0
905	91,2	18,3	1584	142,1	28,5

Wenn man diese Resultate graphisch darstellt, und dabei die Zahl der Umläufe als Abscissen und die Stromstärken als Ordinaten annimmt, so erhält man Curven die wenig von der geraden Linie abweichen, eine schwache Concavität gegen unten zeigen. Die Stromstärke wächst also sehr nahe proportional der Rotationsgeschwindigkeit. Vergrößerte man noch diese Geschwindigkeit durch eine stärkere Triebkraft, so würde man wohl die Stromstärke noch erhöht haben, wenn nicht die Maschine sich über 2000 Umläufe in der Minute zu sehr erhitzt hätte.

Wenn man aus obigen Tafeln die elektromotorischen Kräfte für eine selbe Zahl von Umläufen, aber für verschiedene Stromstärken, oder die elektromotorischen Kräfte für dieselbe Stromstärke, aber verschiedene Zahl von Umläufen durch Interpolation ableitet, so erkennt man leicht, daß für schwache Stromstärken die elektromotorische Kraft mit der Stromstärke wächst. Wenn aber letztere so groß wird, daß sie 80 Cubikcentm. Gas in der Minute entwickelt, nimmt die elektromotorische Kraft nicht merklich mehr mit der Stromstärke zu, ohne Zweifel weil der schwache Strom hinreicht zur Erzeugung einer vollständigen Magnetisirung. Ueberdies erkennt man, daß für eine constante Stromstärke die elektromotorische Kraft nahezu proportional ist der Anzahl der Umläufe, was nach dem Inductionsgesetz so seyn muß.

Zur Erzeugung des elektrischen Lichts gebrauchte ich einen Serrin'schen Regulator. Ich maafs die Lichtstärke

mittelst eines Bunsen'schen Photometers, dabei als Lichteinheit die einer normalen Paraffinkerze von $21^{\text{mm}},4$ Querschnitt und einer Flammenhöhe von $41^{\text{mm}},3$ nehmend. Um den Widerstand nach der Einschaltung der elektrischen Lampe zu messen, maß ich die Zahl der Umläufe und die Stromstärke, nahm dann den elektrischen Regulator fort und schaltete nun immer größere Widerstände ein, bis ich auf die zuvor erhaltene Zahl von Umläufen und Stromstärken gelangt war. Solchergestalt erhielt ich für den der elektrischen Lampe entsprechenden Widerstand 4,75 Siemens-Einheiten, was für den gesammten Widerstand während der Erzeugung des elektrischen Lichts 6,63 solcher Einheiten giebt.

Die ausgeführten Messungen der Lichtstärke und der entsprechenden Stromstärke führten mich durch Rechnung und Interpolation zu folgenden Resultaten:

Zahl der Umläufe in der Minute	Lichtstärke in normalen Kerzen	Stromstärke Cubikcentim. Gas in der Minute	Elektrom. Kraft in Deleuil's Elementen
1700	506	119	40,8
1800	567	126	43,2
1900	628	133	45,6
2000	689	140	48,0

Versuche mit dem Prony'schen Dynamometer zeigten mir, daß man zur Lichterzeugung bei 1800 Umläufen in der Minute etwa 90 Kilogramm verbräucht d. h. mehr als eine Pferdekraft.

567 normale Kerzen entsprechen etwa 80 Carcel'schen Brennern, man braucht also zur Ersetzung eines Carcel'schen Brenners durch unsere Maschine 1,1 Kilogramm. Neuerdings hat Hr. Tresca Versuche mit zwei größeren Gramme'schen gemacht, um die zur Lichterzeugung durch einen Carcel'schen Brenner erforderliche Arbeit zu bestimmen¹⁾.

1) *Compt. rend.* 1876, T. LXXXII, p. 299.

Vereinigen wir seine Resultat mit den unserigen, so haben wir

Maschine, berechnet für einen Brenner	Arbeit für einen Brenner
1850 Brenner	0,3 Kilogramm (Tresca)
302 „	0,7 „ (Tresca)
80 „	0,1 „ (Hagenbach).

Dieser Versuch führt also zu dem Schlufs, zu dem schon Hr. Tresca gekommen ist, dafs grofse Maschinen vortheilhafter sind als kleine.

Der Schmid'sche Wassermotor, der die Gramme'sche Maschine in Bewegung setzte, verbrauchte in der Minute etwa 280 Liter Wasser bei $4\frac{1}{2}$ Atmosphären. Zum Preise von 2 Centimes für hundert Liter kostet also das elektrische Licht mit diesem Apparate 3,40 francs per Stunde.

Der galvanische Widerstand eines meiner Deleuil'-Elemente ist = 0,083 Siemens - Einheiten. Man bedarf also 72 Elemente hinter einander, um dasselbe Licht mit der Gramme'schen Maschine bei 1700 Umläufen in der Minute zu erzeugen und 86 Elemente mit dieser Maschine bei 2000 Umläufen hervorzubringen. Daraus folgt offenbar, dafs die Anwendung der Gramme'schen Maschine für die Erzeugung von elektrischem Licht nicht nur den Vorzug der gröfseren Bequemlichkeit, sondern auch den einer gröfseren Wohlfeilheit besitzt.

Die von mir angewandte Gramme'sche Maschine reicht hin, um Photographien, mikroskopische Präparate und Spectren in grossem Maafsstabe zu projiciren.

COMPTES RENDUS
HEBDOMADAIRES
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-QUATRIÈME.

JANVIER — JUILLET 1877.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1877

fixer la direction; 3° à déduire de celle-ci l'azimut de l'astre relativement à la projection approchée du zénith vrai sur le cercle de hauteur; 4° à calculer les coordonnées géographiques de cette projection; 5° enfin à prendre le centre de gravité des projections approchées correspondant aux divers astres observés.

» On peut obtenir un *point* plus approché encore; mais le procédé serait peu applicable à la mer, en raison tant de la longueur que de la délicatesse des opérations. Nous nous réservons cependant de le faire connaître. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Recherche sur l'emploi des machines magnéto-électriques à courants continus.* Note de M. **GRAMME**, présentée par M. Jamin.

« Il y a déjà quelques années que j'ai réussi à faire adopter par plusieurs ateliers importants les machines magnéto-électriques de mon invention. Au début, je disposai, en dérivation les uns par rapport aux autres, les différents bains dans lesquels je faisais passer le courant.

» Comme la tension augmente rapidement avec la vitesse donnée aux dites machines, j'en suis venu à penser qu'il serait possible de mettre plusieurs bains en tension dans le même circuit. J'engageai plusieurs industriels à en faire l'essai, et leurs tentatives ont pleinement réussi. M. le Dr Wohlhill, à Hambourg, obtient un dépôt correspondant à 43 kilogrammes d'argent à l'heure en dépensant 15 chevaux de force avec des bains accouplés en tension; tandis que dans les ateliers d'argenture on ne dépose que 600 grammes d'argent à l'heure par cheval, avec des bains couplés en dérivation.

» J'ai fait les études suivantes dans le laboratoire de MM. Mignon et Rouart, auxquels j'exprime ici tous mes remerciements. Je me suis placé dans le cas particulièrement simple de l'électrolyse du sulfate de cuivre.

» Lorsqu'on se borne, par l'électrolyse d'un liquide, à dissoudre un métal et à en déposer un poids égal sur une autre électrode, on peut admettre *a priori* que le travail absorbé par cette opération est sinon nul, du moins fort petit.

» Mes expériences montrent que, si cette condition théorique n'est jamais remplie, on peut du moins s'en rapprocher beaucoup en employant des dispositions convenablement choisies. Elles ont été faites avec une machine à aimant Jamin, commandée par un moteur à gaz de M. Bisschop (petit modèle).

» *Première série d'expériences.* — Dans cette série, les bains, en nombre

variable, étaient tous en dérivation les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire à l'ancienne manière. J'ai constaté que la quantité de cuivre déposée par kilogrammètre dépensé est à peu près la même dans les différentes expériences.

» *Deuxième série d'expériences.* — Le premier tableau présente les résultats d'essais faits sur des bains mis en tension; leur nombre a varié de 1 à 48; mais ils avaient tous des électrodes de même étendue (16 décimètres carrés). Les chiffres du tableau montrent que le dépôt de cuivre a augmenté avec le nombre des bains mis en circuit; il a augmenté non-seulement en quantité absolue, mais même par rapport au nombre de kilogrammètres dépensés dans l'opération. Le poids de cuivre par kilogrammètre a varié depuis 1,58 jusqu'à 23,18; tandis que dans la première série le poids de cuivre par kilogrammètre dépensé n'a pas été supérieur à 1,45.

» Il est donc plus économique de disposer les bains en tension que de les mettre en quantité. Je crois que, pour être en droit de formuler cette conclusion, il était nécessaire de mesurer toutes les quantités qui entrent en jeu et notamment la force motrice fournie par la machine.

» *Troisième série d'expériences.* — Je me suis proposé ici de maintenir l'intensité du courant toujours la même dans une série d'expériences comparatives; j'ai dû augmenter l'étendue des électrodes en même temps que le nombre des bains mis en chaîne, de manière à rendre constante la résistance totale du circuit.

» Le tableau II montre que la quantité de cuivre déposée dans un bain est sensiblement la même dans toutes les expériences. Dans toute cette série, la vitesse de la machine, la force électromotrice et le travail dépensé ont été sensiblement invariables.

TABLEAU I. — Anodes solubles. — Bains en tension. — Surface d'anode invariable pour chaque bain, 16 déc. carrés.

N ^o DES EXPÉRIENCES.	BAINS.						TRAVAIL EN KILOGRAMMÈTRES				DÉPÔT EN GRAMMES			
	Nombre.	Force électromotrice.	Déviation du galvanomètre.	Poids total du liquide en action.	Température		Total.	absorbé par les frottements.	absorbé par l'élévation de température.	Reste.	total en trois heures.	par heure.	par bain et par heure.	par kilogrammètre du travail total et par heure.
					initiale.	finale.								
1	1	1,3	10,25	6,600	0	0	4,445	1,041	0,162	3,282	21,00	7,00	7,00	1,58
2	3	1,3	10,00	19,800	9,0	9,9	4,448	1,050	0,485	2,963	63,00	21,00	7,00	4,73
3	9	2,5	9,25	39,600	9,8	10,8	5,203	1,200	0,832	3,193	118,00	39,33	6,66	7,55
4	6	3,4	8,50	59,400	9,0	9,6	4,903	1,311	1,277	2,438	155,50	59,83	6,42	10,37
5	12	4,2	8,00	79,200	9,0	9,8	5,759	1,883	1,336	2,270	204,00	68,00	5,66	12,41
6	18	5,0	7,50	118,100	12,0	12,6	6,588	2,947	1,653	2,001	269,00	89,60	5,00	13,60
7	20	5,6	7,25	132,000	12,3	12,8	7,598	3,333	1,878	1,563	298,00	99,33	4,96	13,15
8	24	6,2	6,90	158,000	10,8	11,4	6,753	3,147	2,212	1,394	311,00	103,70	4,32	15,35
9	33	7,0	6,00	217,000	12,8	13,6	5,754	3,508	2,278	0,868	372,00	124,00	3,75	21,55
10	36	8,0	5,25	237,000	13,8	14,2	6,459	2,810	2,488	1,141	425,70	141,90	3,94	22,04
11	45	8,2	5,25	267,000	13,0	13,6	6,082	3,082	2,079	1,031	423,60	143,20	3,20	23,54
12	47	8,2	4,50	310,000	12,3	12,7	5,963	3,181	"	"	423,00	141,00	3,00	23,18
13	49	7,0	1,75	316,800	12,7	12,9	3,368	1,460	"	"	217,73	72,576	1,51	21,80

Nota. — 1^o La tension du bain dans l'expérience n^o 1 ni les élévations de température dans les expériences 12 et 13 n'ont pu être déterminées.

2^o La chaleur spécifique du liquide était de 0,89.

3^o Pour calculer l'élévation de température des bains due au courant, on a naturellement tenu compte de la température ambiante du laboratoire.

4^o L'expérience n^o 13 a été faite avec une machine ayant beaucoup plus de tension que celle qui a servi pour les douze premières expériences.

5^o La résistance de la machine ayant servi pour les douze premières expériences était égale à celle d'un fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre sur 27^m,58 de longueur.

TABLEAU II. — Anodes solubles. — Bains en tension. — Surfaces d'anodes variables.

N ^o DES EXPÉRIENCES.		BAINS.					TRAVAIL EN KILOGRAMMÈTRES				DÉPÔT EN GRAMMES			OBSERVATIONS.
		Nombre.	Surface de chaque bain en décimètres carrés.	Déviaton du galvanomètre.	Poids du liquide en action.	Température	Total.	absorbé par les frottements.	absorbé par l'élévation de température.	Reste.	total (1 heure).	par bain.	par kilogrammètre du travail total.	
		°	kg	°	°	°	kgm	kgm	kgm	kgm				
1	3	8,26	7,5	19,80	13,4	13,9	0,3	3,397	1,722	0,624	1,051	15,75	5,25	4,63
2	5	16,52	7,5	33,00	12,5	12,9	0,2	3,453	1,765	0,693	0,994	29,00	5,80	8,43
3	7	33,04	7,5	92,40	12,0	12,2	0,1	3,520	1,837	0,969	0,714	37,38	5,34	10,62
4	9	49,56	7,5	178,20	13,0	13,1	"	3,279	1,613	"	"	48,00	5,33	14,63
5	11	66,08	7,5	280,40	12,9	13,1	"	3,449	1,788	"	"	61,60	5,60	17,85

» Ces expériences sont en parfait accord avec toutes les idées théoriques reçues, sauf en un seul point; on remarquera, en effet, que j'ai été amené à grandir les sections du liquide plus que dans le rapport du nombre des bains couplés en tension. Mais on remarquera que la quantité totale de cuivre déposé dans le circuit entier est proportionnelle au nombre des bains, d'où l'on pourrait conclure que, avec une quantité fixe de travail dépensé, on peut par des dispositions convenables augmenter indéfiniment le dépôt total.

» Cette conclusion est en accord avec l'idée que l'électrolyse du sulfate de cuivre avec anodes de cuivre ne coûte que point ou peu de travail. »

M. JAMIN rappelle, en présentant la Note de M. Gramme, que M. Arnould Thenard a communiqué le premier à l'Académie, dans la séance du 9 avril dernier, des expériences prouvant que la totalité du cuivre déposé par l'effet d'une machine Gramme augmente considérablement, quand on dirige le courant à travers une succession de bains, tandis que la somme des dépôts reste sensiblement constante quand les bains sont disposés, non en tension, mais en quantité.

CHIMIE. — Influence qu'exerce une action mécanique sur la production de divers hydrates dans les solutions aqueuses sursaturées. Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Pasteur.

« Les solutions sursaturées d'un grand nombre de sels laissent déposer