

808

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 6.

Juin

1905.

- Sommaire:** 23. M. A. W. WITKOWSKI. Sur la dilatation de l'hydrogène.
24. M. M. RACIBORSKI. Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. I-ère partie. Sur la faculté oxydante de la surface absorbante de la racine des plantes à fleurs.
25. M. M. RACIBORSKI. Sur le genre des Fougères *Allantodia* Wall.
26. MM. W. BACZYŃSKI et S. NIEMENTOWSKI. Dioxyacridinecétone et ses dérivés.
27. M. THAD. WIŚNIEWSKI. Sur l'âge des couches à Inocérames dans les Carpathes.
28. M. R. NITSCH. Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). III-ème partie.
29. Compte rendu de la Commission physiographique, vol. 38.

Séance du lundi 5 Juin 1905.

PRÉSIDENTE DE M. N. CYBULSKI.

23. M. A. W. WITKOWSKI m. t. **O rozszerzalności wodoru.** (*Sur la dilatation de l'hydrogène*).

(Planches IX, X).

Le problème de la détermination expérimentale des lignes isothermiques de l'hydrogène aux températures basses a été proposé et résolu, il y a dix-sept ans, par S. Wróblewski. Bien que les résultats de cette étude, publiés dans le mémoire posthume de ce savant „sur la compressibilité de l'hydrogène“¹⁾ méritent toute notre admiration, à cause des difficultés extrêmes que son auteur dut surmonter, en opérant en 1888 à des températures très basses, je me suis pourtant décidé de la reprendre. C'est qu'en utilisant les progrès accomplis depuis cette époque dans la manipulation des réfrigérants, on pouvait espérer d'arriver à des résultats plus sûrs, et de pousser les recherches au delà de la limite de -182.5° , à laquelle s'était arrêté Wróblewski. La méthode employée par nous était d'ailleurs différente de celle de Wróblewski. Le présent travail couvre un champ s'étendant de $+100$ à -212 degrés, limité par la pression de 60 atmosphères.

¹⁾ Sitzungsber. der Akad. d. Wiss. Wien, Bd. XCVII, IIa, 1888, p. 1321.



§ 1. Notations. Une quantité quelconque de gaz, occupant à l'état normal (température 0° C., pression $p_0 = 1$ atmosphère) le volume v_0 , est réduite au volume $\eta_0 \cdot \frac{p_0 v_0}{p}$ si, la température étant maintenue à 0° , la pression s'élève à p . Changeons ensuite la température de 0 à θ degrés, en maintenant la pression constante p , le volume prendra alors la valeur:

$$v = \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta) \frac{p_0 v_0}{p}$$

ou bien, en admettant

$$\eta_{\theta} = \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta),$$

la valeur

$$v = \eta_{\theta} \cdot \frac{p_0 v_0}{p}.$$

Le coefficient η_0 , fonction de la pression p seule, d'ailleurs peu différente de l'unité, devra être déterminé à l'aide des recherches spéciales sur la compressibilité à la température fixe de 0° . Le coefficient $\alpha_{p,\theta}$, fonction de p et θ , fait l'objet de la présente étude.

On voit immédiatement qu'un réservoir de capacité s , chargé à θ degrés, sous une pression p , contiendra une quantité de gaz laquelle, réduite à l'état normal, occuperait un volume

$$M = \frac{p s}{p_0 \eta_{\theta}} = \frac{p s}{p_0 \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta)}.$$

Dans ce qui suit on supposera $p_0 = 1$, $v_0 = 1$, en exprimant les pressions en atmosphères, les volumes par leur rapport au volume normal.

§ 2. Méthode expérimentale. Pour déterminer les valeurs du coefficient de dilatation α , correspondantes aux différentes températures θ et pressions p , je me suis servi d'une méthode identique en principe à celle dont j'ai fait usage dans un travail antérieur (sur les propriétés thermodynamiques de l'air atmosphérique ¹⁾). Elle consiste en ce que l'on charge simultanément de gaz comprimé, sous une pression commune p , deux réservoirs de capa-

¹⁾ „Rozprawy“ de l'Acad. de sc. Cracovie, vol. XXIII, Ser. I. 1891, voir aussi Philosophical Mag. April 1896.

cités s_0 et s , dont le premier est maintenu à la température 0° , tandis que l'autre est chauffé ou refroidi à une température quelconque θ . En les déchargeant ensuite dans des appareils volumétriques convenables on détermine, dans des conditions ordinaires de température et de pression, les quantités de gaz dont était chargé chacun d'eux. On a

$$M_0 = \frac{p s_0}{\eta_0}, \quad M = \frac{p s}{\eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta)}$$

d'où il suit:

$$\alpha_{p,\theta} = \frac{M_0 s}{M s_0 \theta} - \frac{1}{\theta}, \quad \eta_0 = \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta). \quad (1)$$

§ 3. Description sommaire de la partie piézométrique et volumétrique de l'appareil. En renvoyant le lecteur pour les détails de construction et de calibrage au mémoire cité ci-dessus, je me bornerai ici aux indications indispensables. Les réservoirs s_0 , s (fig. 1) en verre épais, que je nommerai piézomètres, sont réunis par des tubes capillaires en verre, σ_0 et σ , à deux robinets doubles en bronze, à vis pointues en acier k_0 k_0' et k k' . A l'aide de ces robinets on peut charger les réservoirs s_0 et s par l'intermédiaire d'un tube capillaire en cuivre, Z , ou bien, k_0 et k étant fermés, les décharger, en ouvrant les vis k_0' et k' , dans les volumètres E_0 , E . Chacun de ces derniers est composé d'un tube vertical en verre, pourvu de cinq renflements de 40 cm^3 , la capacité totale de chaque volumètre étant de 240 cm^3 environ. Entourés de manchons en verre, qui contiennent de l'eau, agitée par un courant d'air, et de thermomètres divisés en $0,05^\circ$, les volumètres communiquent par des tubes en caoutchouc avec des manomètres à mercure M . Les volumètres, portant une division gravée sur les parties étroites du tube sont soigneusement jaugés par des pesées à mercure.

Le gaz déchargé dans les volumètres y occupe un volume u que l'on peut régler à volonté par l'abaissement des tubes manométriques M , de même que le petit volume a ($\frac{1}{2} \text{ cm}^2$ environ), déterminé une fois pour toutes, dans les tubes capillaires a_0 , a , en cuivre, qui réunissent les piézomètres aux volumètres. On détermine la pression B du gaz déchargé de manière usuelle à l'aide d'un cathétomètre.

§ 4. Détermination des volumes. Les vis k_0 , k_0' et k k'

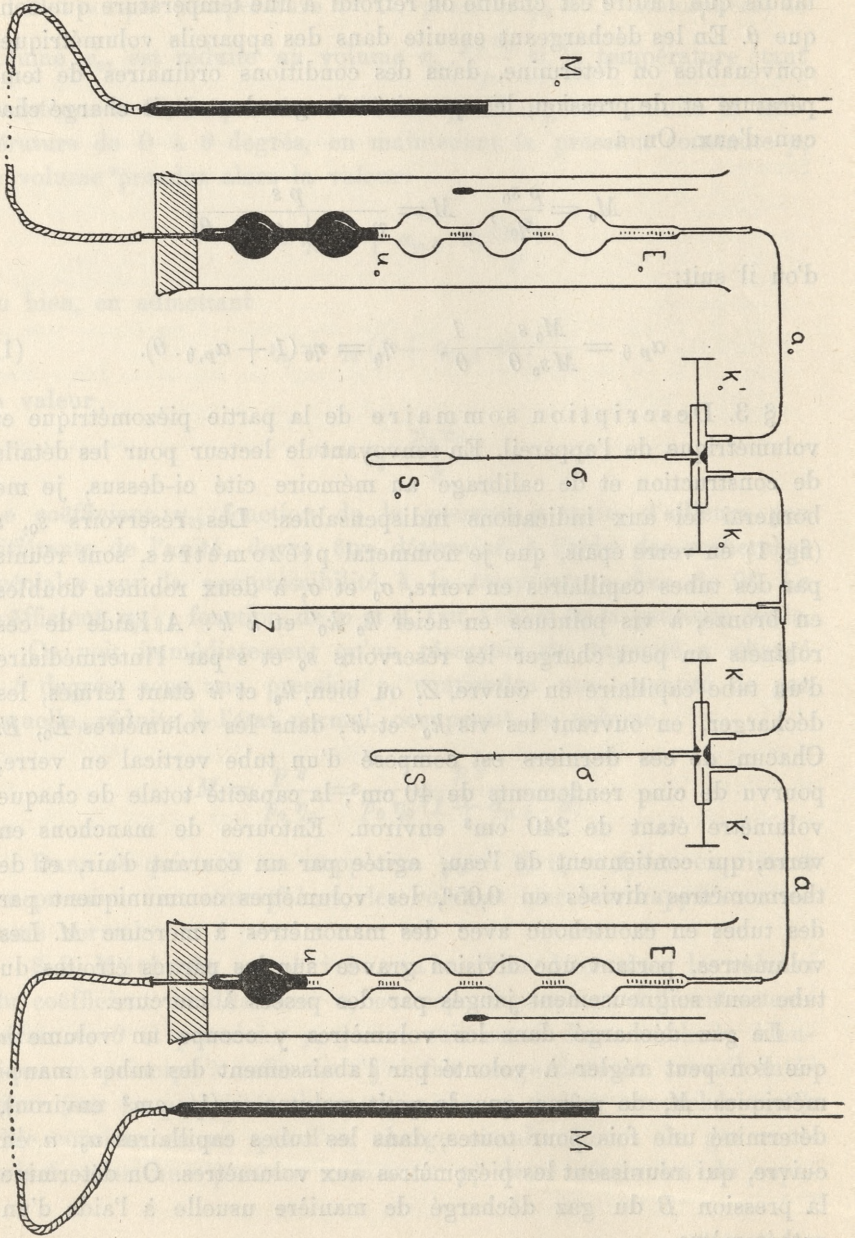


Fig. 1.

étant fermées, le gaz emprisonné sous pression p dans les piézomètres γ occupe les volumes suivants:

1) le volume s du réservoir, correction faite de la dilatation du verre¹⁾, de l'effet de la pression intérieure et de la profondeur de l'immersion du tube capillaire dans le bain réfrigérant;

2) la partie inférieure du tube capillaire σ , en dehors du bain réfrigérant, mais refroidie par les vapeurs qui montent du bain. Le volume σ' de cette partie du tube variait de 1 à 2 millimètres cubes. On déterminait sa température moyenne τ' à l'aide d'un couple thermoélectrique fer-constantan, réuni à un millivoltmètre;

3) la partie supérieure du tube σ (volume variant de 3 à 4 mm³) et le petit volume (environ 2 mm³) déterminé une fois pour toutes à l'intérieur des robinets. L'ensemble forme un „volume nuisible“ σ'' de 5 à 6 mm³, à la température τ'' de l'air ambiant.

La capacité des piézomètres s , ainsi que leur coefficient de dilatation, étaient déterminés à plusieurs reprises par des pesées à mercure. On employait des piézomètres de différentes capacités, de 1000 à 9000 mm³ (en chiffres ronds), selon la température et la pression, auxquelles on désirait opérer.

§ 5. Formules de réduction. Les deux piézomètres, chargés de gaz sous la pression commune p , en contiennent les quantités suivantes (exprimées en millimètres cubes normaux):

a) Le piézomètre dont le réservoir est maintenu à 0°:

1) dans le réservoir s_0 une quantité $M_0 = \frac{p s_0}{\eta_0}$;

2) dans l'espace nuisible σ_0 une quantité

$$m_0 = \frac{p \sigma_0}{\eta_0 (1 + \alpha \tau'')}.$$

¹⁾ En m'appuyant sur les déterminations du coefficient de dilatation du verre, aux températures basses, dues à M. I. Zakrzewski (voir ce Bulletin, Dec. 1889) et à M. M. Travers, Senter, et Jaquero (Transactions R. S. London, Ser. A. Vol. 200, p. 138) j'ai adopté la valeur $\gamma_\theta = n \cdot \gamma_{100}$ pour le coefficient moyen de dilatation cubique du verre de 0° à θ° , γ_{100} étant le coefficient de 0° à 100°, n un nombre tiré de la table suivante:

θ	n	θ	n
- 78	0,850	- 190	0,765
- 100	0,832	- 200	0,758
- 150	0,796	- 210	0,750

Désignons la somme $M_0 + m_0$ par μ_0 ; on a évidemment

$$m_0 = \frac{\mu_0 \sigma_0}{\sigma_0 + s_0 (1 + \alpha \tau'')} ; \quad \text{donc: } M_0 = \mu_0 - m_0. \quad (1)$$

Pour α il suffit d'y prendre la valeur 0.00366, ou, de préférence, la valeur exacte, connue d'après les expériences préliminaires.

b) Le piézomètre refroidi à θ^0 contient:

1) dans le réservoir s une quantité

$$M = \frac{p s}{\eta_0 (1 + \alpha_{p, \theta} \cdot \theta)} ;$$

2) dans la partie froide du tube capillaire:

$$m' = \frac{p \sigma'}{\eta_0 (1 + \alpha_{p, \tau'} \cdot \tau')} = \frac{M_0}{s_0} \frac{\sigma'}{1 + \alpha_{p, \tau'} \cdot \tau'}$$

3) dans le reste de l'espace nuisible

$$m'' = \frac{p \sigma''}{\eta_0 (1 + \alpha \tau'')} = m_0 \frac{\sigma''}{\sigma_0}$$

d'où l'on trouve:

$$M = \mu - m' - m'',$$

μ étant la quantité totale, calculable d'après les indications du volumètre, de la manière suivante.

Désignons par u et w les volumes occupés par le gaz dans le volumètre après et avant la décharge, w étant généralement un volume très petit, un petit reste de la charge de l'expérience précédente. Soient B et b les pressions indiquées par le manomètre M , exprimées en millimètres de mercure, toutes réductions faites (en ce qui concerne la pression barométrique, la dépression capillaire et la température) dans les deux cas; t la température du volumètre. Mettons pour abrégé:

$$u [t, B] = u \cdot \frac{B}{760 (1 + 0.003662 \cdot t)}.$$

On aura alors pour le piézomètre refroidi à θ^0 , par exemple,

$$\mu = u [t, B] - w [t, b] + a [\tau', B - b] + (k + \sigma'') [\tau'', B] + \sigma' [\tau', B] + s [\theta, B]^1).$$

¹⁾ En calculant le dernier terme pour des températures θ très basses il convient d'employer un coefficient dont la valeur surpasse légèrement 0.003662, et qu'on pourra évaluer avec une précision suffisante, sachant que pour $\theta = -190^0$ il est 0.003672 (Travers et Senter, Brit. Assoc. Rep. 1901).

Les valeurs de θ , s , σ doivent se rapporter au moment précis, où la détermination volumétrique est faite. k dénote un petit volume (14 mm³), ajouté par le dévissage du robinet de décharge.

Ayant calculé de cette manière les quantités M et M_0 on trouvera $\alpha_{p,\theta}$ et η_0 d'après les formules (1) du § 2.

§ 6. Le thermomètre. Le thermomètre à hydrogène, employé dans ces recherches pour déterminer la température θ des bains froids (fig. 2), était copié, quant à la disposition générale, sur l'excellent modèle décrit par M. M. Travers, Senter et Jaquerod, qui avait été employé par ces savants dans leurs recherches sur les coefficients de pression de l'hydrogène et du hélium¹⁾ Cependant j'ai introduit quelques modifications de détail (par exemple un robinet K à trois voies, pour faciliter le remplissage avec de l'hydrogène, sans déranger la colonne barométrique B) dont la principale était une jonction flexible du manomètre MB avec le réservoir à hydrogène T , par l'intermédiaire d'un tube capillaire en platine. Ce dernier (longueur 70 cm, capacité 74 mm³) protégé contre des lésions accidentelles par une spirale en fil d'acier, était vissé dans un cylindre C en acier, d'un diamètre presque égal à celui du tube MC du manomètre; il y était mastiqué au moyen d'une petite quantité de cire à cacheter, introduite par succion dans trois rainures tournées à sa surface latérale. Une colonne de mercure surmontant le cylindre achevait de mettre l'appareil à l'abri des fuites du gaz enfermé. Le tube vertical B , d'une longueur de 150 cm, représente un baromètre, rempli de mercure soigneusement bouilli. Pour mettre le niveau du mercure en contact avec la pointe de repère Z (faisant partie du cylindre en acier et mesurant 0.2 mm seulement) on se sert d'un réservoir à mercure R attaché au tube de caoutchouc F . Ce réservoir glisse dans une coulisse le long de la colonne de bois S , qui supporte le thermomètre, ainsi que l'échelle divisée en millimètres, gravée sur un miroir. Le réglage de précision s'accomplit, comme dans le thermomètre de M. Travers, par compression d'un bout de tube de caoutchouc G .

Malgré sa hauteur considérable, de 230 cm, cette forme du thermomètre, permettant un contrôle facile et immédiat des points fondamentaux 0° et 100°, est très commode dans la pratique. Le réservoir T , employé le plus souvent, avait une capacité de 21000

¹⁾ Transactions of the R. S. London, Vol. CC. 1902. p. 142.

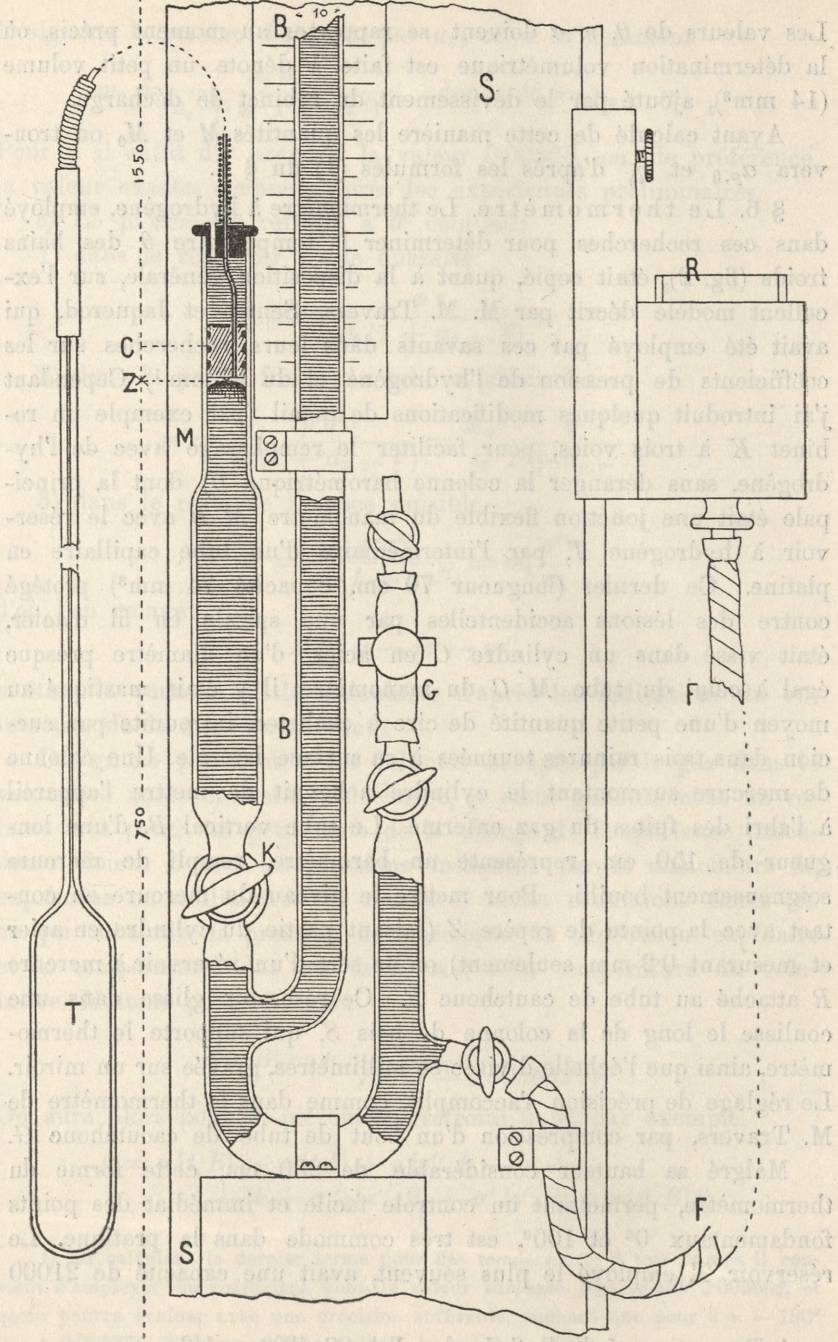


Fig. 2.

mm³ environ, celle de l'espace nuisible — dont la température était déterminée en plusieurs points — de 200 mm³. Pour une pression initiale de 1030 à 1040 mm un degré représente 3·8 mm sur l'échelle. L'exactitude des déterminations des températures basses surpasse donc probablement 0·05°; c'est que j'ai constaté en mesurant la température d'ébullition de l'oxygène à plusieurs reprises avec des remplissages différents d'hydrogène. La difficulté réelle ne consiste pas d'ailleurs dans la détermination des températures basses, mais dans la préparation des bains d'une température suffisamment uniforme et constante.

§ 7. Les températures. Les déterminations de la dilatation de l'hydrogène, résumées dans ce qui suit, ont été distribuées en partie le long des lignes isothermiques, mais dans le domaine des températures très basses j'ai renoncé aux isothermes et je me suis attaché, au contraire, pour des raisons qui seront exposées plus loin, à suivre d'aussi près que possible les lignes de pression constante, que je nommerai isobares. C'est pourquoi la température des bains employés pouvait varier un peu d'une détermination à l'autre, pourvu qu'elle restât suffisamment constante pour chacune d'elles.

Je me suis servi des températures suivantes, sans compter celle de 0°:

- 1) Vapeur d'eau, près de +100°.
- 2) Eau à +20°; cette température était déterminée à l'aide d'un thermomètre divisé en 0·02°, rattaché à l'échelle normale.
- 3) Bain d'alcool, fortement agité, entouré d'un mélange réfrigérant d'acide carbonique solide et d'éther. Température moyenne — 77°.
- 4) Ethylène liquide, bouillant sous la pression atmosphérique, température voisine de — 104°.
- 5) Ethylène bouillant sous une pression réduite; température — 147°.
- 6) Oxygène de commerce, liquide, sous la pression atmosphérique: température — 183°.
- 7) Air liquide, sous la pression atmosphérique; température — 190°.
- 8) Air liquide sous une pression réduite; température — 205°.
- 9) Air liquide sous une pression réduite; température — 212°.

Les bains froids étaient contenus dans un vase à vide Dewar d'une capacité d'un 1/2 litre environ. Dans les cas où l'on opérait sous une pression réduite le vase à vide était placé dans un cylindre

de verre épais, à bords plats, rodés à l'émeri, fermé par un couvercle métallique. Par des trous circulaires pratiqués dans celui-ci on introduisait dans le vase le piézomètre, le réservoir du thermomètre à hydrogène, les fils du couple thermoélectrique, indiquant la température de l'espace nuisible, enfin un tube capillaire en cuivre, percé de petits trous, qui fournissait un courant d'hydrogène sec destiné à agiter le bain. Ce mode d'agitation, en provoquant une vive circulation du liquide, se montra très efficace. Je me suis assuré d'ailleurs, en effectuant une série spéciale de déterminations, dans laquelle on se servait d'un agitateur métallique, que ce courant gazeux ne donnait lieu à aucune erreur dans la détermination des températures. Les résultats obtenus dans les deux cas étaient presque identiques.

Le cylindre étant relié à une machine pneumatique puissante qui consomme 2 chv. vap., on attendait, avant de commencer les lectures, que sous l'action combinée de la pompe pneumatique, du flux de chaleur extérieure et du courant gazeux servant d'agitateur, un équilibre de température s'établisse, sans se préoccuper davantage de la valeur précise de celle-ci.

Pour obtenir une température voisine de -205° j'ai essayé de modérer l'action de la pompe, sans changer sa vitesse maxima, par admission dans le circuit de la pompe d'un courant d'air, à travers un tube étroit.

§ 8. Préparation de l'hydrogène. Après avoir beaucoup expérimenté avec de l'hydrogène électrolytique, je me suis convaincu que, pour obtenir un produit très pur, il est essentiel de pouvoir balayer l'appareil entier par un courant gazeux vif et abondant. Ainsi je me suis arrêté au simple appareil de Kipp *A* (fig. 3), chargé de zinc platiné et d'acide sulfurique dilué. En manœuvrant le robinet *B* à trois voies on chasse plusieurs fois le gaz, afin de purger l'appareil d'air et de saturer l'acide d'hydrogène. Ensuite on fait passer un courant continu d'hydrogène à travers les flacons laveurs *C* et *D* qui contiennent une solution de potasse caustique et l'acide sulfurique concentré, et à travers le tube *E*, d'un mètre de longueur, chargé d'acide phosphorique. Je me suis contenté de ces réactifs, à l'exclusion d'autres, employés dans des pareils cas, mais en revanche j'ai pris soin de n'employer que des réactifs (zinc, acide etc.) très purs.

Après un balayage suffisamment prolongé on ferme le robinet

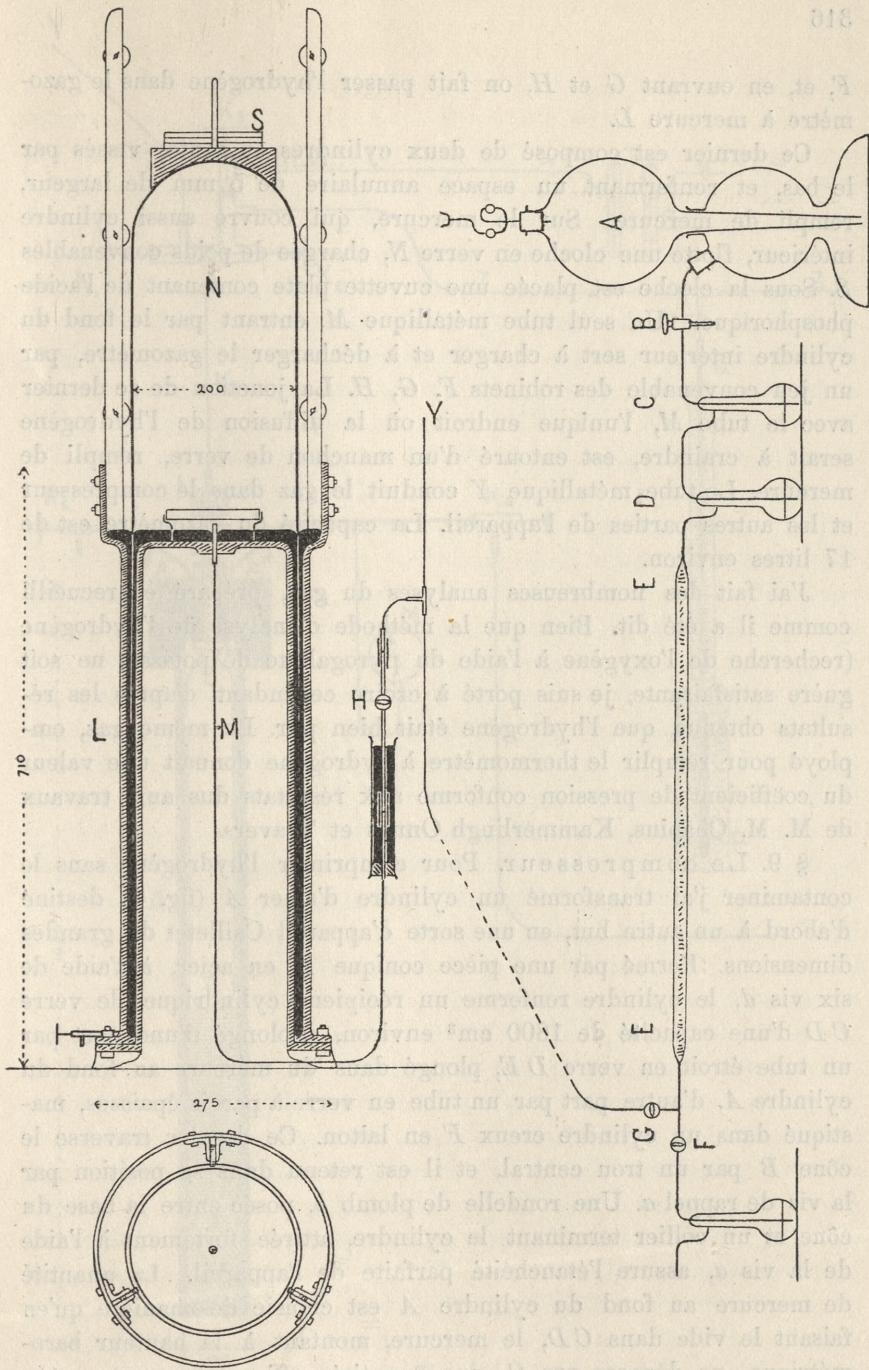


Fig. 3.

F, et, en ouvrant *G* et *H*, on fait passer l'hydrogène dans le gazomètre à mercure *L*.

Ce dernier est composé de deux cylindres en fonte, vissés par le bas, et renfermant un espace annulaire de 5 mm de largeur, rempli de mercure. Sur le mercure, qui couvre aussi cylindre intérieur, flotte une cloche en verre *N*, chargée de poids convenables *S*. Sous la cloche est placée une cuvette plate contenant de l'acide phosphorique. Un seul tube métallique *M*, entrant par le fond du cylindre intérieur sert à charger et à décharger le gazomètre, par un jeu convenable des robinets *F*, *G*, *H*. La jonction de ce dernier avec le tube *M*, l'unique endroit où la diffusion de l'hydrogène serait à craindre, est entouré d'un manchon de verre, rempli de mercure. Le tube métallique *Y* conduit le gaz dans le compresseur et les autres parties de l'appareil. La capacité du gazomètre est de 17 litres environ.

J'ai fait des nombreuses analyses du gaz, préparé et recueilli comme il a été dit. Bien que la méthode d'analyse de l'hydrogène (recherche de l'oxygène à l'aide du pyrogallate de potasse) ne soit guère satisfaisante, je suis porté à croire cependant, d'après les résultats obtenus, que l'hydrogène était bien pur. Le même gaz, employé pour remplir le thermomètre à hydrogène donnait une valeur du coefficient de pression conforme aux résultats dus aux travaux de M. M. Chapius, Kammerlingh Onnes et Travers.

§ 9. Le compresseur. Pour comprimer l'hydrogène sans le contaminer j'ai transformé un cylindre d'acier *A* (fig. 4) destiné d'abord à un autre but, en une sorte d'appareil Cailletet de grandes dimensions. Fermé par une pièce conique *B* en acier, à l'aide de six vis *d*, le cylindre renferme un récipient cylindrique de verre *CD* d'une capacité de 1800 cm³ environ, prolongé d'une part par un tube étroit en verre *DE*, plongé dans du mercure au fond du cylindre *A*, d'autre part par un tube en verre à parois épaisses, mastiqué dans un cylindre creux *F* en laiton. Ce dernier traverse le cône *B* par un trou central, et il est retenu dans sa position par la vis de rappel *a*. Une rondelle de plomb *b*, posée entre la base du cône et un collier terminant le cylindre, attirée fortement à l'aide de la vis *a*, assure l'étanchéité parfaite de l'appareil. La quantité de mercure au fond du cylindre *A* est choisie de manière qu'en faisant le vide dans *CD*, le mercure, montant à la hauteur barométrique, ne dépasse pas *C*, une quantité suffisante restant encore

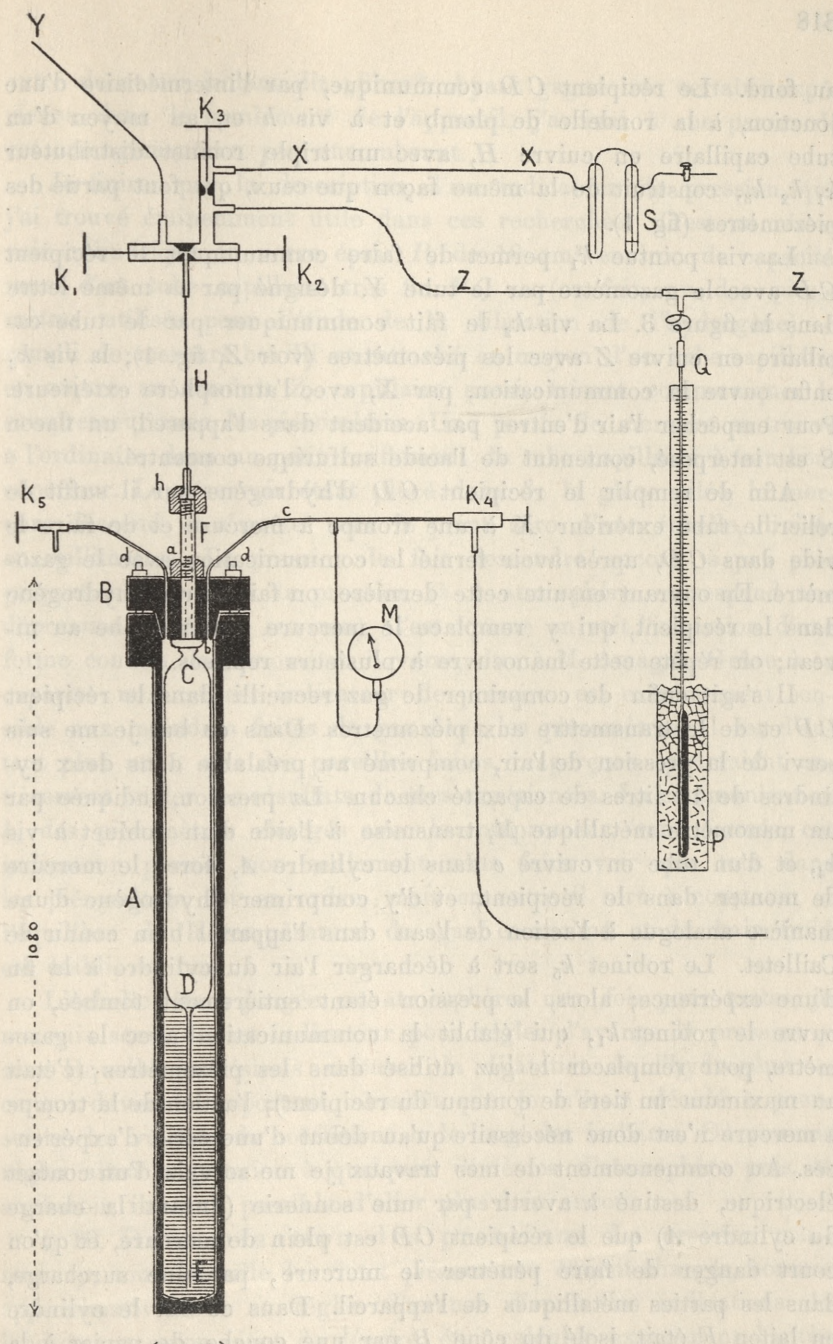


Fig. 4.

au fond. Le récipient CD communique, par l'intermédiaire d'une jonction, à la rondelle de plomb et à vis h et, au moyen d'un tube capillaire en cuivre H , avec un triple robinet distributeur $k_1 k_2 k_3$, construit de la même façon que ceux, qui font partie des piézomètres (fig. 1).

La vis pointue k_1 permet de faire communiquer le récipient CD avec le gazomètre par le tube Y , désigné par la même lettre dans la figure 3. La vis k_2 le fait communiquer par le tube capillaire en cuivre Z avec les piézomètres (voir Z , fig. 1); la vis k_3 enfin ouvre la communication, par X , avec l'atmosphère extérieure. Pour empêcher l'air d'entrer par accident dans l'appareil, un flacon S est interposé, contenant de l'acide sulfurique concentré.

Afin de remplir le récipient CD d'hydrogène pur il suffit de relier le tube extérieur X à une trompe à mercure et de faire le vide dans CD , après avoir fermé la communication avec le gazomètre. En ouvrant ensuite cette dernière, on fait entrer l'hydrogène dans le récipient, qui y remplace le mercure, qui retombe au niveau; on répète cette manoeuvre à plusieurs reprises.

Il s'agit enfin de comprimer le gaz recueilli dans le récipient CD et de le transmettre aux piézomètres. Dans ce but je me suis servi de la pression de l'air, comprimé au préalable dans deux cylindres de 10 litres de capacité chacun. La pression, indiquée par un manomètre métallique M , transmise à l'aide d'un robinet à vis k_4 , et d'un tube en cuivre c dans le cylindre A , force le mercure de monter dans le récipient, et d'y comprimer l'hydrogène d'une manière analogue à l'action de l'eau dans l'appareil bien connu de Cailletet. Le robinet k_5 sert à décharger l'air du cylindre à la fin d'une expérience; alors, la pression étant entièrement tombée, on ouvre le robinet k_1 , qui établit la communication avec le gazomètre, pour remplacer le gaz utilisé dans les piézomètres (c'était au maximum un tiers de contenu du récipient); l'action de la trompe à mercure n'est donc nécessaire qu'au début d'une série d'expériences. Au commencement de mes travaux je me servais d'un contact électrique, destiné à avertir par une sonnerie (durant la charge du cylindre A) que le récipient CD est plein de mercure, et qu'on court danger de faire pénétrer le mercure, par une surcharge, dans les parties métalliques de l'appareil. Dans ce but le cylindre en laiton F était isolé du cône B par une couche de papier à la gomme-laque, et la rondelle de plomb b était remplacée par une

autre de carton isolant dit „fibre“. Ayant gagné une certaine expérience dans le maniement de l'appareil, j'arrivai à me passer de cet arrangement un peu encombrant.

Je finirai par la description d'un indicateur de pression, que j'ai trouvé éminemment utile dans ces recherches. C'est un réservoir cylindrique en verre épais P , de 10 cm³ environ de capacité, muni d'un tube capillaire très fin PQ — (en fait, un des piézomètres utilisés pour l'étude de la dilatation de l'hydrogène) — rempli de mercure bouilli et rattaché au moyen d'un tube capillaire en cuivre au conduit Z , capillaire aussi, faisant communiquer le compresseur avec les piézomètres. Une partie de mercure se trouve à l'ordinaire dans un petit renflement du tube capillaire à son bout supérieur. Le réservoir étant placé dans de la glace pilée, le mercure descend et s'arrête vers le point zéro d'une échelle, divisée en millimètres. La pression le fait descendre encore, à peu près proportionnellement à la pression (à 1 atmosphère correspond une dépression de 4 mm environ). C'est comme on voit l'inversion d'une forme connue de manomètre à verre, due à M. Amagat. Grâce à sa capacité minime cet indicateur de pression est extrêmement sensible aux moindres fuites de gaz dans les piézomètres; il est d'autant plus utile, que des pareilles fuites, inaperçues, pourraient entièrement vicier les résultats de mes expériences. La communication k_2 des piézomètres chargés avec le compresseur étant fermée, cet indicateur permet non seulement nous faire voir que tout dans les piézomètres est en ordre, mais en outre il sert à constater, si l'équilibre de la température du gaz comprimé et du bain froid est établi, ou non.

L'échelle étant jaugée en atmosphères une fois pour toutes, je me suis servi de cet indicateur pour régler d'avance la pression p sous laquelle je désirais mesurer la dilatation de l'hydrogène — ce qui devenait important, aussitôt que je m'étais décidé à poursuivre les valeurs du coefficient α le long des isobares. On pouvait régler ainsi la pression à quelques dixièmes d'atmosphère près, et au besoin il serait possible d'aller plus loin encore.

§ 10. Détermination des pressions. La pression commune p , sous laquelle les deux piézomètres étaient chargés, connue approximativement et réglée d'avance d'après les indications de l'indicateur qu'on vient de décrire, était calculée exactement d'après la quantité de gaz déchargé dans le volumètre correspondant par

celui des piézomètres, dont la température était 0°. Soit M_0 le volume normal de cette charge, toutes corrections faites (§ 5), s_0 le volume du piézomètre. Si la compressibilité de l'hydrogène à 0° obéissait à la loi de Boyle, on aurait

$$p' = \frac{M_0}{s_0}.$$

En réalité la pression est (§ 2):

$$p = \frac{\eta_0 M_0}{s_0} = \eta_0 p'.$$

Nommons Δ la différence, toujours positive, entre la pression vraie p et la pression apparente p' , on aura alors

$$p = p' + \Delta.$$

Une table des valeurs des corrections Δ du manomètre à hydrogène à 0° sera donnée au § 12.

§ 11. Contrôle de l'appareil. Pour s'assurer, si la partie piézométrique de l'arrangement expérimental est en ordre, si les constantes relatives à cette partie ont été déterminées avec une précision suffisante — enfin, pour se faire une idée sur la valeur des erreurs expérimentales, on peut procéder de la manière suivante. On charge les piézomètres simultanément d'hydrogène, après les avoir mis tous les deux dans de la glace fondante, et on compare les valeurs de la pression, dérivées des quantités de gaz, déchargées dans les volumètres correspondants. Dans un des essais de ce genre on a obtenu, par exemple, les nombres suivants:

Piézomètre No. 1. $s_0 = 9119.34$ $M_0 = 221317$

$p' = 24.268$ $\Delta = 0,358$

$p = 24.626$

Piézomètre No. 2. $s = 9405.82$ $M = 228277$

$p' = 24.271$ $\Delta = 0.358$

$p = 24.629.$

Dans un autre cas on avait No 1: $s = 4458.02$, $p = 55.128$; No 2: $s_0 = 4256.08$, $p = 55,133.$

Le moyen le plus simple d'obtenir un contrôle semblable des volumètres consiste en ce que l'on mesure deux fois le volume normal d'une quantité donnée de gaz, en utilisant chaque fois un nombre différent de renflements du volumètre (fig. 1). Voici un exemple (quant aux notations on consultera le § 5):

I. $u = 64728$ $B = 397.7$	II. $u = 23909$ $B = 869.3$
$u [t, B] = 31999$	$u [t, B] = 25835$
$- w [t, b] = - 109$	$- w [t, b] = - 109$
$+ a [\tau'', B - b] = - 275$	$+ a [\tau'', B - b] = + 77$
$+ s [\theta, B] = + 4921$	$+ s [\theta, B] = + 10757$
$+ (k + \sigma) [\tau'', B] = + 10$	$+ (k + \sigma) [\tau'', B] = + 22$
<hr/> $\mu = 36546$	<hr/> $\mu = 36582.$

Les erreurs des déterminations volumétriques sont donc probablement de l'ordre 1 : 2000.

§ 12. Comparaison des compressibilités de l'hydrogène à $+20^\circ$ et 0° . Pour déterminer les pressions p suivant les indications du § 10 je me suis appuyé sur les résultats obtenus pour la compressibilité de l'hydrogène à $+20^\circ$ au laboratoire de M. Kammerlingh Onnes, par M. Schalkwijk¹⁾. Ce savant a résumé les résultats de ses déterminations, dans la formule empirique suivante, représentant les valeurs de $\eta_{20} = pv$ en fonction de la densité $\frac{1}{v}$.

$$\eta_{20} = 1.07258 + 0.000667 \cdot \frac{1}{v} + 0.00000099 \cdot \frac{1}{v^2}$$

valable dans les limites de pression de 1 à 60 atm.

Je commençais par réduire ces résultats à la température de 0° . Un des piézomètres s_0 étant à 0° , l'autre s à $+20^\circ$, M_0 , M désignant les quantités déchargées correspondantes, on a

$$\eta_0 = \eta_{20} \cdot \frac{s_0}{s} \frac{M}{M_0}; \quad p = \frac{M \eta_{20}}{s}$$

une petite correction étant encore à faire, si la température de s diffère légèrement de $+20^\circ$, comme cela arrivait toujours; il est facile de la calculer, sachant que, comme on verra plus loin, sous une pression donnée, la variation du coefficient de dilatation α avec la température — au voisinage de $+20^\circ$ — est tout à fait négligeable. Dans la table suivante on trouve les résultats de ces déterminations.

¹⁾ Comm. Phys. labor. Leiden. Nr. 70, 1901.

Comparaison des compressibilités à 0° et à +20°.

θ	s	s_0	M	M_0	p	η_0	$10^4 \times \delta$
+ 19.96	9410.52	9118.88	155820	161933	17.95	1.0105	0
+ 19.94	9124.03	9405.46	165944	183402	19.73	1.0118	-2
+ 19.97	9410.72	9119.08	182994	190213	21.12	1.0122	+3
+ 19.96	9410.93	9119.28	209048	217193	24.16	1.0145	-1
+ 19.93	9124.36	9405.82	205809	227485	24.54	1.0146	0
+ 19.96	9411.08	9119.42	228261	237198	26.42	1.0158	0
+ 19.96	4461.45	4257.02	130196	133205	31.90	1.0192	+1
+ 19.96	4461.79	4257.34	170883	174766	42.11	1.0258	+1
+ 19.97	4259.98	4459.66	194407	218114	50.44	1.0311	+1
+ 19.98	4462.11	4257.64	208116	212751	51.56	1.0322	-3
+ 19.96	4260.11	4459.80	213574	239590	55.58	1.0343	+2
+ 19.97	4260.25	4459.95	227174	254802	59.24	1.0367	+1
+ 19.96	4260.24	4459.93	228455	256228	59.59	1.0370	+1
+ 19.96	4462.45	4257.96	247631	253114	61.73	1.0384	0
+ 19.98	4462.45	4257.97	248020	253510	61.83	1.0386	-1

La dernière colonne montre les „erreurs“ d'observation, c'est à dire les différences δ entre les valeurs corrigées et les valeurs observées de η_0 . Les valeurs corrigées ont été obtenues au moyen d'un tracé graphique, qui a fourni en même temps des données qui ont servi à la construction de la table suivante, sur laquelle étaient fondées toutes les déterminations de la pression p .

(Voir Table I, pag. 323).

On peut représenter les valeurs de η_0 contenues dans cette table, avec une précision suffisante, par la formule empirique:

$$\eta_0 = p v = 0.999383 + 0.0006172 \cdot p + 0.000000256 \cdot p^2$$

ou bien, en fonction de la densité $\frac{1}{v}$ à 0°, par la formule:

$$(2) \quad \eta_0 = p v = 0.999384 + 0.0006154 \cdot \frac{1}{v} + 0.000000706 \cdot \frac{1}{v^2}.$$

Pour rendre pratiques les calculs de la pression, indiqués au § 10, on peut calculer, à l'aide de la formule (2) une table des différences Δ entre la pression vraie p et la pression apparente p' , calculée d'après la loi de Boyle. On a en réalité

$$\Delta = p - p' = \frac{\eta_0}{v} - \frac{1}{v}.$$

TABLE I.
Compressibilité de l'hydrogène à 0°.

p atm.	γ_0	p atm.	γ_0	p atm.	γ_0	p atm.	γ_0
1	1.0 000	16	1.0 092	31	1.0 188	46	1.0 284
2	006	17	099	32	194	47	290
3	012	18	105	33	200	48	296
4	018	19	111	34	207	49	303
5	024	20	118	35	213	50	309
6	030	21	124	36	219	51	316
7	036	22	130	37	226	52	322
8	043	23	137	38	232	53	328
9	049	24	143	39	239	54	335
10	055	25	150	40	245	55	341
11	061	26	156	41	252	56	348
12	067	27	162	42	258	57	354
13	074	28	169	43	264	58	361
14	080	29	175	44	271	59	367
15	086	30	181	45	277	60	373

C'est ainsi, qu'on arrive à la table suivante:

TABLE II.
Corrections du manomètre à hydrogène, à 0°.
atmosphères

p'	Δ	p'	Δ	p'	Δ	p'	Δ
1	0.000	16	0.150	31	0.594	46	1.340
2	0.001	17	0.170	32	0.634	47	1.402
3	0.004	18	0.190	33	0.675	48	1.465
4	0.006	19	0.214	34	0.718	49	1.528
5	0.012	20	0.238	35	0.762	50	1.596
6	0.019	21	0.263	36	0.808	51	1.662
7	0.025	22	0.291	37	0.855	52	1.732
8	0.034	23	0.320	38	0.903	53	1.799
9	0.045	24	0.350	39	0.952	54	1.870
10	0.056	25	0.380	40	1.006	55	1.945
11	0.067	26	0.414	41	1.055	56	2.020
12	0.082	27	0.445	42	1.108	57	2.095
13	0.095	28	0.481	43	1.165	58	2.175
14	0.113	29	0.516	44	1.220	59	2.252
15	0.131	30	0.554	45	1.285	60	2.331

2*

§ 12. Marche d'une expérience. La veille du jour, où l'on se propose de faire une série d'expériences, on prépare, s'il s'agit des températures très basses, une quantité assez considérable, 5 litres environ, d'air liquide. Deux ou trois jours auparavant on a rempli le gazomètre d'hydrogène pur, puisqu'il est à désirer que le gaz reste un temps assez long en contact avec l'acide phosphorique. Quant à l'oxygène on le liquéfie durant, les expériences mêmes, en faisant distiller ce gaz, sous une pression surpassant légèrement celle de l'atmosphère, dans un réservoir en verre, plongé dans l'air liquide.

On commence les expériences proprement dites par faire un vide très complet dans l'appareil entier, y compris le compresseur et les volumètres. On se sert dans ce but d'une trompe à mercure, après avoir établi toutes les communications, sauf celle avec le gazomètre, et après avoir abaissé convenablement les tubes manométriques M (fig. 1), pour que le mercure, montant à la hauteur barométrique dans les volumètres, ne pénètre pas dans les conduits métalliques a . L'appareil étant rempli d'hydrogène pur, on procède au contrôle des piézomètres, pour s'assurer s'il n'y a pas de fuites du gaz nulle part. Dans ce but on les charge à l'aide du compresseur à 50 ou 60 atmosphères et, ayant fermé la vis de charge k_2 (fig. 4) on observe la colonne du mercure de l'indicateur de pression PQ pendant un quart d'heure. S'il se trouve que tout est en ordre on peut procéder au transvasement du gaz liquéfié qui sert de réfrigérant, et commencer les observations proprement dites. Les piézomètres étant chargés à une pression déterminée, d'après les indications de l'indicateur PQ , on laisse les vis de charge k_2 (fig. 4) et k_0 , k (fig. 1) ouvertes, ces dernières n'étant dévissées que d'un angle minime. Pendant qu'un observateur s'occupe du réglage du thermomètre à hydrogène et note les différentes données nécessaires pour le calcul de la température θ , un autre suit les indications de l'indicateur, note la hauteur barométrique, les niveaux des volumètres, du bain froid etc. A un moment donné on ferme subitement les vis de charge k_0 , k , et on décharge sans délai les piézomètres dans les volumètres. Pendant la lecture des volumes, des niveaux et des températures de ceux-ci, un aide s'occupe du compresseur, afin de le préparer à l'opération suivante. Toutes ces lectures une fois faites, on chasse le gaz des volumètres par le conduit extérieur X , en élevant les tubes manométriques M et l'on est prêt

à recommencer une détermination nouvelle. Pour suffire à ces manœuvres diverses le concours de deux aides est nécessaire. Chaque détermination prend trente ou quarante minutes environ. Qu'il me soit permis de remercier ici M. le Dr. W. Heinrich, qui a bien voulu se charger d'une partie considérable des travaux, que ces expériences ont nécessités.

§ 14. Les isothermes de $+100^{\circ}$ à -147° . Dans les tables suivantes on a résumé les résultats des déterminations du coefficient de dilatation aux températures plus élevées. Les volumes s , s_0 , M , M_0 y sont exprimés en millimètres cubes, la pression p en atmosphères; la colonne δ contient les différences entre les valeurs finales de $\alpha_{p,0}$ obtenues par interpolation graphique, en tenant compte de l'ensemble des résultats, et les valeurs observées. Afin de réduire à une température commune, moyenne, les valeurs de α , mesurées aux températures θ , qui différaient un peu entre elles, on s'est servi d'un tracé graphique, dans lequel les valeurs de α étaient

Isotherme $+100^{\circ}$.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times$ $\alpha_{p,-100}$	$10^5 \times \delta$
+99-21	9097-93	8684-63	49475	64348	7-44	365-4	-0-4
+99-27	9098-11	8684-80	66833	86851	10-06	364-1	+0-5
+99-26	9098-25	8684-93	78845	102465	11-88	364-1	+0-2
+99-22	9098-41	8685-08	94359	122543	14-23	363-3	+0-5
+99-30	9098-56	8685-21	107785	140032	16-28	363-6	-0-1
+99-28	9098-56	8685-22	108643	141164	16-41	363-8	-0-3
+98-62	4471-04	4256-95	95514	123343	29-49	361-2	0
+98-62	4471-25	4257-14	115553	149060	35-78	360-1	0
+98-62	4471-25	4257-15	116337	150090	36-03	360-0	0
+98-62	4471-37	4257-26	127288	164090	39-48	358-9	+0-6
+98-75	4471-42	4257-29	130274	168025	40-44	359-2	+0-1
+99-64	4473-08	4257-34	130373	168487	40-56	359-1	+0-2
+99-30	4471-53	4257-34	135349	174791	42-12	358-9	-0-1
+99-64	4473-33	4257-58	157237	203007	49-13	357-8	0
+98-74	4471-72	4257-59	158511	204144	49-41	357-2	+0-5
+99-30	4471-87	4257-67	168098	216785	52-57	357-0	+0-1
+99-45	4473-68	4257-90	185805	239582	58-31	356-7	-0-6
+99-64	4473-65	4257-88	187310	241574	58-81	356-3	-0-3
+99-30	4472-18	4257-96	195774	252243	61-51	355-7	-0-2
+99-31	4472-25	4258-02	201660	259694	63-40	355-0	+0-2

représentées au moyen de lignes isobares — tracé dont la forme définitive est représentée sur la planche I. Ces lignes fournissaient les coefficients angulaires nécessaires pour calculer les corrections cherchées. Ce n'est du reste que dans des cas exceptionnels que cette correction changeait le dernier chiffre décimal.

Isotherme — 77°.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{p,77}$	$10^5 \times \delta$
-77.18	9101.50	9404.41	63640	47213	5.04	365.4	+0.4
-77.35	9101.55	9404.50	78776	58364	6.23	365.8	-0.1
-77.43	9101.70	9404.68	107461	79667	8.51	364.9	+0.5
-77.53	9102.22	9405.26	217111	160995	17.29	364.2	+0.1
-77.28	4250.99	4458.75	147222	110981	25.27	364.0	-0.6
-77.33	4251.35	4459.06	189216	142836	32.67	362.4	+0.1
-77.35	4251.55	4459.28	227216	171653	39.42	361.6	+0.3
-77.99	4251.52	4459.31	233385	175739	40.38	361.7	+0.1
-77.47	4251.65	4459.47	264702	199877	46.09	361.5	-0.3
-75.13	4251.89	4459.51	264070	201766	46.54	361.5	-0.3
-77.09	4251.75	4459.62	283378	214557	49.58	360.8	0

Isotherme — 104°.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{p,104}$	$10^5 \times \delta$
-104.04	3470.73	4256.58	89387	68069	16.14	364.4	+0.7
-103.72	3470.39	4256.87	138511	105692	25.20	364.4	0
-103.90	3471.11	4257.23	201537	153908	36.97	363.2	+0.1
-104.32	3470.41	4257.49	245429	187187	45.19	362.6	0
-103.98	3471.03	4257.69	275026	210389	50.97	362.0	0
-104.58	3471.36	4257.94	318910	243410	59.28	361.2	0

§ 15. Les isobares de 60 à 10 atmosphères. Comme j'ai déjà remarqué au § 7 il est plus avantageux, quand il s'agit des températures très basses, d'arranger les séries des mesures du coefficient $\alpha_{p,\theta}$ le long des lignes de pression constante (isobares). En effet, tandis qu'aux températures plus élevées la variation de ce coefficient avec la température est très petite, en comparaison

Isotherme — 147°.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 +$ $+ \alpha_{p, -147}$	$10^5 \times \delta$
-146.14	1599.52	1776.45	80808	41637	23.77	366.9	+ 0.1
-146.80	1599.57	1776.52	104898	53686	30.78	367.3	-0.3
-151.83	1600.36	1776.62	142977	70158	40.47	366.8	0
-147.29	1599.68	1776.67	150017	76521	44.24	367.1	-0.4
-151.44	1600.47	1776.72	171838	84574	49.04	366.9	-0.5
-147.47	1599.82	1776.83	196161	100369	58.55	365.6	-0.1
-145.69	1599.87	1776.82	192961	100381	58.55	365.1	+ 0.4
-151.71	1600.58	1776.85	208070	102723	59.97	365.2	+ 0.1

avec sa variation avec la pression, l'inverse a lieu aux températures très basses, surtout pour des pressions un peu élevées. On s'en rendra compte, en considérant le parcours des courbes représentées sur la pl. IX. Il serait donc nécessaire de maintenir la température dans ce dernier cas très rigoureusement constante, ce qui est extrêmement difficile, quand on la réalise par l'évaporation d'un gaz liquéfié sous une pression réduite. Pour régler la pression à une valeur déterminée je me servai de l'indicateur décrit au § 9. Les petites déviations de la pression actuellement obtenue de sa valeur

Isobare 60 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{60, \theta}$	$10^5 \times \delta$
-213.72	926.58	1776.85	298401	101651	59.32	384.8	+ 0.1
-212.28	925.97	4257.30	286696	242996	59.18	384.3	-0.2
-209.40	925.99	4257.30	270383	247544	60.33	382.5	+ 0.2
-205.04	925.94	4257.30	243072	244312	59.51	381.1	-0.3
-192.53	1599.87	4257.30	334377	246270	60.01	375.7	+ 0.1
-191.25	1598.96	4257.30	329603	247456	60.31	375.4	0
-189.17	1599.11	4257.29	318845	247181	60.24	374.7	0
-185.70	1599.59	4257.29	299938	244437	59.55	373.6	0
-184.49	1599.74	4257.30	294822	243942	59.42	373.5	-0.2
-183.78	2071.57	4257.30	379906	245584	59.84	373.0	0
-183.78	2071.18	4257.29	378344	244726	59.62	372.9	+ 0.1
-183.64	2071.57	4257.30	377549	244325	59.52	373.1	-0.1

proposée n'ont nécessité que rarement une correction du résultat. On a calculé ces corrections d'une manière analogue à celle du § 14, en se servant d'un tracé graphique, dans lequel les valeurs de α étaient représentées par des courbes isothermiques; en effet c'est le tracé dont la forme définitive se trouve sur la planche X

Isobare 50 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{50, \theta}$	$10^5 \times \delta$
-211.39	925.77	4256.99	235349	205756	49.82	383.1	0
-211.40	926.03	1776.74	235359	85987	49.89	383.0	+0.1
-209.84	926.05	4256.99	227703	206436	49.99	382.6	-0.2
-205.00	926.26	4256.99	202845	204630	49.54	380.8	-0.7
-203.57	925.77	1776.73	193960	85043	49.32	379.1	+0.4
-190.95	1598.96	4256.98	272697	206526	50.01	374.7	+0.1
-188.52	1599.24	4256.99	261738	206203	49.94	373.5	+0.6
-184.28	1599.93	4256.98	247344	205677	49.80	373.1	0
-183.65	2070.99	4256.98	317681	205855	49.85	372.8	+0.1
-183.72	2071.56	4256.99	318255	205811	49.83	373.0	-0.1

Isobare 40 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{40, \theta}$	$10^5 \times \delta$
-211.78	926.45	1776.62	188749	69204	39.90	381.9	0
-211.42	925.96	4256.67	186426	165404	39.80	381.7	0
-211.16	1598.23	4256.67	320773	165904	39.93	381.6	0
-209.19	925.73	4256.67	177075	166351	40.04	380.4	+0.2
-204.14	926.84	4256.67	157708	164570	39.60	378.6	-0.1
-190.59	1598.87	4256.70	217313	166363	40.04	373.8	+0.1
-184.67	1598.80	4256.67	199546	165990	39.95	372.3	+0.1
-183.71	1599.17	4256.67	197551	166110	39.98	372.4	-0.2
-183.78	2071.26	4256.67	255552	166168	39.99	372.0	+0.2
-183.65	2071.31	4256.67	254895	165513	39.83	372.5	-0.3

Isobare 30 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{30,0}$	$10^5 \times \delta$
-211.25	925.89	4256.36	135181	124430	29.76	378.7	+0.2
-211.05	1598.04	4256.36	235332	125525	30.03	378.9	-0.1
-210.36	926.02	1776.51	133108	52099	29.86	378.4	0
-204.49	926.00	4256.36	117298	124240	29.71	376.4	0
-190.09	1598.79	4256.36	160548	124748	29.84	372.5	-0.1
-187.01	1598.78	4256.37	153948	124893	29.87	371.8	0
-183.83	1599.64	4256.36	148614	125616	30.05	371.2	-0.1
-183.73	2071.18	4256.36	190102	124342	29.74	371.1	0
-183.71	2071.41	4256.36	191222	125095	29.92	371.1	0

Isobare 20 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{20,0}$	$10^5 \times \delta$
-211.43	925.69	4256.05	87420	83118	19.76	375.3	-0.1
-211.37	1598.01	4256.05	151985	83865	19.94	375.1	0
-203.65	925.69	4256.05	75230	83163	19.77	373.0	0
-189.91	1598.69	4256.04	106706	83920	19.95	371.0	-0.3
-183.66	2071.39	4256.01	126845	83659	19.89	369.7	+0.1
-183.61	1599.45	4256.05	97603	83378	19.82	369.8	0

Isobare 10 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{10,0}$	$10^5 \times \delta$
-211.34	1597.73	4255.73	72023	41470	9.80	371.0	0
-210.85	1598.03	4255.73	68493	39870	9.42	370.9	0
-183.79	2071.04	4255.73	64401	42840	10.12	367.9	+0.2
-183.65	1598.84	4255.73	50302	43359	10.25	368.1	0

§ 16. Résultats. En représentant toutes ces observations, sous la forme de tracés, tantôt de lignes isothermiques, tantôt d'isobares, j'arrive au moyen d'interpolation graphique, en tenant toujours compte de l'ensemble des données expérimentales, aux résultats

contenus dans la table III. La concordance de ces résultats est en général bonne, comme le prouve l'insignifiance relative des erreurs δ données dans les tables précédentes. Aux températures basses elle est généralement meilleure qu'aux températures élevées, comme c'était à prévoir. La méthode suivie par nous ne se prêtant pas bien aux faibles pressions, l'isobare de 1 atmosphère ne s'appuie que sur deux points, dont l'un, pour $\theta = +100^\circ$ est dû à Regnault, l'autre (pour $\theta = -190^\circ$, voir la note du § 5) à M. M. Travers et Senter. Les planches IX et X tracées d'après la table III font voir les variations du coefficient α , en fonction de la température et de la pression¹⁾.

TABLE III.
Coefficient moyen de dilatation de l'hydrogène de 0° à θ°
sous pression constante p .

Pression p atm.	Température θ°								
	+100°	+20°	-77°	-104°	-147°	-183°	-190°	-205°	-212°
	Valeurs de $10^5 \times \alpha p \theta$								
1	366.1 ²⁾	—	—	—	—	—	367.2 ³⁾	—	—
5	365.5	365.5	365.8	366.1	366.6	367.4	367.8	368.5	369.1
10	364.6	364.7	365.2	365.6	366.7	368.0	368.5	370.1	371.1
15	363.7	363.9	364.6	365.2	366.8	368.8	369.6	371.7	373.2
20	362.9	363.1	364.0	364.8	366.9	369.7	370.7	373.4	375.4
25	362.0	362.3	363.5	364.4	367.0	370.4	371.6	375.1	377.4
30	361.1	361.5	362.9	364.0	367.0	371.0	372.4	376.6	379.2
35	360.2	360.8	362.3	363.5	366.9	371.5	373.1	377.9	380.8
40	359.4	360.1	361.8	363.1	366.8	372.1	373.8	378.9	382.1
45	358.5	359.3	361.3	362.6	366.6	372.4	374.2	379.6	383.0
50	357.6	358.6	360.8	362.1	366.3	372.7	374.6	380.2	383.5
55	356.7	357.8	360.2	361.6	365.9	372.8	374.8	380.6	383.8
60	355.8	357.1	359.6	361.1	365.4	372.8	374.9	380.8	384.1

§ 17. Compressibilité de l'hydrogène. Il est facile maintenant de calculer les coefficients de compressibilité d'après la

¹⁾ Dans une note préliminaire, présenté en 1904 à l'Assoc. brit. pour l'avancement des sciences, les valeurs de α relatives à la température -190° sont trop grandes, à cause d'une détermination défectueuse de la température. Il faut les remplacer par celles de la table III, donnée ici.

²⁾ Regnault.

³⁾ Travers et Senter, l. c.

formule $\eta_0 = \eta_0 (1 + \alpha_{p, \theta} \cdot \theta)$, en partant de la compressibilité η_0 à 0° (table I) et en utilisant les valeurs de $\alpha_{p, \theta}$, données au § précédent. On trouve les résultats de ce calcul dans la table IV.

TABLE IV.
Compressibilité de l'hydrogène
à température constante.

Pression p atm.	Température θ								
	-100°	0°	-77°	-104°	-147°	-183°	-190°	-205°	-212°
	Valeurs de $\eta = pv$								
1	1.3661	1.0000	0.7180	0.6189	0.4611	0.3283	0.3023	0.2470	0.2207
5	1.3688	1.0024	0.7201	0.6208	0.4622	0.3284	0.3020	0.2452	0.2180
10	1.3721	1.0055	0.7228	0.6232	0.4635	0.3284	0.3015	0.2427	0.2145
15	1.3755	1.0086	0.7255	0.6255	0.4648	0.3279	0.3004	0.2401	0.2106
20	1.3789	1.0118	0.7282	0.6279	0.4661	0.3272	0.2991	0.2373	0.2065
25	1.3823	1.0150	0.7309	0.6303	0.4674	0.3270	0.2984	0.2345	0.2029
30	1.3858	1.0181	0.7336	0.6327	0.4689	0.3270	0.2977	0.2321	0.1997
35	1.3892	1.0213	0.7364	0.6352	0.4705	0.3270	0.2973	0.2301	0.1968
40	1.3927	1.0245	0.7391	0.6376	0.4721	0.3270	0.2970	0.2288	0.1946
45	1.3961	1.0277	0.7418	0.6402	0.4739	0.3273	0.2970	0.2280	0.1933
50	1.3996	1.0309	0.7445	0.6427	0.4758	0.3278	0.2972	0.2275	0.1928
55	1.4030	1.0341	0.7473	0.6452	0.4779	0.3286	0.2977	0.2273	0.1926
60	1.4064	1.0373	0.7501	0.6478	0.4801	0.3296	0.2984	0.2275	0.1928

§ 18. Les minima de pv . Dans son mémoire cité dans l'introduction, S. Wróblewski propose une application intéressante du théorème général des états correspondants au calcul des constantes critiques d'un gaz; elle est basée sur la considération des positions des minima de courbes isothermes de compressibilité $\eta_0 = f(p)$. Il croyait avoir démontré, par ses expériences, l'existence d'un minimum de l'isotherme -182.4 de l'hydrogène, pour une pression voisine de 14 atmosphères. En comparant les coordonnées réduites de ce minimum avec les positions des minima de quelques autres gaz, il conclut que cette observation s'accorde avec les valeurs des constantes critiques de l'hydrogène $\theta_c = -240.4$, $p_c = 13.3$ atm. déduites par lui-même au moyen d'un raisonnement d'un ordre tout à fait différent. Il n'hésite donc pas à énoncer le théorème qui porte son nom, savoir: que les positions des minima des courbes de compressibilité, exprimées en coordonnées réduites, sont les mêmes pour

tous les gaz. Malheureusement l'existence du minimum à 14 atm. pour l'isotherme -182.4 , signalée par Wróblewski, est plus que douteuse, comme l'a déjà remarqué M. J. Zakrzewski, l'éditeur du mémoire posthume de Wróblewski; il paraît qu'une erreur de calcul ait été la cause de l'inflexion correspondante de l'isotherme. Tout de même il est très remarquable que les constantes critiques de l'hydrogène, données à une époque déjà ancienne par Wróblewski, diffèrent si peu de celles qui résultent des expériences modernes sur l'hydrogène liquide. Quant au théorème de Wróblewski qui vient d'être rappelé et dont l'accord avec l'expérience a été mis en évidence, pour plusieurs gaz, par Wróblewski lui-même et par d'autres savants, il paraît que précisément pour l'hydrogène il soit loin d'être applicable.

En effet, les valeurs de η_0 données au § précédent (table IV) et les courbes de compressibilité tracées d'après les données de cette table (fig. 5) prouvent avec évidence l'existence des minima aux températures les plus basses à partir de -183° . Pour l'isotherme de -183° on trouve un minimum très peu prononcé vers 32 atm; un autre, plus marqué vers 43.5 atm. pour l'isotherme -190° ; enfin des minima vers 55 atm. et 54.8 atm. pour les isothermes -205° et -212° respectivement. Bien que l'existence de ces minima soit incontestable, j'insiste pour constater que les pressions correspondantes sont très incertaines; une erreur de moins de 0.03%, dans la valeur du coefficient $\alpha_{p,0}$, ce qui représente la limite extrême de précision de mes déterminations dans la région de températures basses, suffit pour déplacer les positions de ces minima très aplatis de plusieurs atmosphères. Malgré cette incertitude je crois qu'il est bien établi, qu'à la température de -183° il n'y a pas de minimum à 14 atmosphères, mais qu'en réalité il existe vers une pression à peu près double. Une discordance pareille a également lieu pour les autres isothermes. Il est vrai que le parcours de la courbe normale des positions réduites des minima de $p v$ est mal connu au delà de la température réduite de 2.0 ou 2.5; tout de même, si, en se basant sur ce tracé si peu certain, on cherche à calculer la pression critique de l'hydrogène, en partant de la température critique de $-241 = 32^\circ$ abs., qui paraît être bien fondée, on obtient des valeurs variables, selon l'isotherme choisie: 21 atm. résulteraient du minimum à -212° , tandis que les minima à -190° et -183° conduisent à une pression d'une trentaine d'atmosphères

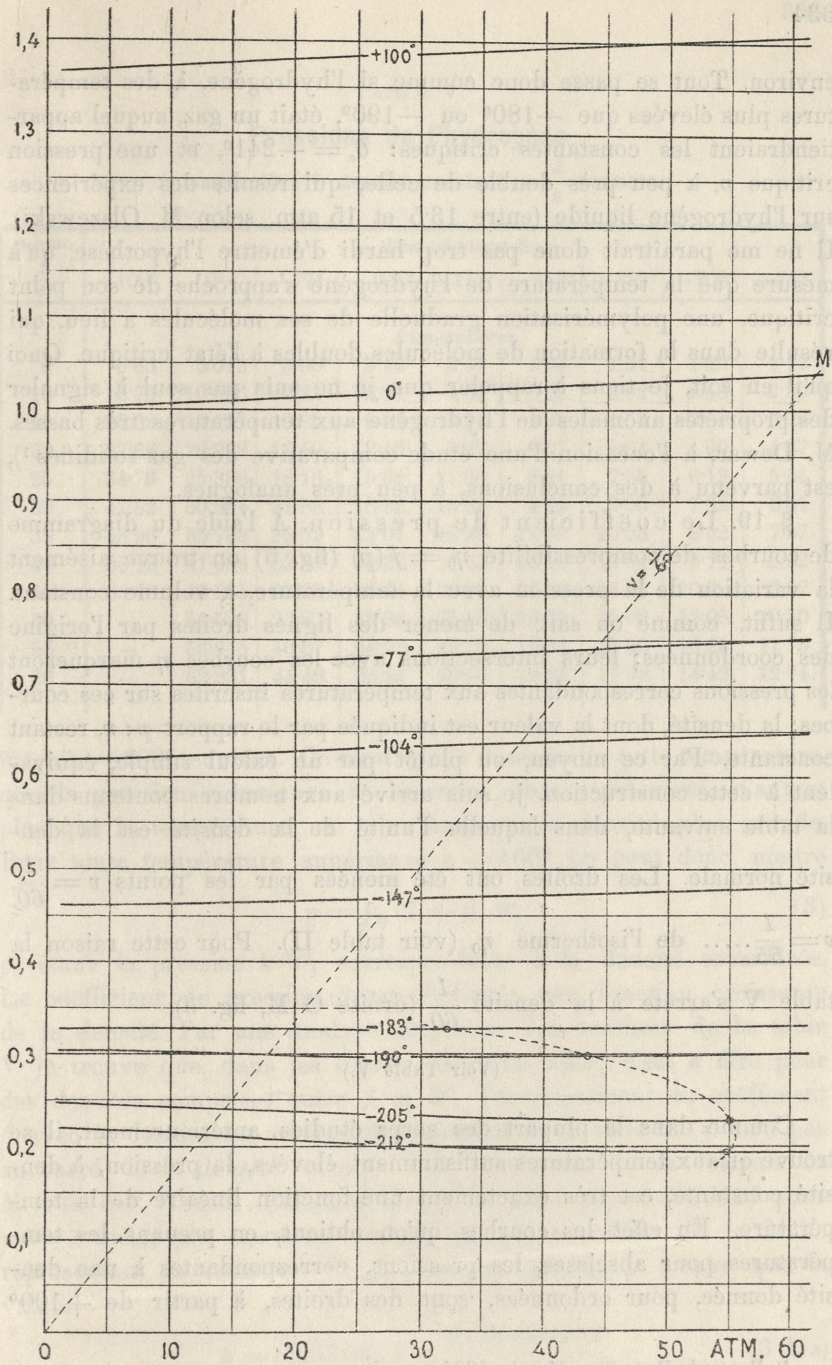


Fig. 5.

environ. Tout se passe donc comme si l'hydrogène, à des températures plus élevées que -180° ou -190° , était un gaz, auquel appartiendraient les constantes critiques: $\theta_c = -241^{\circ}$, et une pression critique p_c à peu près double de celle, qui résulte des expériences sur l'hydrogène liquide (entre 13.5 et 15 atm. selon M. Olszewski). Il ne me paraîtrait donc pas trop hardi d'émettre l'hypothèse, qu'à mesure que la température de l'hydrogène s'approche de son point critique, une polymérisation graduelle de ses molécules a lieu, qui résulte dans la formation de molécules doubles à l'état critique. Quoi qu'il en soit, je tiens à rappeler que je ne suis pas seul à signaler des propriétés anormales de l'hydrogène aux températures très basses. M. Dewar, à l'occasion d'une étude comparative des gaz solidifiés ¹⁾, est parvenu à des conclusions, à peu près analogues.

§ 19. Le coefficient de pression. À l'aide du diagramme de courbes de compressibilité $\eta_0 = f(p)$ (fig. 5) on trouve aisément la variation de la pression avec la température, à volume constant. Il suffit, comme on sait, de mener des lignes droites par l'origine des coordonnées; leurs intersections avec les courbes η marqueront les pressions correspondantes aux températures inscrites sur ces courbes; la densité, dont la valeur est indiquée par le rapport $p : \eta$, restant constante. Par ce moyen, ou plutôt par un calcul simple, équivalent à cette construction, je suis arrivé aux nombres contenus dans la table suivante, dans laquelle l'unité de la densité est la densité normale. Les droites ont été menées par les points $v = \frac{1}{60}$, $v = \frac{1}{55}$ de l'isotherme η_0 (voir table II). Pour cette raison la table V s'arrête à la densité $\frac{1}{60}$ (droite O M, fig. 5).

(Voir Table V.)

Comme dans la plupart des corps étudiés antérieurement, il se trouve qu'aux températures suffisamment élevées, la pression, à densité constante, est très exactement une fonction linéaire de la température. En effet les courbes qu'on obtient, en prenant les températures pour abscisses, les pressions, correspondantes à une densité donnée, pour ordonnées, sont des droites, à partir de $+100^{\circ}$

¹⁾ Proceed. Roy. Soc. March. 1904.

TABLE V.

Pressions de l'hydrogène

à température θ , densité constante = $\frac{1}{v}$ normale.

Densité $\frac{1}{v}$	Température θ								
	+100°	0°	-77°	-104°	-147°	-183°	-190°	-205°	-212°
	Atmosphères								
5	6.85	5.012	3.60	3.10	2.31	1.64	1.51	1.23	1.10
10	13.75	10.056	7.21	6.21	4.62	3.28	3.02	2.46	2.20
15	20.69	15.131	10.85	9.34	6.94	4.93	4.53	3.69	3.29
20	27.68	20.238	14.50	12.49	9.27	6.57	6.04	4.90	4.37
25	34.73	25.380	18.18	15.64	11.60	8.21	7.55	6.12	5.44
30	41.82	30.554	21.88	18.82	13.94	9.85	9.05	7.32	6.51
35	48.96	35.762	25.59	22.01	16.28	11.49	10.55	8.52	7.57
40	56.19	41.006	29.33	25.22	18.63	13.12	12.04	9.71	8.62
45	63.40	46.285	33.09	28.44	20.98	14.76	13.53	10.90	9.67
50	—	51.598	36.87	31.68	23.35	16.39	15.02	12.08	10.70
55	—	56.945	40.67	34.93	25.72	18.02	16.50	13.25	11.73
60	—	62.331	44.49	38.21	28.10	19.64	17.98	14.42	12.74

jusqu'à -100° environ. Ce n'est qu'au dessous de cette température, que la pression commence à diminuer plus rapidement, d'autant plus que la température est plus basse et la densité plus grande. Pour toute température supérieure à -100° on peut donc mettre

$$p = p_0 (1 + \beta \cdot \theta) \quad (3)$$

p_0 étant la pression à 0° , correspondante à la densité considérée. Le coefficient de pression β est d'ailleurs une fonction croissante de la densité. Par une analyse soignée des nombres de la table V je trouve que, dans les limites de cette table, c'est à dire pour des densités comprises entre 1 et 60, l'accroissement du coefficient β avec la densité est nettement proportionnel à celle-ci (et non pas au carré de la densité, comme cela résulterait de la formule de M. van der Waals). En considérant le point $\beta = 0.0036625$ pour $p_0 = 1$ mètre de mercure, comme un point certain de la droite représentant la variation de β avec la densité, je trouve que la valeur

$$\beta = 0.0036612 + \frac{0.000000984}{v} \quad (3 \text{ bis})$$

rend très bien compte de mes observations. En supposant que la formule soit applicable à l'hydrogène raréfié, la partie constante de cette expression serait donc la valeur limite du coefficient de pression (et aussi de dilatation) pour une densité extrêmement faible.

Dans la table VI on trouve les différences Δ entre les valeurs calculées d'après la formule (3) et les valeurs de la pression p , tirées de l'observation (table V).

TABLE VI.
Valeurs des différences

$$\Delta = p_0 \left\{ 1 + \left(0.0036612 + \frac{0.000000984}{v} \right) \cdot \theta \right\} - p.$$

Densité $\frac{1}{v}$	Température θ								
	+100°	0°	-77°	-104°	-147°	-183°	-190°	-205°	-212°
	Différences Δ en atmosphères								
5	0	0	0	0	0	+0.01	+0.01	+0.01	+0.02
10	0	0	0	+0.01	+0.01	+0.02	+0.02	+0.03	+0.03
15	0	0	0	+0.01	+0.01	+0.02	+0.03	+0.04	+0.05
20	+0.01	0	0	0	+0.02	+0.03	+0.04	+0.07	+0.07
25	0	0	0	+0.01	+0.03	+0.05	+0.06	+0.08	+0.11
30	+0.01	0	-0.01	+0.01	+0.04	+0.07	+0.08	+0.12	+0.14
35	+0.02	0	0	+0.01	+0.05	+0.09	+0.10	+0.15	+0.17
40	-0.01	0	-0.01	0	+0.07	+0.12	+0.13	+0.19	+0.21
45	+0.03	0	-0.01	+0.01	+0.09	+0.14	+0.17	+0.23	+0.25
50	—	0	-0.01	+0.01	+0.10	+0.17	+0.20	+0.27	+0.31
55	—	0	-0.02	+0.01	+0.12	+0.21	+0.25	+0.32	+0.36
60	—	0	-0.01	0	+0.14	+0.26	+0.29	+0.37	+0.43

Ce n'est qu'à partir de -100° que les différences Δ deviennent systématiques et atteignent 2 à 3% pour -212° . L'allure de ces différences est assez régulière pour pouvoir être exprimée par une formule empirique. On trouve aisément que les produits $v \cdot \Delta$, pour une température donnée, suivent de très près les lignes droites. L'expression complète de la pression à volume constant serait donc

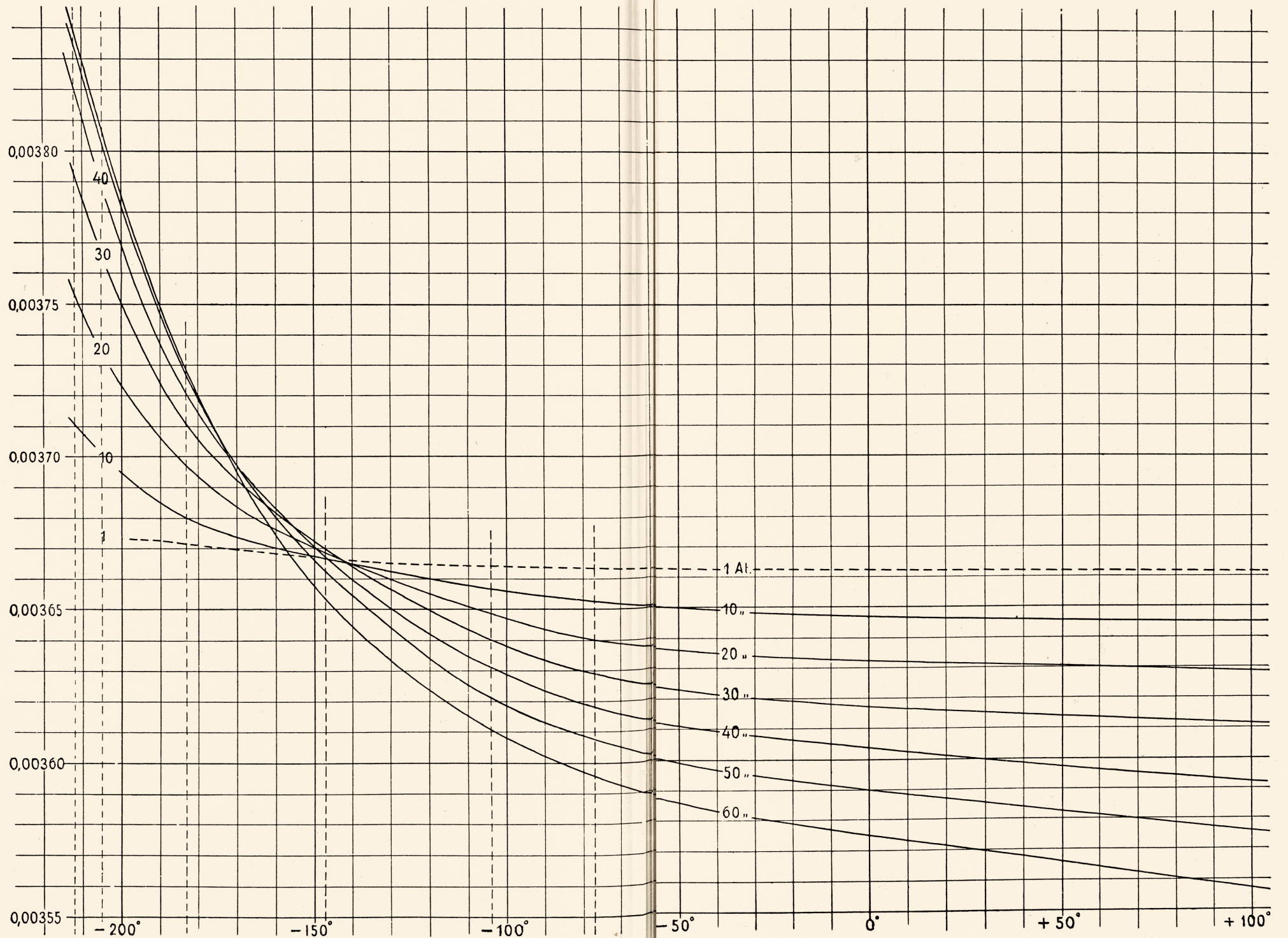
$$(4) \quad p = p_0 (1 + \beta \cdot \theta) - \frac{l(\theta)}{v} - \frac{m(\theta)}{v^2},$$

les coefficients l et m étant des fonctions de la température seule. La forme de ces fonctions ne semble pas être simple. Je trouve les

1920

A. M. W. W.







valeurs suivantes des coefficients l et m pour plusieurs températures:

θ	$l(\theta)$	$m(\theta)$
-100°	presque 0	presque 0
-147°	0.0003	0.000034
-183°	0	0.000072
-190°	0.0003	0.000076
-205°	0.0017	0.000075
-212°	0.0008	0.000106

D'ailleurs il ne faut pas attribuer trop d'importance à ces nombres. Il se peut fort bien, que l'allure régulière des petites différences Δ , se soit introduite artificiellement par les procédés graphiques servant à l'élimination des erreurs accidentelles. Je remarquerais seulement que dans mes anciens travaux sur l'air atmosphérique¹⁾ j'ai constaté des différences Δ du même sens.

§ 20. L'équation caractéristique de l'hydrogène. Considérons l'unité de volume d'hydrogène sous la pression d'une atmosphère, à 0° . Comprimons ce gaz, sans changer la température, jusqu'à ce que la densité devienne $\frac{1}{v}$; la pression p_0 qui en résulte est donnée par l'équation (2) du § 12. Enfin, changeons la température de 0° à θ° , à densité constante; la pression prendra la valeur p , calculable d'après l'équation (3) ou (4) du § précédent. Finalement on obtient:

$$pv = \left(0.999384 + \frac{0.0006154}{v} + \frac{0.000000706}{v^2} \right) \left\{ 1 + \left(0.036612 + \frac{0.000000984}{v} \right) \cdot \theta \right\} - l(\theta) - \frac{m(\theta)}{v}$$

une équation qui rend compte de mes observations, pour des densités, qui ne dépassent pas $60 \times$ densité normale. Pour des températures supérieures à -100° ou pourra mettre $l = m = 0$.

¹⁾ „Rozprawy“ de l'Acad. de Cracovie XXXII, 1895.

L'étude expérimentale des isothermes de l'hydrogène, donnée dans ce mémoire, ne suffit pas pour constituer une description complète des propriétés de ce gaz au point de vue thermodynamique. Il faudrait la compléter par une étude calorimétrique, comme je l'avais tenté autrefois dans le cas de l'air atmosphérique. La question si importante et si intéressante des variations de l'effet Kelvin-Joule pour l'hydrogène, abordée d'une manière si heureuse par M. Olszewski, par sa détermination du point d'inversion, s'impose ici en premier lieu, et je me propose de poursuivre prochainement son étude.

Laboratoire de physique de l'Université de Cracovie, mai 1905.

24. M. M. RACIBORSKI m. c. *Uteniająca i redukująca własności komórki żywej. Część I. Uteniająca zdolność powierzchni chłonnej korzenia roślin kwiatowych. (Oxydierende und reduzierende Eigenschaften der lebenden Zelle. Abt. I. Über die oxydierende Fähigkeit der Resorptionsfläche der Wurzel der Blütenpflanzen)* (Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. I-ère partie. Sur la faculté oxydante de la surface absorbante de la racine des plantes à fleurs.

In der vorliegenden Abhandlung will ich die prägnantesten mir bekannten Demonstrationen zusammenstellen, mit deren Hilfe die oxydierende Wirkung der Resorptionsfläche der Wurzel bei den Blütenpflanzen am anschaulichsten bewiesen werden kann. Die bedeutende extracelluläre Oxydation der Wurzeloberfläche, also eine die tote Umgebung derselben verändernde Tätigkeit der lebenden Wurzelzellen soll doch nicht nur den Biologen, sondern auch den Agrilkulturchemiker, wie auch den Pedologen, der sich mit den Oxydationen der Ferro- oder huminsäuren Salze im Boden beschäftigt, interessieren. Trotzdem wissen wir über derartige Oxydation sehr wenig, ja es wurde dieselbe vielerorts, wie es scheint wegen Mangel an geeigneter Demonstrationsmethode, einfach in Frage gestellt.

Daß die Wurzeloberfläche, im Gegensatz zu der Blatt- und Stammoberfläche (einige Ausnahmen unter den letzten sollen anderswo Erwähnung finden), von einer organischen Substanz durchtränkt ist, wissen wir seit dem bekannten Experiment von J. Sachs mit einer Lösung von übermangansäurem Kali, welches dabei reduziert wird

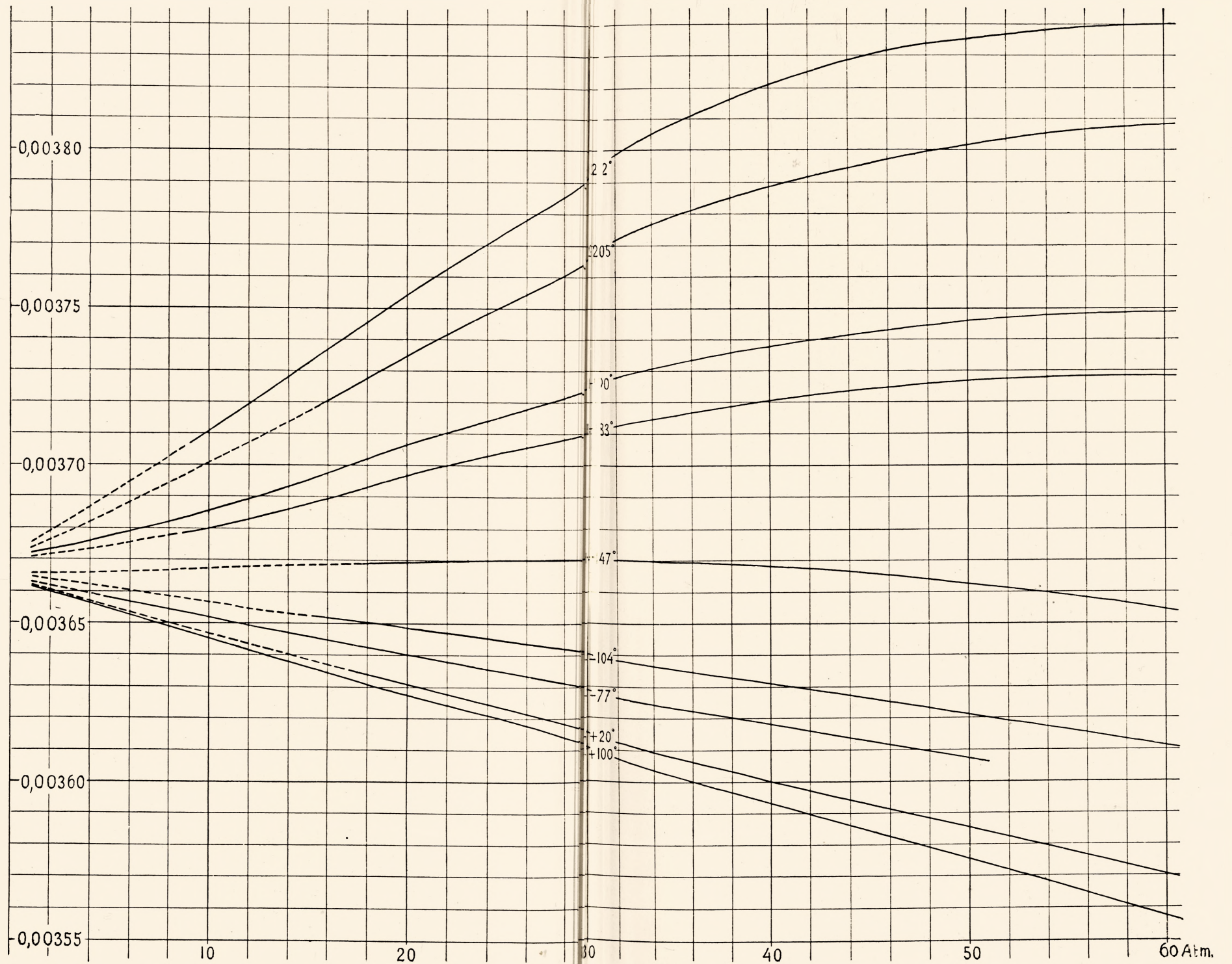
Wydawnictwo Uniwersyteckiego Centrum Wydawniczego

1999

1999

Wydawnictwo Uniwersyteckiego Centrum Wydawniczego







(J. Sachs Experim. Physiologie 189). Solche reduzierende Wirkung der Wurzeloberfläche kann sehr schön mit Hilfe des Jodstärkefließpapiers demonstriert werden. Auf einer befeuchteten Lage solches Papiers wachsende Wurzeln entfärben an den Kontaktstellen, nachher auch in der Umgebung die Stärkelösung total. Daß tatsächlich wenigstens eine teilweise Reduktion des freien Jods zu Jodwasserstoff stattgefunden hat, zeigt die wiedereintretende Blaufärbung des Stärkefließpapiers nach Einwirkung eines Oxydants z. B. H_2O_2 . (Selbstverständlich soll man das Jodstärkepapier mit Hilfe einer alkoholischen Jodlösung ohne Jodkali bereiten).

Mit den oxydierenden Wirkungen der Wurzeln hat sich meines Wissens nur Hans Molisch in der Abhandlung „Über Wurzelabscheidungen und deren Einwirkung auf organische Substanzen“ (Sitzungsberichte der mat. nat. Klasse der Ak. Wien, Band 96. 1888. S. 84. ff.) beschäftigt. Leider haben seine Beobachtungen wenig Beachtung gefunden. Nach W. Pfeffer (Beitr. zur Kenntnis der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen, Leipzig 1889 S. 106) fehlt bei den Untersuchungen von Molisch „der sichere Nachweis, daß es sich hierbei, wie es wohl möglich ist, um Sekrete lebender Zellen handelt, und es ist immerhin zu bedenken, daß an Wurzeln verschiedene Zellen der Peripherie frühzeitig absterben“. W. Höveler (Über die Verwertung des Humins bei der Ernährung der chlorophyllführenden Pflanzen, Jahrbücher für wiss. Bot. Bd. 24. 1892, S. 313) glaubt auf Grund eigener mir, was die kritische Seite anbelangt, wenig verständlicher Versuche, den Deutungen von Molisch widersprechen zu müssen. F. Czapek (Zur Lehre von den Wurzelabscheidungen; Jahrb. für wiss. Bot. Bd. 29. 1896, S. 379) ist der Ansicht, die vermeintlich „oxydierende“ Eigenschaft der Wurzel auf die Anwesenheit der Diastase zurückführen zu dürfen. Diastasen besitzen jedoch, wie wir heute wissen, keine oxydierende Wirkung.

Wie aus den Ausführungen Pfeffers zu ersehen ist, soll zunächst die Gewißheit gewonnen werden, daß eine eventuell auftretende extracelluläre Oxydation der resorbierenden Wurzelzellen eine Lebensreaktion derselben, nicht aber eine postmortale Erscheinung ist. Dieses Ziel kann am besten durch Verwendung solcher Reagenzstoffe oder solcher Lösungen erreicht werden, welche das normale Wachstum der Pflanze ermöglichen. Da aber in tiefglasigen Wasserkulturen nicht immer leicht gleichmäßige Verteilung des Sauerstoffes in verschiedenen Tiefen, besonders bei lange Wurzeln bil-

denden Pflanzen zu erreichen war, ferner ich mich von Rücksichten auf Sparsamkeit, so wie auch auf Anschaulichkeit leiten lasse, so bediene ich mich der bequemsten Demonstrationsmethode, nämlich der mit geeigneten Indikatoren imbibierten Fließpapiere.

Reines Fließpapier wird mit entsprechender, nicht toxischer Lösung getränkt, dann ausgetrocknet in entsprechend breite und hohe sterile Kulturschalen einzeln oder zu mehreren zusammengelegt und mit sterilem Wasser benetzt. Auf dieses Fließpapier werden entweder lebhaft wachsende Keimpflanzen gelegt, oder falls es sich um länger dauernde Versuche handelt, sterilisierte Samen zur Keimung gebracht. Die Samen sterilisiere ich jetzt immer so, daß die mit absolutem Alkohol ausgewaschenen, später mit 2‰ Sublimatlösung 10—30 Min. behandelten Samen nachher mit absolutem Alkohol von anhaftender Sublimatlösung, später mit sterilisiertem Wasser von Alkohol befreit werden. Doch genügt auch diese Behandlung nicht immer, um einerseits sterile, anderseits keimfähige Samen zu bekommen.

Verschiedene Pflanzen habe ich auf die Fähigkeit hin, leicht oxydable Stoffe der Umgebung mit Hilfe des Luftsauerstoffs zu oxydieren, untersucht und bis jetzt keine Phanerogamenart gefunden, welcher die Eigenschaft der extracellulären Oxydation der Wurzeloberfläche abginge. Zwischen verschiedenen Blütenpflanzen lassen sich zwar starke Gradunterschiede in dieser Beziehung konstatieren. Während z. B. die Oxydationen vermittelt der Wurzeloberfläche des Pisum, Phaseolus, Lotus, Cannabis rasch eintreten und intensiv ausfallen, sind diejenigen bei Triticum, Linum, Raphanus, Sinapis, Papaver, Nicotiana, Pinus langsamer und schwächer.

Was die Stärke der Oxydation anbelangt, so will ich gleich jetzt bemerken, daß mir keine Blütenpflanze vorgekommen ist, welche Jodwasserstoff, resp. dessen Salze zu Jod, oder Jod zu Jodsäure oxydieren könnte, während bei manchen Pilzen die oxydation von Jodkali zu freiem Jod wirklich eintritt. Doch will ich über die extracellulären Oxydationen und Reduktionen der Pilze erst in einer anderen Abhandlung berichten.

Zum Zwecke einer Demonstration der extracellulären Oxydationen der Phanerogamenwurzel kann ich folgende Reagentien empfehlen:

1., α -Naphthylamin ($C_{10}H_7.NH_2$), wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Äther löslich, die lebende Plasmahaut durchdringend und in starken wässerigen Verdünnungen unschädlich. Durch verschiedene

Oxydationsmittel wird der intensiv gefärbte Piria-Farbstoff gebildet. Zu Versuchen wurden verschieden starke Lösungen verwendet, nämlich eine 1‰ , 0.2‰ , 0.02‰ , 0.002‰ , 0.001‰ . Die 1‰ Lösung beeinflusst die Wurzeln schädlich, kann jedoch zum Imprägnieren des nachher mit Wasser benetzten Fließpapiers verwendet werden. Die stark verdünnten Lösungen, welche z. B. 1 oder 2 Teile Naphtylamin pro Million Teile Wasser enthalten, lassen sich sehr gut auch für Wasserkulturen verwenden, in welchen, soweit der Sauerstoff genügend gelöst ist, die Wurzeloberfläche die Oxydation des Naphtylamins bewirkt. Das bei der Oxydation gebildete violettblaue Oxynaphtamin ist von sehr dunkler Farbe, in Wasser unlöslich, und eignet sich deswegen sehr gut zum Bestimmen der Lokalisation der oxydierenden Fläche. In sehr schwachen Lösungen, in welchen die Pflanzen bis zu 2 Wochen ohne Schaden wachsen können, tritt die Reaktion im Verlaufe von 24—36 Stunden ein, in mehr konzentrierten dagegen, die jedoch mit Vorsicht zu benutzen sind (manche Pflanzen, z. B. Papaver sind gegen Naphtylamin empfindlich) schon im Verlaufe von 2—3 Stunden.

2. Benzidin ($\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{NH}_2)$) als freie Base verwendet. In kaltem Wasser sehr wenig, dagegen in Alkohol und Äther löslich, in lebende Zellen eindringend, doch in schwachen Konzentrationen der Pflanze nicht schädlich; wird mit Hilfe verschiedener Oxydationsmittel leicht in einen zunächst blauen, dann dunkel violettbraunen, in Wasser unlöslichen Körper umgewandelt, ebenso durch die Resorptionsfläche der Wurzel bei Gegenwart von Luft-sauerstoff. Zum Imprägnieren des Indikatorpapiers wurde eine alkoholische 1‰ Lösung verwendet. Wasserkulturen wurde Benzidin zu 0.25‰ , 0.1‰ , 0.02‰ oder 0.01‰ zugesetzt. Die Konzentrationen 0.25‰ und 0.1‰ sind jedoch schon nach vier Tagen für Sinapis und Cannabis sichtbar schädlich, liefern aber bei Fagopyrum, Phaseolus, Helianthus eine sehr starke fast schwarze Reaktion im Verlaufe von drei Stunden. Man soll jedoch nur schwache Lösungen vorziehen, und eventuell 24—48 Stunden auf die Reaktion warten (eine schwache Reaktion ist schon nach wenigen Stunden sichtbar). Bei Triticum, Sinapis, Fagopyrum, Papaver, Nicotiana ist die mit schwachen Lösungen erzielte Reaktion viel schöner und intensiver, als diejenige mit einer stärkeren Lösung.

3. Phenolphthalin; farblose Krystalle, sehr wenig löslich in kaltem Wasser, löslich in Alkohol, lebendes Plasma durchdringend. Wird

am besten selbst durch Reduktion des käuflichen Phenolphthaleins mit Zinkstaub und Kalilauge erhalten, wobei man sich überzeugen soll, daß das Präparat (besonders wenn es nicht frisch gemacht ist), noch nicht oxydiert ist. Es wird durch verschiedene Oxydationsmittel, besonders schön und leicht durch die Resorptionsfläche der Wurzel in Phenolphthalein mit Hilfe des Luftsauerstoffs verwandelt, und die Oxydation ist dann mit verdünnter Kalilauge zu konstatieren.

Die Phenolphthalinlösung eignet sich weniger für wissenschaftliche Lokalisationsuntersuchungen, da die fuchsinrote Farbe der alkalischen Lösung im Wasser löslich ist, andererseits die Pflanze durch Kalilaugezusatz vernichtet wird. Es läßt sich also eine Pflanze nur für eine Demonstration benutzen. Dagegen eignet sich dieselbe fast besser als die anderen zu Hörsaaldemonstrationen.

Was die Schnelligkeit des Auftretens der Reaktion anbelangt, so ist diese so bedeutend, daß mit Hilfe der Zeitmessung vergleichende Ziffernzahlen zu bekommen sind. Ich habe Keimlinge der *Cannabis sativa* bei Temperatur 20° C. in dieser Hinsicht untersucht, indem sie auf feuchtes Phenolphthalinpapier gelegt wurden. Nach 5 Minuten war noch keine Reaktion sichtbar, nach 10 Minuten wurden schon rosarote Spuren in der Wurzelhaarregion bemerkbar; nach 20 Minuten ist die Reaktion (natürlich nur an Kontaktstellen) schon sehr deutlich.

4. Ferrosalze. Die besten Resultate liefert das Mohr'sche Doppelsalz, Ferro-ammonium-sulfat, welches durch seine Luftbeständigkeit ausgezeichnet ist. Es waren zunächst eine 1‰ und eine 0.1‰ Lösung verwendet. Die erstere schadet jedoch manchen Pflanzen schon nach kurzer Zeit (*Linum*, *Papaver*, *Triticum*), oder färbt die Gerbstoffzellen (*Fagopyrum*). Sollten die Versuchspflanzen längere Zeit gesund bleiben, und handelt es sich nicht um eine, sehr intensive Farben-Reaktion, so kann man Wasserkulturen mit 0.01‰, (also 1 Teil $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ auf 100 000 H_2O) benutzen. Durch die katalytische Wirkung der Wurzeloberfläche wird die farblose Lösung mit Hilfe des Luftsauerstoffs oxydiert, und ein gelbbrauner Ockerniederschlag bedeckt die Wurzeloberfläche. Zu demselben Zweck läßt sich auch 0.1‰ Ferrosulfat- oder Ferrochlorid-Lösung verwenden, doch sind diese weniger luftbeständig.

Die vier oben beschriebenen Methoden kann ich besonders empfehlen, und sie genügen auch für alle mich interessierenden

Fragen. Es wirkt jedoch die resorbierende Wurzeloberfläche auf sehr verschiedene andere Körper katalytisch, ihre Oxydation beschleunigend, und es wird wahrscheinlich in der Zukunft möglich sein, unter den unzähligen aromatischen Verbindungen auch solche zu finden, welche besser als die oben erwähnten dem Zwecke entsprechen. Während die meisten Enzyme (Emulsin ausgenommen) nur auf spezifische Körper ihre Wirkung üben, ist der Bereich der Oxydationwirkung der Wurzeloberfläche sehr weit, und umfaßt sehr verschiedene chemische Körper, bei deren Oxydation nicht immer eine Sauerstoffbereicherung des oxydierten Körpers stattfindet. Einige solcher Reagentien, die ich ausprobiert habe, sollen hier erwähnt werden.

5. Aloe Barbados. Es ist eine wässrige, filtrierte Lösung von blaßgelber Farbe und wird durch die Wurzeloberfläche prachtvoll rot gefärbt. Der rote Farbstoff ist jedoch im Wasser löslich, und deswegen wird die Aloereaktion, welche sich zu Vorlesungsversuchen eignet für mikroskopische Zwecke unbrauchbar. Die Reaktion ist in wenigen Stunden sehr deutlich, und dabei den Pflanzen unschädlich.

6. Guajakharz. Das mit einer alkoholischen, filtrierten Lösung getränkte, nach Austrocknen mit Wasser benetzte Fließpapier läßt sich als Indikator verwenden, bietet jedoch keine Vorzüge, da die Wurzeln von der Papieroberfläche nach oben sich krümmen, andererseits das Guajakblau wasserlöslich ist. Die Reaktion ist hingegen sehr empfindlich, und tritt nach einigen, längstens nach 24 Stunden ein.

7. Phloridzin. Dieses farblose, in Wasser wenig lösliche Glukosid, welches durch percarbonsaures Kali prachtvoll rot oxydiert wird, eignet sich wenig als Indikator. Nach einigen Stunden (3—4) wird die Wurzeloberfläche gelblich, nach 24 Stunden gelborange gefärbt; Rotfärbung wird durch keine Pflanze verursacht.

8. Kaffeegerbsäure $C_{15}H_{13}N_8$ in äußerst starker Verdünnung verwendet (Indikatorpapier fast farblos, kaum merklich gelblich), liefert sehr instruktive Bilder der Kontaktstellen der Wurzel von dunkelblauer Farbe. Besonders stark reagiert Pisum und Cannabis, schwächer Linum, Sinapis, Fagopyrum. Den Wurzeln ist es unschädlich.

9. Pyrogallol, Leukomethylenblau, Ursol liefern auch gute Reaktionen, doch tritt die Reaktion bei den zwei letzteren, ebenso

wie mit Tetramethylparaphenylendiamin zu rasch mit dem Sauerstoff der Luft ein.

Die extracellulären Oxydationen der oben besprochenen leicht oxydablen Verbindungen sind bei allen untersuchten Phanerogamen streng lokalisiert, und der resorbierenden Fläche der Wurzel eigen. Mit ihrer Hilfe ist gewöhnlich die Bestimmung leicht, ob eine gewisse Epidermiszelle schon zum hypokotylen Glied oder zur Wurzel gehört. Am intensivsten treten Oxydationen in der Wurzelhaarregion ein; mit dem Alter der Wurzel, nach dem Absterben der Wurzelhaare wird dieselbe schwächer und die Abschwächung der Reaktion, an der weniger intensiven Färbung bemerkbar, schreitet mit dem Wachstum in basipetaler Folge. Die kurze, wachsende Zone der Wurzel zwischen der Wurzelhaube und der Wurzelhaarregion zeigt entweder keine Reaktion (Fagopyrum, Sinapis, Triticum), oder eine sehr schwache (Cannabis). Die Zellen der Wurzelhaube verhalten sich in dieser Hinsicht bei verschiedenen Pflanzen verschieden. Bei Pisum, Phaseolus, Cannabis, Triticum besitzen die Wurzelhaubezellen eine schwach oxydierende Eigenschaft, welche jedoch im Vergleich mit den starken Oxydationen der Resorptionfläche nur unbedeutend ist; bei Sinapis, Raphanus, Fagopyrum konnte ich keine Reaktion der Wurzelhaube beobachten.

Die Oxydationen treten in Benzidin- und Naphtylaminpräparaten einerseits auf der äußeren Oberfläche der Zellmembran der Wurzelhaare und der Epidermiszellen, weiter in der Membran selbst und endlich in der äußeren Plasmahaut auf. In der längere Zeit reagierenden Wurzel nimmt das ganze Plasma der Epidermis- und Haarzellen den Stich der dunkeln Farbe des oxydierten Reagens auf, doch kann ich nicht beurteilen, ob in diesem Falle eine langsame Diffusion des peripherisch gebildeten Farbstoffes, oder eine nachträgliche endocelluläre Oxydation stattgefunden hat.

Um festzustellen, ob die besprochene Oxydation mit Hilfe des atmosphärischen Sauerstoffs, oder vermittelt des in der Pflanze enthaltenen Sauerstoffs, oder möglicherweise des locker in der Pflanze gebundenen Sauerstoffs bewirkt wird, habe ich dieselben Versuche unter Ausschluß des Luftsauerstoffs in der Wasserstoff-

und Kohlendioxydatmosphäre wiederholt. Schon ein Vorversuch mit Pflanzen, die unter dem Rezipienten der Luftpumpe neben einem sauerstoffabsorbierenden Pyrogallol und Kalilauge enthaltenden Gefäß reagiert haben, zeigte, daß die oxydierende Reaktion zwar wirklich stattfindet, sich jedoch verspätet und bedeutend abgeschwächt erscheint. Die Versuche waren z. T. in Wolff'schen Dreihalsflaschen, teils in breithalsigen Erlenmeyerschen Kolben, die mit einem Seitenrohr für Gaszufluß versehen waren, gemacht. Durch den mittleren Hals der Wolff'schen Flaschen, resp. durch eine der zwei Kautschukstöpselöffnungen der Erlenmeyerschen Kolben wurde ein mit Hahn versehener Scheidetrichter, welcher die oxydable Flüssigkeit, nämlich Benzidin, Naphtylamin, oder Phenolphthalin enthielt, geführt. Die Stöpsel waren luftdicht; in den Wolff'schen Flaschen benutzte ich dazu gewöhnlich niedrige, tief eingesetzte Korkstöpsel, die mit Paraffin dünn bestrichen, und oben mit Quecksilber bedeckt waren. In den Flaschen, welche eine dünne Lage reines Wasser bekamen, wurden die Versuchskeimlinge geworfen, und nach dem Schließen der Scheidetrichteröffnung, reiner Wasserstoff, (eventuell Kohlendioxyd) solange eingeleitet, bis man den austretenden Wasserstoff entzünden konnte.

Nachdem aus den Gefäßen die Luft ganz verdrängt war, wurde aus den Scheidetrichtern eine entsprechende Menge des Reagierstoffes in die Flüssigkeit gegossen, nämlich von Benzidin bis zu 0.25⁰/₀₀, Naphtylamin bis zu 0.25⁰/₀₀, von Phenolphthalin ein wenig gesättigte, wässrige Lösung. Als Kontrollversuche dienten Keimlinge in Petrischen Schalen, welche mit entsprechender Lösung beschickt waren. Die Reagenzlösung wurde in die CO₂ Gefäße um 6 Uhr 30 Minuten abends, in die H- Gefäße um 6 Uhr 40 Min., in die O- Schalen um 6 Uhr 45 Min. gebracht. Um 8 Uhr zeigten die Benzidin- und Naphtylaminkulturen des Pisum und Cannabis an der Luft schon eine deutliche Reaktion, Triticum eine sehr schwache, dagegen die ohne Sauerstoff behandelten gar keine Reaktion; um 11 Uhr abends war die Reaktion aller Luftpflanzen sehr deutlich, bei allen im Wasserstoff oder CO₂ kultivierten Keimlingen mit Ausnahme des Triticum trat eine Reaktion ein, bei Triticum war sie sehr schwach, kaum merklich. Um 9 Uhr morgen, also nach 14–15 Stunden waren die Wurzeln der Luftpflanzen noch dunkler gefärbt, die Wurzeln der ohne Sauerstoff kultivierten zeigten dagegen alle eine sehr schwache Färbung. Nun wurde in

die Phenolphthalingefäße mittelst des Scheidetrichters verdünnte Kalilauge geleitet und darauf wurde eine sehr schwache Rosafärbung an den Wurzeln sichtbar.

Intensive und verhältnismäßig rasch eintretende Oxydation der oxydablen Körper der Wurzelumgebung findet also nur bei Luftzutritt statt. Doch auch bei Luftabschluß kommt eine schwache Oxydation mit Hilfe einer Sauerstoffquelle in der Pflanze selbst zu Stande. Ob es sich dabei um geringe Mengen des aus den Zellen oder aus den Intercellularen herausdiffundierenden Sauerstoffs handelt, oder ob dabei sogar lose gebundener Sauerstoff leicht oxydable Körper oxydieren kann, konnte ich nicht feststellen.

Jedenfalls war auf Grund der beschriebenen Versuche eine neue Fragestellung geschaffen, und zwar: Falls im Innern der Pflanze Stoffe vorhanden sind, welche so wie die Stoffe der Wurzeloberfläche Oxydationen katalytisch beschleunigen, so müssen wir fragen, ob im Innern der Pflanze der beschriebenen Verbrennung ähnliche Verbrennungsprozesse stattfinden, und wo dies geschieht. Diese Frage liegt schon außerhalb der vorliegenden Betrachtung und ich werde meine Beobachtungen darüber nachträglich ausführlicher darlegen. Hier will ich nur mitteilen, daß in Gefäßpflanzen die innere Wand der Gefäße und Tracheiden, an welche die lebenden Zellen des Hadromparenchyms grenzen, die Stätte der im Innern der Pflanze — bei Anwesenheit entsprechender leicht oxydabler Stoffe — stattfindenden Verbrennung ist. Dadurch sind wir imstande, die chemisch-physiologische Verschiedenheit im Verhalten des Hadroms und Leptom der Gefäßbündel mit Hilfe der farbigen Reaktion zu demonstrieren, welche die unmittelbar oxydierende Eigenschaft der Hadromwände (durch Lebendfärbung der intakten Wurzel mit Hilfe des Benzidins oder Naphtylamins) und außerdem die erst an Schnittpräparaten zu erzielende Leptominreaktion der Siebröhren nachweisen.

-
25. M. RACIBORSKI m. c. **O rodzaju paproci Allantodia Wall. (Über die Farngattung Allantodia Wall).** (*Sur le genre des Fougères Allantodia Wall*).

In schattigen und feuchten Wäldern Ostasiens, von Südchina bis Ceylon, Java, Samoa und Caledonien ist eine stattliche Art, Allan-

todia javanica (Bl.) Bedd. häufig, welche einem *Asplenium* ähnlich, von Mettenius auch zur Gattung *Asplenium* gezählt wurde. Da jedoch die Sori vom Indusium ganz bedeckt sind, und da letztere bei der Reife in der mittleren Zone unregelmäßig zerspringt, so wird sie meistens in die monotype Gattung *Allantodia* versetzt.

Das die Sporangien ganz bedeckende Indusium könnte als auf verschiedene Weise entstanden gedacht werden. In der Literatur finde ich zwar Angaben, daß ihr Indusium allseits angewachsen ist (Christ, Farnkräuter der Erde 7; Diels, Nat. Pflanzenfamilien 222), doch da in diesem Falle trotz der äußeren Ähnlichkeit mit *Asplenium*, speziell *Hemidiction*, ihre Verwandtschaft zweifelhaft wird, so habe ich die Sache an jungen Sporophyllen zu erforschen gesucht. Das Material habe ich auf Java gesammelt, wo *Allantodia javanica* in der unteren Waldregion der Vulkane bis zu 1700 Meter Höhe vorkommt und stellenweise sehr häufig ist (M. Raciborski, die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg. pag. 232).

Die reifenden Sporangien sind vom Indusium allseitig umhüllt. Ein Querschnitt durch die jungen Sporophylle beweist, daß wir mit einem gewöhnlichen, einseitig angewachsenen Indusium introrsum zu tun haben, dessen freie Seite die Sporangien nicht nur bogig bedeckt, sondern mit dem zurückgekrümmten Rande dieselben sogar von der unteren Seite umhüllt. Zwar liegt dieser freie Rand der Blattfläche eng an, ist jedoch trotzdem ganz frei und gar nicht angewachsen. Die Sori sind wie bei *Asplenium* länglich, verhältnismäßig dick, wurstförmig. Da das steife Indusium, welches in der mittleren Partie hoch gewölbt, dagegen nicht nur an der breiten Innenseite, sondern auch an beiden Enden die Sporangien ganz umhüllt, so kann es sich bei der Reife unmöglich abheben, sondern es wird durch die Sporangien am zurückgekrümmten Rande festgehalten und springt deswegen am Rücken unter dem Drucke der Sporangien unregelmäßig auf.

Zwar nicht an allen aber doch an vielen Sori sieht man schon mit einer Lupe, der basalen Seite der Indusien fest anliegende bis 0.5 mm. hohe einzelne oder zu mehreren nebeneinander liegende Lappchen. Diese entspringen nicht von dem Sorusnerven, neben dem Indusium, sondern von der Basis der Indusien, sogar in bedeutender Höhe von der Basis, von den an diesen Stellen 2—3 Zelllagen dicken Indusien.

Ökologisch verstärken diese sekundären Indusien die schützende

Tätigkeit der normalen Indusien, phylogenetisch wäre man vielleicht mit Unrecht versucht, in denselben die Spuren des „sorus diplazioides“ der Gattung *Diplazium* zu sehen. Sie sind jedoch immer steril, anders orientiert und bilden sich durch Zellteilung der normalen Indusien.

Aus Anlaß der beschriebenen Untersuchung der *Allantodia* habe ich ihre Sporen, mit denen der anderen Genera der *Asplenium*-Gruppe, z. T. auch anderer Farne verglichen. In dieser Verwandtschaftsgruppe finden wir folgende Differenzen in den immer bilateralen Sporen.

1) *Epispor* glatt oder wenig warzig, dem *Exospor* fest anliegend, also wenig sichtbar. So bei *Athyrium nigripes*, *Anisogonium esculentum*, *Asplenium Gedeonum*.

2) *Epispor* gefaltet, stark entwickelt, die Faltenrücken leistenförmig, die Sporen netzförmig bedeckend. So bei sehr vielen Arten der Gattung *Asplenium*, *Blechnum*, *Polypodium*. In der Gruppe *Asplenium* kommt dieser Sporentypus bei allen Genera, resp. Untergattungen vor, also bei den europäischen *Asplenium*-arten, *Thamnopteris Nidus*, *Athyrium alpestre*, *macrocarpum*, bei sehr vielen *Diplazium*-arten, bei *Anisogonium decussatum*, *Darea flaccida*, *Hemidictyon marginale*, *Allantodia javanica*, *Scolopendrium*.

3) *Epispor* nicht nur wie bei 2. primäre Falten und Leisten, sondern dazwischen feine, oberflächliche, sekundäre netzartige Leisten tragend. *Asplenium porrectum*, *Darea tenera*, *Darea* sp. nov. ex Hila, *Diplazium*.

4) *Epispor* bildet kleine niedrige, spitze Stachelchen: *Diplazium pusillum*, *D. speciosum*.

5) *Epispor* bildet sehr dünne, doch dicht stehende und hohe, nicht spitze Warzen: *Diplazium lanceum*, *D. lasiopteris*.

6) *Epispor* bildet lange, spitze, häufig zurückgekrümmte, hakenförmige Stacheln: *Asplenium glochidiatum*, *alatum*, *multilineatum*. *Darea Dregeana*. Ähnliche Sporen habe ich auch bei *Drymoglossum piloselloides*, *Cystopteris bulbifera* gefunden.

Natürlich sind zwischen diesen Gruppen Übergänge vorhanden, so z. B. zwischen der Gruppe 2 und 4 bei *Asplenium Seelosii* und *lepidum*. Diese Zusammenstellung zeigt, daß die Differenzen im Bau der Sporen gar nicht als Gattungscharaktere, wenigstens im Bereiche der Gruppe *Asplenium* (sensu ampliori) gelten können, dagegen gute Artmerkmale liefern. Die Sporen mit deutlich abstehendem *Epispor* (2) zeigen eine Vergrößerung der Oberfläche mit gleich-

zeitiger Verminderung des spezifischen Gewichtes, beides Faktoren, die ihre Verbreitung durch die Luft begünstigen. Bei keiner Farnart, habe ich elaterenähnliche Ausbildung des Epispor gesehen, wie sie Karsten bei *Polypodium imbricatum* gefunden hat, obwohl ich diese Untersuchungen eigentlich aus dem Grunde in Angriff genommen habe um der Karstenschen Art ähnlich gebaute Sporen zu finden. Manche Epiphyten haben ganz glatte Sporen (*Antrophyum*), während die meisten netzartige, unregelmäßige Leisten des Epispor aufweisen.

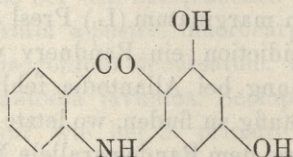
Die Stacheln oder sogar Widerhacken, finden wir besonders bei den Arten, die steile Wände und feuchte, vom Wasser berieselte Felsen der Bergschluchten bevorzugen. Stacheliges Epispor ermöglicht den Sporen sogar an steilen Abhängen, oder glatten Felsen in kleinen Unebenheiten des Terrains sich festzuhalten und tatsächlich gehören alle Farne der Gruppe 4, 5 und 6, die mir näher bekannt sind, zu solchen, welche die vorher erwähnten Standplätze bevorzugen.

Allantodia javanica ist nach obigen Bemerkungen der amerikanischen Art *Hemidiction marginatum* (L.) Presl am nächsten verwandt. Es ist zwar bei *Hemidiction* ein Randnerv vorhanden, welcher in vollständiger Ausbildung bei *Allantodia* fehlt, doch sind auch hier einzelne Blattstellen häufig zu finden, wo letzte Nervillen nicht freiden, sondern durch kurze dem Rande parallele Nerven verbunden sind. *Hemidiction* besitzt einen „sorus asplenioides“ darf also nicht zu *Diplazium* gezählt werden. Von *Asplenium sensu strict.* ist *Allantodia* durch ihre Gefäßbündel und durch den Bau der Schuppen verschieden.

Sollten wir die Riesengattung *Asplenium* in weiten Rahmen behalten, dann soll *Allantodia* — entgegen Hooker — hieher gehören. Im Sinne der Systematik Mildes wäre *Allantodia* zu *Athyrium* zählen. Wird dagegen *Athyrium*, wie heute üblich, in mehrere Genera geteilt, dann soll *Allantodia* und *Hemidiction* eine Gattung bilden. Da jedoch der Name *Allantodia* einige Jahre älter ist als *Hemidiction*, so soll er beibehalten werden und wir kennen in der Gattung *Allantodia* Wallich zwei Spezies *A. javanica* (Bl.) Bedd. in Asien und *A. marginata* L. in Amerika.

26. MM. W. BACZYŃSKI et S. NIEMENTOWSKI m. c. **Dwooxyakrydon i jego pochodne.** (*Dioxyakrydon und seine Derivate*). (*Dioxyacridinecétone et ses dérivés*).

Durch frühere Untersuchungen Eines von uns wurde nachgewiesen, daß die Kondensation der Anthranilsäure mit Phloroglucin das Oxychinakridon, Derivat einer neuen Base, des Chinakridins in sehr glatt verlaufender Reaktion ergibt¹⁾. Außer diesem durch seine Unlöslichkeit in gewöhnlichen Solventien ausgezeichneten Körper bilden sich gewisse, damals nicht näher untersuchte, in Aceton leicht lösliche Substanzen, aus welchen zur Zeit zwei Verbindungen in reinem Zustande isoliert wurden, nämlich das Dioxyakrydon und dessen Monoanilidoderivat. Bezüglich der Einzelheiten der recht mühsamen Darstellungsmethoden beider Körper muß auf die polnische Originalmitteilung verwiesen werden; hier sollen nur in aller Kürze die Eigenschaften der Körper und die Beschreibung einiger Derivate des Dioxyakridons Platz finden.



1,3-Dioxy-9-akrydon krystallisiert in kanariengelben, zu Warzen vereinigten Nadeln, vom Schmelzpunkt 370°; ist leicht löslich in Aceton, bedeutend schwerer löslich in Methyl- und Äthylalkohol, Essigsäure u. dgl.; schwer löslich in Wasser. Es besitzt ausgesprochen sauren Charakter; sein Natriumsalz enthält ein Äquivalent Metall und fünf Molekel Krystallwasser $C_{13}H_8O_3NNa + 5aq$; es bildet feine, seideglänzende, gelbe Nadeln, welche in Wasser leicht löslich sind. Durch Zinkstaubdestillation geht das Dioxyakrydon in schlechter Ausbeute in Akridin über.

Acetyl-dioxyakrydon $C_{13}H_8O_3N.CO.C_6H_5$. Es ist recht auffallend, daß sowohl beim Acetylieren als auch beim Benzoylieren nur ein Wasserstoffatom des Dioxyakridons durch Säurereste ersetzt werden konnte; auch in einem Versuche, wo mit überschüssigem Essigsäureanhydrid und geschmolzenem Natriumacetat zwei Stunden lang in zugeschmolzenem Rohr auf 200° erhitzt wurde, blieb das

¹⁾ Stefan Niementowski: Rozprawy Wydz. mat.-przyr. XXXI. 101.

Monoacetylderivat, das einzige Produkt der Reaktion. Dies krystallisiert aus Äthylacetat in derben, gelblichen Kryställchen, vom Schmelzpunkt 200° und löst sich in meisten indifferenten Solventien schwerer als die Muttersubstanz.

Benzoyl-dioxyakridon $C_{13}H_8O_3N.CO.C_6H_5$; dargestellt nach dem Verfahren von Schotten und Baumann; grünlich gelbe Blättchen vom Schmelzpunkt $295-297^{\circ}$; löslich in Alkohol und Aceton, unlöslich in Wasser, praktisch unlöslich in Alkalien und in verdünnter Salzsäure.

Durch vierstündiges Erhitzen des Natriumsalzes des Dioxyakridons mit Jodmethyl und Methylalkohol im Rohr auf 150° entstehen mehrere Körper, von denen vorläufig in reinem Zustande zwei

Methyl-dioxyakridone $C_{13}H_8O_3N.CH_3$ isoliert wurden. Das in Alkohol leichter lösliche bildet sehr dünne, gelbe Blättchen welche bei 235° etwas nachdunkeln und bei 252° schmelzen und in Alkohol, Aceton u. dgl. leicht löslich sind. Das andere in Alkohol bedeutend schwerer lösliche Produkt krystallisiert in dunkel braunen, fast schwarzen Warzen, welche bei 203° schmelzen.

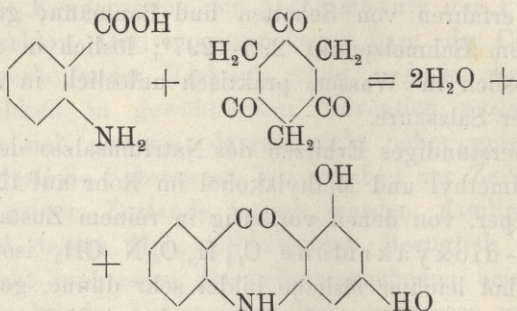
Durch Nitrieren mit Salpetersäure von spez. Gew. 1,54, bei 0° bis 3° wurden zwei isomere

Nitro-dioxyakridone $C_{13}H_8O_3N.NO_2$ erhalten. Beim Eingießen des Reaktionsproduktes in Eiswasser scheidet sich ein in üblichen Solventien schwerer lösliches Produkt, welches aus Aceton umkrystallisiert braune undeutliche Kryställchen bildet, die bei ca. 180° im Kapillarrohr sich dunkel grün färben und bei 268° mit Zersetzung schmelzen. Von diesem Körper abfiltriertes Eiswasser scheidet nach Zusatz von Ammoniak gelbe Flocken des zweiten, bei 257° mit Zersetzung schmelzenden Isomeren. Dieses wurde als ausschließliches Produkt beim 25-stündigen Kochenlassen von 5 gr. Dioxyakridon mit 300 cm. sechsprozentiger Salpetersäure erhalten. Es ist in Alkohol, Aceton u. dgl. bedeutend leichter löslich als der braune Körper. Beide Verbindungen sind in Laugen löslich. Aus dem bei niedrigerer Temperatur schmelzenden gelben Körper wurde ein Silbersalz, $C_{13}H_7O_3N.NO_2.Ag$ dargestellt und analysiert.

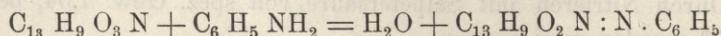
Anilid des Dioxyakridons $C_{13}H_9O_2N:N.C_6H_5$. Gelbe messingfarbene, metallisch glänzende, mikroskopische Blättchen, vom Schmelzpunkt $269-270^{\circ}$. Leicht löslich in Methyl- und Äthyl-Alkohol, Eisessig, sehr leicht löslich in Aceton, unlöslich in Wasser,

Alkalien und Salzsäure. Durch Erhitzen im Rohr auf 200° wurde es in Anilin und Dioxyakridon gespalten.

Während das Dioxyakridon seine Entstehung einer primären Reaktion zwischen äquimolekularen Mengen von Phloroglucin und Anthranilsäure verdankt,



ist das Anilid höchst wahrscheinlich ein sekundäres Einwirkungsprodukt, hervorgegangen aus der Kondensation des Dioxyakridons mit Anilin, dem Spaltungsprodukte der Anthranilsäure:



Auffallenderweise konnte es indes aus bereits in reinem Zustande isoliertem Dioxyakridon durch Kochenlassen mit Anilin nicht gewonnen werden; unter diesen Bedingungen blieb das Dioxyakridon unangegriffen zurück. Erst durch fünfständiges Erhitzen auf 200° in zugeschmolzenem Rohr wurde ein Anilid, jedoch ein Isomeres, bei 138—140° schmelzendes, erhalten. Diese Verhältnisse näher aufzuklären und die Konstitution der beschriebenen Derivate sicher festzustellen, soll Gegenstand einer späteren Mitteilung werden.

Lwów, Mai 1905. Laboratorium für allgem. Chemie der Technischen Hochschule.

27. M. THAD. WIŚNIEWSKI. O wieku karpackich warstw inoceramowych. (*Über das Alter der Inoceramenschichten in den Karpaten*). (*Sur l'âge des couches à Inocérames dans les Carpathes*). Mémoire présenté par M. S. Kreutz. m. t. à la séance du 9 Mai 1905.

Die Frage nach dem geologischen Alter der Inoceramenschichten, welche in vielen Gegenden der Karpaten den ältesten bekannten

Horizont bilden, hat ihre lange Geschichte und eine umfangreiche Literatur. Sie wurden in verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Forschern bald als Paläogen in ihrer ganzen Mächtigkeit oder nur zum großen Teil, bald als das Neocom oder die obere Kreide bezeichnet. Und obwohl die Meinung der meisten Geologen sich immer mehr den Behauptungen Prof. Dunikowskis, Walters und Prof. Uhlig's anschloß, welcher letztere die entschiedensten Beweise des obercretacischen Alters der Inoceramenschichten lieferte, hatte sie doch bis zu den letzten Zeiten auch ihre Gegner, die mit großem Eifer das untercretacische Alter der genannten Schichten zu verteidigen versuchten. Der bekannte außerordentliche Mangel an Versteinerungen in den karpatischen Flysch-Schichten erklärt vor Allem diese frappante Divergenz der Behauptungen und Anschauungen. Somit ist es also handgreiflich, daß die von mir in dem Dorfe Leszczyń, unweit von Dobromil, in den Inoceramenschichten gemachte Entdeckung einer ganzen, vorwiegend aus den Cephalopoden bestehenden Fauna diese Frage ganz aufhellen muß und die Möglichkeit gibt, sie wenigstens teilweise entschieden und endgiltig zu lösen. Sehr klare und verständliche, tektonische Verhältnisse erleichtern wohl diese Aufgabe.

Das Querprofil durch das Dorf Leszczyń (Fig. 1), längs des Baches von dem Walde Widły bis zu dem Dorfe Makowa, beginnt mit sehr gut entwickelten, weißlichen Zementmergeln mit Sandstein-einlagerungen, welche den ältesten Horizont der Inoceramenschichten bilden. Unter den Mergeln kommen noch mitten im Walde ganz typische Wernsdorfer Schichten, als schwärzliche Tonschiefer mit Sphärosideritlinsen, zum Vorschein, und noch weiter gegen Osten begegnet man in demselben Bache wiederum Zementmergeln und in ihrem Liegenden Wernsdorfer Schiefen, welche schon am Rande des Waldes unmittelbar an die (eocänen) bunten Tone grenzen. Die oben genannten zwei Partien der Zementmergel und der schwarzen, oberneocomen Schiefer sind in dem angrenzenden Dorfe Sopotnik noch besser entblößt, längs eines Baches, welcher von Kiczora Wysoka kommt; in den Sphärosideritlinsen der Wernsdorfer Schichten wurden dort *Acanthoceras Albrechti Austriae* (Hoheneg.) Uhl., *Crioceras Emerici Lev. vel Matheronianum D'Orb.*, *Crioceras pulcherrimum D'Orb. vel Tabarelli*

Ast. und Hamites Lorioli Uhl. vorgefunden¹⁾. Alle Schichten streichen mehr weniger mit h. 10, ihre Neigung ist ziemlich steil nach Westen. Das Ganze stellt uns zwei gegen Osten überkippte Luftsättel der Kreideschichten dar, von denen der zweite längs einer Bruchlinie an die paläogenen, bunten Schiefer grenzt. Unter diesen Tonschiefern sieht man einen einige hundert Meter mächtigen Komplex von Sandsteinen mit grauen Ton- und Mergelschiefern, welche den oberen Teil der Inoceramenschichten, im Hangenden der Zementmergel, darstellen; weiter, im Liegenden der Sandsteine, zeigen sich in den Gräben, längs des Dorfweges in Leszczyny, die jüngsten Grenzschiefern, der unteren, mergeligen Partie der Inoceramenschichten unmittelbar unter dem oberen Sandsteinkomplex. Die gelblich-weißen, ein wenig sandigen Mergelschichten, welche diesem Grenzhorizonte angehören und in einem Punkte, im östlichen Graben am genannten Wege, gegen 150 m von der Brücke über dem Bache, entblößt sind, haben eben das schon oben genannte, überraschend reiche, paläontologische Material geliefert. Das ganze Profil endet mit einem schmalen Streifen von bunten Tonen, welche die östliche Grenze dieses dritten, vorwiegend aus Sandsteinen bestehenden Kreidesattels darstellen.

In den sehr steil, fast senkrecht stehenden, fossilführenden Mergelschichten des oben genannten Punktes, habe ich unter anderen folgende Fossilien gefunden:

Pachydiscus neubergicus Hau. sp.

an gollevilensis D'Orb sp.

Phylloceras (*Schlüteria*)

velledaeforme Schlüt. sp.

Hamites cylindraceus Deufr. sp.

Baculites anceps Lam.

Scaphites constrictus Sow. sp.

 „ *Niedźwiedzki* Uhl.

Brahmaites (?) *Düreri* Redtenb. sp.

Leda cf. *semipolita* Böhm.

Pachydiscus neubergicus Hauer sp. *an gollevilensis* D'Orb. sp.,

¹⁾ Wiśniowski: Przyczynek do znajomości karpackiej kredy i trzeciorzędu etc. Kosmos. R. XXIII. 1898.

Niedźwiedzki: Eine wissenschaftliche Notiz im Lemberger „Kosmos“. Jahrgang XXVIII. 1903. s. 564.

Ast. und Hamites Lorioli Uhl. vorgefunden¹⁾. Alle Schichten streichen mehr weniger mit h. 10, ihre Neigung ist ziemlich steil nach Westen. Das Ganze stellt uns zwei gegen Osten überkippte Luftsättel der Kreideschichten dar, von denen der zweite längs einer Bruchlinie an die paläogenen, bunten Schiefer grenzt. Unter diesen Tonschiefern sieht man einen einige hundert Meter mächtigen Komplex von Sandsteinen mit grauen Ton- und Mergelschiefern, welche den oberen Teil der Inoceramenschichten, im Hangenden der Zementmergel, darstellen; weiter, im Liegenden der Sandsteine, zeigen sich in den Gräben, längs des Dorfweges in Leszczyny, die jüngsten Grenzschiefer, der unteren, mergeligen Partie der Inoceramenschichten unmittelbar unter dem oberen Sandsteinkomplex. Die gelblich-weißen, ein wenig sandigen Mergelschichten, welche diesem Grenzhorizonte angehören und in einem Punkte, im östlichen Graben am genannten Wege, gegen 150 m von der Brücke über dem Bache, entblößt sind, haben eben das schon oben genannte, überraschend reiche, paläontologische Material geliefert. Das ganze Profil endet mit einem schmalen Streifen von bunten Tonen, welche die östliche Grenze dieses dritten, vorwiegend aus Sandsteinen bestehenden Kreidesattels darstellen.

In den sehr steil, fast senkrecht stehenden, fossilführenden Mergelschichten des oben genannten Punktes, habe ich unter anderen folgende Fossilien gefunden:

Pachydiscus neubergicus Hau. sp.

an gollevilensis D'Orb. sp.

Phylloceras (*Schlüteria*)

velledaeforme Schlüt. sp.

Hamites cylindraceus Deufr. sp.

Baculites anceps Lam.

Scaphites constrictus Sow. sp.

 „ *Niedzwiedzki* Uhl.

Brahmaites (?) *Düreri* Redtenb. sp.

Leda cf. *semipolita* Böhm.

Pachydiscus neubergicus Hauer sp. *an gollevilensis* D'Orb. sp.,

¹⁾ Wiśniowski: Przyczynek do znajomości karpackiej kredy i trzeciorzędu etc. Kosmos. R. XXIII. 1898.

Niedzwiedzki: Eine wissenschaftliche Notiz im Lemberger „Kosmos“. Jahrgang XXVIII. 1903. s. 564.

in kleineren und größeren Bruchstücken, von denen ein Exemplar sogar innere Windungen besitzt, gehört zu den häufigen Formen. Die charakteristische Skulptur und auf einem der Bruchstücke sogar die Lobenlinie machen diese Bestimmung ganz sicher, während sonst die ziemlich mangelhafte Erhaltung eine sichere Entscheidung, zu welcher der zwei oben genannten Arten die Formen von Leszczyny gehören, sehr erschwert. Dieser Umstand ist aber von keiner Bedeutung für die Feststellung des Alters der fossilführenden Mergel von Leszczyny, weil beide Arten nach Grossouvre gleich charakteristische Leitfossilien für die jüngste Zone des Ober-Senons (Zone mit *Pachydisc. neubergicus*) sind.

Phylloceras (Schlüteria) velledaeforme Schlüt. sp. ist in Leszczyny auch eine nicht seltene, aber nur in Bruchstücken sich vorfindende Form. Das Dzieduszyckische Museum besitzt aus Węgierka ein recht schönes Exemplar dieses Ammoniten, welcher, wie bekannt, auch eines der bezeichnendsten Leitfossilien des deutschen jüngsten Senons darstellt.

Hamites cylindraceus Defr. sp., eine nicht minder bezeichnende Art für das oberste Senon (Zone mit *Pachyd. neubergicus*) gehört zu häufigen Formen in unseren Mergeln. Manche Stücke zeigen einen recht guten Erhaltungszustand, und ein Exemplar derselben, ausnahmsweise vollständig, ist sogar von typisch hakenförmiger Gestalt mit zwei, fast parallelen Armen.

Baculites anceps Lam. Unter den sehr zahlreichen kleinen Baculiten, welche vielleicht mehr als einer Gattung angehören, sind nicht seltene Bruchstücke von kleinen Dimensionen bemerkenswert, welche sich auf den Flanken durch halbmondförmige, dem Rücken genäherte Rippen auszeichnen. Diese Skulptur ist sehr bezeichnend eben für die oben genannte Art, welche eines der zuverlässigsten Leitfossilien des obersten Senons darstellt.

Scaphites constrictus Sow. sp. ist die häufigste Form unter den Cephalopoden von Leszczyny. Das fast kreisförmige Gehäuse zeichnet sich durch einen so kurzen evoluten Teil aus, daß die Mündung den spiralen Teil der Schale ganz zu berühren scheint. Alle Exemplare erinnern lebhaft an die größere Form, welche von Böhm aus der Gegend von Siegsdorf in Obern-Bayern abgebildet wurde. Ein Exemplar besitzt gut erhaltenen Mundrand.

Scaphites Niedźwiedzki Uhl. ist eine dem vorigen Scaphiten, besonders manchen kleineren Formen desselben, wie sie z. B. Böhm

abgebildet hat (Fig. 10), sehr ähnliche Art. Sie unterscheidet sich von den typischen Formen des *Scaphites constrictus* Sow. außer der viel geringeren Größe besonders durch den schmälere, geraden Teil der Schale und durch den weiteren Nabel derselben. Die Skulptur des Gehäuses, die Höcker auf dem evoluten Teil desselben, sowohl am Bauchrande, wie auch am Nabelrande u. s. w. nähern diese Form sehr dem *Scaphites constrictus*. Sie war bis nun nur aus den Inoceramenschichten in Pralkowee bei Przemyśl bekannt.

Außer diesen Arten, welche von maßgebender Bedeutung für die Feststellung des Alters der Inoceramenschichten sind, verdient unter anderen der Ammonit *Brahmaites* (?) *Düreri* Redtenb. sp. genannt zu werden, eine Art, welche bisher nur aus den Gosauschichten bekannt war. Es ist wohl möglich, daß man diese Form, bei einer monographischen Bearbeitung des Materials, mit einem neuen Gattungsnamen wird belegen müssen.

Unter den bis jetzt nicht zahlreichen Lamellibranchiaten war es möglich eine *Leda* cf. *semipolita* Böhm zu bestimmen.

In Anbetracht der oben besprochenen Fossilien läßt sich das Alter der fossilführenden Mergel in Leszczyny mit möglichster Genauigkeit feststellen: Sie gehören also der jüngsten Zone des Obersenons an, nämlich nach Grossouvre der „Zone mit *Pachydiscus neubergicus* Hoyer sp.“ und sind ein Äquivalent der Gerhardtsreiter und Pattenauer Mergel am Rande der Flysch-Alpen Oberbayerns, sowie z. B. der Lemberger Kreide. Der Komplex der Mergel, welche das Liegende dieser Schichten bilden und unmittelbar auf den Wernsdorfer Schichten sich entwickeln, kann zufolge seiner ziemlich unbedeutenden Mächtigkeit die mittlere Kreide nicht umfassen, es deutet aber alles (die cenomane Transgression der Oberkreide in den Karpaten der Bukowina und im Bereiche der südlichen Klippen, Turon ganz nahe in dem Jamnasandsteine von Spas u. s. w.) darauf hin, daß diese Mergel nicht nur dem Senon, sondern auch dem Turon und Cenoman entsprechen. Die Sandsteine mit Inoceramen (*Inoceramus salisburgensis* Fugg. Kastn.), welche das Hangende der fossilführenden Mergel von Leszczyny und das Liegende der paläogenen, bunten Tone bilden, können wohl bei seiner Mächtigkeit, welche einige Hundert Meter beträgt, nicht nur das oberste Senon, sondern das Danien und sogar die ältesten Schichten des Eocäns umfassen. Es stellen auf diese Weise die Inoceramenschichten ein

transgredierendes Schichtensystem, welches das Oberneocom in schlesischer Ausbildung unmittelbar, ohne die mittlere Kreide überlagert.

Die Schichten, welche Prof. Szajnocha mit besonderen Namen als „Schichten von Węgierka“ und „Schichten von Pralkowce“ bezeichnet hat, scheinen demselben Horizonte, wie unsere Mergel, anzugehören, was einige gemeinsame Fossilien, wie *Scaphites constrictus* Sow. sp., *Phylloceras (Schlüteria) velledaeforme* Schlüt. und *Scaphites Niedzwiedzki* Uhl. beweisen. Derselbe Grenzhorizont, wie in Leszczyny, zwischen den Inoceramensandsteinen und dem vorwiegend mergeligen, unteren Komplex der Inoceramenschichten, stellt in der ganzen Gegend von Przemyśl und Dobromil ein Niveau dar, reich überall an sonst in den Flyschbildungen so seltenen Fossilien; und überall sind es dieselben Leitfossilien des obersten Senons. Die Herren Prof. Dr. Schmidt, Dr. Mühlberg und Dr. Tobler in Basel haben vor zwei Jahren¹⁾ in den Schichten, welche ganz den Mergeln von Leszczyny und Węgierka ähneln, unweit von Bircza (einem etwa 25 km. W. S. W. von Przemyśl entfernten Städtchen), *Pachydiscus cf. subrobustus* Seun. an *colligatus* Bink. und *Hamites cf. cylindraceus* DeFr. gefunden.

Was oben über das Alter der Inoceramenschichten gesagt wurde, könnte man aber ohne weiteres nur auf die Inoceramenschichten des westlichen Galiziens (westlich von Strwiąż) verallgemeinern. Schon am oberen Laufe des Dniestr, in der Gegend von Stary Sambor (ehemals Stare Miasto), also nicht mehr als 35 Km. östlich von Leszczyny, ist der jüngere Teil des oberen Kreidesystems als der sogenannte Jamnasandstein entwickelt, welcher, wie Vacek gezeigt hat, jedenfalls den Ober-Turon mit *Sphenodiscus Requieni* D'Orb. sp. umfaßt. Indem dieser Sandstein ganz wahrscheinlich in das Paläogen hinaufreicht, stellt er wohl in seinen oberen Horizonten auch ein Zeitäquivalent der Mergel von Leszczyny dar.

Die Inoceramen (Ropianka-)Schichten, welche das Liegende des Jamnasandsteins bilden, können selbstverständlich nur dem älteren Turon und dem Cenoman entsprechen. Zahlreiche Inoceramenschalen, welche in beiden Schichtkomplexen nicht selten vorkommen, stehen damit wohl im Einklange, — und doch im Pruttal, in der Gegend

¹⁾ Bei Gelegenheit „Geologischer Untersuchung des Gebietes der Kohlenschürfe bei Bircza“ im Jahre 1903 (nicht publiziert).

von Mikuliczyn, sollen unter dem Jamnasandsteine mit den genannten, gut erhaltenen Zweischalern¹⁾ die sogenannten Ropianka-(Inoceramen-)Schichten mit Nummuliten²⁾ auftreten. Es muß der Zukunft überlassen werden, darüber etwas mehr Licht zu verbreiten.

Wenden wir uns aber noch einmal unseren Schichten im westlichen Galizien zu, um auf dem Boden fester Tatsachen zu bleiben. Wir werden leicht die Analogie konstatieren können, besonders in Bezug auf den faunistischen Charakter, zwischen unseren Inoceramenschichten einerseits und den obercretacischen Schichten am Rande der Flysch-Alpen in Bayern oder Salzburg andererseits, wie auch diesen faunistischen Charakterzug der Inoceramenschichten, welcher sie der deutschen Kreide nähert und keine größere Ähnlichkeit mit spezifisch alpinischen, anders gesagt, südlichen Kreidebildungen aufweist.

Lemberg, März 1905

28. M. R. NITSCH. Doświadczenia z jadem laboratoryjnym wścieklizny. Część III. (*Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). III-ème partie*). Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t.

XV.

Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe.

Dans les expériences sur les virus, quelle que soit leur nature, il est très important de déterminer cette dose. Aussi, dès le début de mes travaux sur la rage je m'efforçais à résoudre ce problème. Celui-ci présente certaines difficultés à cause de ce que la virulence de la substance grise du cerveau n'est pas la même dans les différents endroits des hémisphères, qu'elle s'atténue assez rapidement après la mort de l'animal, que probablement elle diminue aussi pen-

¹⁾ Zuber: Neue Inoceramenfunde in d. ostgaliz. Karpat. Verhandl. geol. R.-A. Nr. 13, 1884.

— Atlas geolog. Galicyi. Heft II, S. 80.

— Rzekomy numulit z Dory. Kosmos. R. XXVII. 1902.

²⁾ Grzybowski: Mikroskop. Stud. üb. d. grünen Konglom. etc. Jahrb. geol. R.-A. XLVI, 1896; auch poln.

Szajnocha: Numulit z Dory nad Prutem. Kosmos. R. XXVI. 1901.

— W sprawie numulita w Dorze etc. Kosmos. R. XXVIII. 1903.

— D. Pruttal zwischen Delatyn und Worochna etc. Kongreß-Führer. 1903.

dant la préparation de l'émulsion à la suite de la dessiccation, de l'action de la lumière et de l'oxygène, que souvent (surtout chez les cobayes) une partie d'émulsion inoculée s'écoule au dehors par le trou de trépanation, etc. C'est pourquoi on n'a pas réussi à résoudre ce problème d'une manière idéale. On n'a pas trouvé notamment une telle dose qu'elle amenât toujours la mort de l'animal inoculé et qu'une dose un peu plus petite qu'elle n'amènât jamais cette mort. Ce serait comme une solution mathématique du problème. Cet idéal est cependant impossible à atteindre dans la biologie. Comme d'habitude dans de déterminations de ce genre, on a obtenu 3 séries de doses, notamment: celles qui n'amènent jamais la mort, celles qui parfois amènent la mort, parfois non, enfin celles qui sont toujours mortelles. La plus petite dose de la dernière série peut être considérée comme la dose mortelle minima.

J'inoculais exclusivement la substance grise du cerveau des lapins, tués ou morts depuis quelques heures à la suite d'infection avec le virus fixe. J'ai fait toujours des inoculations intracérébrales chez des cobayes, des lapins et des chiens.

Les résultats sont consignés dans les Tables XXXI—XXXIII, établies d'après la méthode précédemment expliquée.

Voir Tables XXXI—XXXIII, page 361—366.

Nous voyons donc que ce sont seulement les dilutions de quelques cent mille fois, employées à la dose de 0,1 cc., qui peuvent neutraliser la virulence du virus fixe dans la substance grise du cerveau.

La dilution à 1:100.000 une fois seulement (XXXII, 3) n'a pas fait du mal à l'animal. On ne sait pas non plus de quelles parties des hémisphères cérébraux provenait la matière inoculée. En revanche, la même dilution amena la mort 9 fois (XXXI, 9, 10, 11, 27, 28; XXXII, 2, 4, 9, 10). En s'appuyant sur ces faits, on peut dire que 0,001 mg. de substance grise du cerveau est à coup sûr une dose mortelle pour les lapins et les cobayes.

Avec la dilution à 1:200.000 on a fait 12 expériences, notamment, 7 avec la substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères (lobe frontal) et 5 avec la substance grise des parties postéro-inférieures (lobe temporal).

Des 7 expériences avec le lobe frontal, cinq se sont terminées par la mort (XXXI, 13, 26; XXXII, 5, 11, 12). Deux cobayes seu-

Table XXXI.
Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe chez les cobayes.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation	Poids du cobaye inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mgr.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des cobayes au cours de l'expérience	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	1904 17/XII	520	Substance grise du cerveau, diluée 10.000 fois, <i>filtrée</i> , 0,1 cc. chacun	0,01	1904 22/XII	5	21. 570 23. 510	1904 nuit du 25-26/XII	8 1/2	On n'a pas noté de quel- les parties du cerveau provenait la substance grise
2	"	350		0,01	"	5	21. 390 23. 315	"	8 1/2	
3	24/XII	510	Dtto diluée 20.000 fois, <i>non filtrée</i> , 0,1 cc. chacun	0,005	30/XII	6	28. 500 30. 490	1905 nuit du 1-2/1	8 1/2	Ditto
4	"	390		0,005	"	6	28. 425 30. 385	"	"	
5	31/XII	380	Dtto diluée 25.000 fois, <i>filtrée</i> , 0,1 cc. chacun	0,004	—	—	4/1 390	5/1	5	Dtto Etait-ce la rage?
6	"	380		0,004	1905 6/1	6	4/1 390 5. 390	nuit du 6-7	6 1/2	Dtto
7	1905 10/1	485	Substance grise des parties antéro-supé- rieures des hémisphé- res, diluée 50.000 fois, <i>filtrée</i> , 0,1 cc. chacun	0,002	15/1	5	16. 465	17/1	7	
8	"	430		0,002	"	5	16. 455	"	7	

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation	Poids du cobaye inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mgr.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des cobayes au cours de l'expérience	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
9	17/I	360	Subst. grise du cerveau d'un lapin tué 4 heures auparavant, diluée 100.000 fois, 0,1 cc. chacun	0,001	22/I	5	21. 370 22. 370 24. 290	nuit du 24—25	7 1/2	Je ne me rappelle pas de quelles parties du cerveau provenait la substance grise, ni, si elle était filtrée
10	"	375		0,001	24/I	7	21. 395 22. 400 25. 325 23. 400	nuit du 25—26	8 1/2	
11	23/I	430	Dtto d'un lapin tué 2 heures auparavant, filtrée	0,001	29/I	6	27. 400 28. 400 30. 365	nuit du 30—31	7 1/2	Je ne me rappelle pas de quelles parties du cerveau provenait la subst. grise
12	25/I	360	Subst. grise des parties antéro-supérieures des hémisphères, diluée 200.000 fois, filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	29. 420 30. 400 6/V 650 31. 390	—	—	Entre la mort du lapin et l'inoculation il s'est écoulé 1 heure et demi. Le cobaye 12 n'a pas succombé
13	"	370		0,0005	2/II	8	29. 410 30. 400 1/II 400 31. 390 3. 350	nuit du 3—4	9 1/2	
14	8/II	380	Substance grise, diluée 250.000 fois, 0,1 cc. chacun. De quels endroits du cerveau?	0,0004	—	—	12. 410 6/V 630 21. 410	—	—	Est-ce qu'on a filtré l'émulsion? Les 2 cobayes étaient sains 3 mois après. Deux heures se sont écoulées entre la mort du lapin et l'inoculation
15	"	440		0,0004	—	—	12. 470 6/V 750 21. 470 pleine	—	—	
16	13/II	360	Subst. grise du lobe temporal, non filtrée, diluée 500.000 fois, 0,1 cc. chacun	0,0002	—	—	21. 400 23/III sain	—	—	Entre la mort du lapin et l'inoculation il s'est écoulé 4 heures. Chez le cobaye Nr. 17 une grande quantité d'émulsion s'écoula en dehors.
17	"	355		0,0002	—	—	21. 360 28/III sain	—	—	

18	14/II	620	Ditto	0,0002	—	—	—	—	—	Trois heures environ se sont passées depuis qu'on avait tué le lapin, jusqu'au moment de l'inoculation.
19	"	410		0,0002	—	—	—	—	—	On n'a pas noté de quel-les parties du cerveau provenait la substance injectée. Entre la mort du lapin et l'inoculation 2 heures se sont écoulées
20	16/II	350	Substance grise, diluée 250.000 fois, non filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0004	1/III	13	21. 360 24. 390 28. 370	1/III 350 2. 315	2/III	14
21	"	345		0,0004	23/II	7	21. 370 23. 340	24. 310	nuit du 24—25	8 1/2
22	24/II	380	Subst. grise du lobe temporal (partie inférieure), diluée 200.000 fois, non filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	28. 410 2. 450 6. 470	6/V 510	—	—
23	"	380		0,0005	3/III	7	28. 390 2. 415	3. 385 4. 380	nuit du 4—5	8 1/2
24	"	340		0,0005	—	—	28. 340 2. 365	6. 350 6/V 390	—	—
25	13/III	300	Substance grise des parties antéro-supérieures, diluée 200.000 fois, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	17. 320 19. 315 21. 330	6/V 420	—	—
26	"	310		0,0005	19/III	6	17. 330 18. 315 19. 300	20. 275 21. 250	nuit du 21—22	8 1/2
27	"	360	Ditto diluée 100.000 fois, filtrée	0,001	18/III	5	17. 380 18. 340	19. 320	nuit du 19—20	6 1/2
28	"	345	Ditto non filtrée	0,001	—	—	17. 320 18. 295		nuit du 17—18	4 1/2

Table XXXII.
Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe chez les lapins.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids des lapins inoculés (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des animaux au cours de l'expérience (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	10/I	2050	Subst. grise des parties antéro-supérieures des hémisphères, diluée 50.000 fois, filtrée, 0,1 cc.	0,002	15/I	5	16. 1790	17/I	7	
2	17/I	1900	Subst. grise, inoculée 4 heures après la mort du lapin, diluée 100.000 fois, filtrée, 0,1 cc.	0,001	23/I	6	22. 1930 23. 1800	nuit du 25—26	8 1/2	De quelles parties du cerveau? Est-ce qu'elle était filtrée?
3	23/I	2730	Subst. grise du cerveau du lapin, tué 2 heures auparavant, filtrée, diluée 100.000 fois, 0,1 cc. chacun	0,001	—	—	28. 2700 10/II 2780 30. 2620 7/V 2780	—	—	Je ne me rappelle plus de quelles parties du cerveau provenaient les mater. inoculés.
4	"	1495	Subst. grise des parties antéro-supérieures du lap. tué 1 h. 1/2 auparavant, diluée 200.000 fois, filtrée, 0,1 cc.	0,001	29/I	6	27. 1390 28. 1430	30/I	7	Le lap. Nr. 4 était malade
5	25/I	2090	Subst. grise (d'où?) du lapin, tué il y a 2 h., diluée 250.000 fois	0,0005	2/II	8	29. 2285 31. 2150 2. 1980	nuit du 4—5	10 1/2	
6	8/II	2210	Subst. grise (d'où?) du lapin, tué il y a 2 h., diluée 250.000 fois	0,0004	—	—	12. 2310 14. 2260 21. 2430	—	—	
7	24/II	2750	Substance grise de la partie inférieure du lobe temporal, 2 h. après la mort du lapin, diluée 200.000 fois, non filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	28. 2700 5. 2750 2. 2870 6/III 2720 3. 2670 (1) 4. 2720 5/V 3000	—	—	
8	"	2670	Substance grise de la partie inférieure du lobe temporal, 2 h. après la mort du lapin, diluée 200.000 fois, non filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0005	2/III	6 1/2	28. 2540 3. 2230 1. 2520 2. 2470	3/III	7	Autopsie du lapin Nr. 8 fit voir sur le crâne, à l'endroit de l'inoculation, une suppuracion sous-cutanée, ensuite une forte congestion méningée

9	13/III	2620	Subst. grise des parties ant.-supérieures des hémisph., inoculée 2 h. après la mort du lapin, diluée 100.000 fois. Les lapins Nr. 9 et 11 ont reçu le virus filtré, et les Nr. 10 et 12 non filtré. Les lapins Nr. 11 et 12 ont reçu le virus dilué 200.000 fois	0,001	19/III	6	17. 2690 19. 2600	20. 2190 21. 2350	22/III	9	Antopsie des lapins Nr. 9 et 10 avec résultat négatif
10	"	2700		0,001	"	6	17. 2730 18. 2800 19. 2640	20. 2460 21. 2240 23—24	nuits du 23—24	10 ¹ / ₂	
11	"	2450		0,0005	"	6	18. 2390 19. 2300	20. 2180 21. 2110	nuits du 22—23	9 ¹ / ₂	Antopsie des lapins Nr. 11 et 12 avec résultat négatif
12	"	2540		0,0005	18/III	5	17. 2490 18. 2395 19. 2320	20. 2080 21. 1920	nuits du 21—22	8 ¹ / ₂	
13	22/III	1380	Parties ant.-sup. des hémisph. inoc. 1 h. après la mort du lapin, diluées 250.000 fois, filtr. 0,1 cc.	0,0004	28/III	6	26. 1370 27. 1350	28. 1310 29. 1155	nuits du 29—30	7 ¹ / ₂	
14	"	1370	Dtto non filtrée	0,0004	29/III	7	26. 1420 28. 1400	29. 1300 30. 1130	nuits du 31—1	9 ¹ / ₂	
15	"	1150	Dtto diluée 500.000 fois	0,0002	"	7	27. 1210 29. 1180	30. 1090 31. 990	"	9 ¹ / ₂	
16	4/IV	1580	Dtto	0,0002	—	—	9. 1700 11. 1630	12. 1700 6/V 1710	—	—	
17	"	1700	Dtto	0,0002	9/IV	5	8. 1650 9. 1620 10. 1540	11. 1380 12. 1320	nuits du 12—13	8 ¹ / ₂	Antopsie du lapin Nr. 17 fit voir une supuration sur le crâne à l'endroit de l'inoculation, ensuite les méninges et le cerveau fortement congestionnés.
18	"	1570	Dtto diluée 1.000.000 fois	0,0001	—	—	8. 1675 10. 1630 11. 1580	12. 1630 6/V 1720	—	—	
19	"	1470	Dtto	0,0001	—	—	8. 1530 10. 1560	12. 1580 6/V 1670	—	—	

Table XXXIII.

Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe chez les chiens.

Numéro	Date de l'inoculation	Poids de l'animal (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	24/XII 1904	7500	Substance grise de la partie inférieure du lobe temporal d'un lapin tué, diluée 10.000 fois, filtrée	0,01	—	—	—	—	Le 10/V sain
2	10/I 1905	9600	Substance grise (d'où?) diluée 2.000 fois, 0,2 cc.	0,1	15/I	5	19/I	9	Six heures se sont écoulées depuis la préparation de l'émulsion jusqu'au moment de l'inoculation. L'émulsion était placée pendant ce temps dans l'obscurité.
3	"	7200	Ditto 0,1 cc.	0,05	"	5	nuit du 18—19	8 1/2	

lement sont demeurés sains et saufs (XXXI, 12, 25). Des 5 expériences avec le lobe temporal il n'y avait que deux qui se sont terminées par la mort (XXXI, 23 et XXXII, 8). Trois animaux ont survécu. (XXXI, 22, 24 et XXXII, 7).

La dilution à 1:250.000 a été étudiée 7 fois. Trois animaux sont demeurés sains (XXXI, 14, 15 et XXXII, 6), tandis que quatre ont succombé (XXXI, 20, 21; XXXII, 13, 14). Ainsi donc, dans la plupart de cas 0,0004 mg. de la substance grise est une dose mortelle pour les lapins et les cobayes. Dans ces expériences, 5 fois on n'a pas noté, de quels endroits du cerveau provenait la substance grise employée; deux fois on a fait usage de la substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères: les deux animaux succombèrent.

La dilution au 500.000-ème a été étudiée 7 fois. Deux lapins seulement périrent (XXXII, 15, 17). Quatre fois les matériaux employés pour l'inoculation provenaient des parties inférieures du lobe temporal: aucun animal ne succomba (XXXI, 16 à 19). Il faut remarquer cependant, que quelques heures se sont toujours écoulées depuis la mort des lapins jusqu'au moment de l'inoculation. Trois fois on a fait usage des matériaux provenant des parties antéro-supérieures des hémisphères et deux fois on a obtenu le résultat positif; un seul lapin n'a pas succombé (XXXII, 16). Conclusion: 0,0002 mg. de substance grise peut être déjà une dose mortelle.

Enfin, avec la dilution au 1,000.000-ème on a fait deux expériences et c'était avec la partie du cerveau la plus virulente, c'est-à-dire avec les parties antéro-supérieures des hémisphères. Les deux lapins ont survécu (XXXII, 18, 19). Conclusion: 0,0001 mg. de la substance grise n'est plus une dose mortelle pour les lapins.

Des expériences ci-dessus décrites, il ressort encore que les parties antéro-supérieures des hémisphères ont l'infectiosité la plus considérable. Ces résultats sont donc d'accord avec ce que j'ai démontré dans la II-ème partie de mes expériences sur la rage. Dans les cas, où l'on n'a pas noté d'où provenaient les matériaux employés pour l'inoculation, plus d'une fois on a fait usage de la substance des parties supérieures — médianes ou postérieures — des hémisphères, c'est-à-dire des parties qui, comme on sait, sont moins virulentes que les parties antéro-supérieures. Il m'est impossible cependant à indiquer quelles sont les expériences qui ont été faites avec ces parties.

Les conclusions que je donne, se rapportent exclusivement à la

substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères des lapins, tués dans les dernières heures de leur vie, après l'inoculation avec le virus fixe. L'émulsion doit être préparée le plus tôt possible et injectée immédiatement. Cette préparation cependant demande au moins une heure (depuis la mort du lapin au moment de l'inoculation). Je crois que dans ces conditions, 0,001 mg. (c'est-à-dire un millionième de gramme) de substance grise est une dose à coup sûr mortelle, et que 0,0002 mg. peut déjà l'être.

La filtration de l'émulsion à travers du papier buvard n'a aucune influence manifeste sur la marche des expériences.

De la table XXXIII il ressort que les chiens sont moins sensibles au virus fixe: $\frac{1}{100}$ mg. ne les fait pas périr¹⁾.

XVI.

Expériences sur la diffusion du virus fixe de la rage en dehors de l'organisme.

Dans la deuxième partie de mes expériences sur la rage, j'ai prouvé que le virus fixe passe, après la mort de l'animal, de la sub-

¹⁾ Je suis obligé de remarquer ici que M. A. Marie a bien voulu analyser mes précédentes expériences sur la rage (Voir Bulletin de l'Institut Pasteur 1905, p. 300). Mais je pense qu'il n'a pas lu avec attention ce qu'il a analysé. Il écrit p. ex.: „Les expériences de N. ont pour but de montrer que le microbe rabique en s'acclimatant chez le lapin a perdu peu à peu les propriétés infectantes que présente pour l'homme le virus des rues“. Or, dans mes travaux, nulle part je n'ai dit, que le microbe rabique se serait acclimaté chez le lapin. De plus je suis sur ce point d'un autre avis et je pense que toutes les preuves que l'on a donné pour prouver cette affirmation manquent de valeur.

M. Marie écrit plus loin dans son analyse de mes travaux: „La protubérance serait plus virulente que la surface des circonvolutions“. Or, moi j'ai dit dans mon travail („Expériences sur la rage, II-ème partie“, p. 685): „Les cinq expériences de la table XVIII prouvent que la protubérance est beaucoup moins virulente que l'écorce cérébrale“.

Et encore plus loin dit M. A. Marie: „Quant aux nerfs crâniens dans leur trajet intracrânien, la II-e paire est moins, la III-e paire plus chargée de virus que la substance corticale“. Et moi j'ai démontré que la II-e paire est comme la III-e d'une virulence beaucoup moindre que l'écorce cérébrale et j'ai écrit sur ce point (l. c. page 685.): „La substance du nerf moteur oculaire commun“ (III-e paire de M. Marie) „dans l'intérieur de la cavité crânienne se montre d'une virulence au moins 250 fois inférieure à celle de l'écorce cérébrale“.

Je pense que ces exemples prouvent encore une fois que l'on ne peut se baser sur des analyses des travaux, même quand elles sont faites par des spécialistes.

stance grise à la substance blanche et j'ai émis la supposition qu'un passage pareil puisse s'effectuer aussi des cellules nerveuses aux tissus qui les environnent dans toutes les autres parties de l'organisme¹⁾. Déjà avant la publication de mes expériences d'alors, Remlinger supposait la même chose, en écrivant: „Il semble, en effet, que le virus rabique puisse se répandre dans l'organisme après la mort et on conçoit quelle cause d'erreur peut, de ce fait, grever les expériences“²⁾. Remlinger a émis cette opinion à l'occasion du travail de Courmont et Nicolas, travail qui dans le même temps à moi aussi a suggéré les mêmes réflexions.

Déjà avant Remlinger, Bordoni-Uffreduzzi considérait comme probable, que le virus rabique après la mort de l'homme passe de la substance nerveuse aux autres tissus.

Après mes expériences sur cette question, décrites dans la deuxième partie de mon travail, j'ai résolu d'étudier, si une diffusion semblable du virus serait possible même en dehors de l'organisme animal, si, par exemple, le virus pourrait passer d'un cerveau infecté à un cerveau ou à un foie sain d'un autre animal. A entreprendre ces expériences m'ont engagé les résultats que Mr. le prof. Bujwid avait obtenu à Varsovie, il y a plus d'une dizaine d'années. Il prenait un cerveau sain de veau, le recouvrait des parties du cerveau d'un animal enragé et plaçait ces deux cerveaux au-dessus de l'acide pyrogallique, dans une atmosphère privée d'oxygène. Huit jours plus tard, il retirait avec précaution le cerveau atteint de rage et enlevait, au moyen d'un rasoir bien tranchant, la couche superficielle du cerveau de veau, c'est-à-dire la partie qui avait été en contact immédiat avec le cerveau infecté; ensuite, il inoculait à des lapins, sous la dure-mère, les parties situées au-dessous de cette couche. Il a constaté que les lapins inoculés périssaient de la rage. En arrangeant l'expérience de la même manière, avec cette seule différence qu'il laissait les cerveaux dans l'atmosphère ambiante, il ne pouvait plus transmettre l'infection aux lapins. Il en concluait que l'on pouvait obtenir des cultures de virus rabique dans un

¹⁾ R. Nitsch: Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe), II-ème partie, XII. Bulletin Internat. de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Décembre 1904, p. 699 et suiv.

²⁾ Remlinger: Les travaux récents sur la rage. Bulletin de l'Institut Pasteur, II, p. 85.

cerveau sain en dehors de l'organisme vivant, mais seulement à l'abri de l'oxygène. M. le prof. Bujwid n'a pas publié ces expériences.

J'essayais de les répéter. Je prenais le cerveau ou le foie d'un lapin sain. J'enlevais du cerveau la pie-mère et du foie la capsule et ces organes, ainsi mis à nu, je recouvrais de morceaux de substance grise du cerveau, provenant d'un lapin ou d'un cobaye qui avaient péri de la rage de laboratoire. Les matériaux ayant été préparés ainsi, je les plaçais dans des tubes larges, hermétiquement fermés, où j'avais remplacé l'air par de l'hydrogène. Ou bien je mettais les matériaux préparés dans de boîtes de Pétri ordinaires, dans l'atmosphère ambiante. Je conservais toujours ces tubes ou ces boîtes dans l'obscurité, dans une armoire, à la température de la chambre (15°—20° C.). Deux à trois jours après, j'enlevais avec précaution le cerveau infecté et la couche superficielle du cerveau ou du foie sain. Dans les couches, situées à la profondeur de 1 à 5 mm., je découpais ou raclais des petits morceaux de tissu et je les inoculais dans le cerveau à des cobayes. En ouvrant les tubes remplis d'hydrogène, je m'assurais au moyen d'explosion que l'hydrogène ne s'était pas envolé complètement. Si l'explosion faisait défaut, l'expérience était laissée là.

La table XXXIV nous donne les résultats de ces expériences.

Pour contrôler, si le foie ou le cerveau d'un lapin sain, inoculés à petites doses dans le cerveau d'un autre lapin ou d'un cobaye sain, ne provoqueraient pas des symptômes suspects, j'ai fait cette opération. J'ai constaté qu'aussi bien les cobayes que les lapins supportaient parfaitement ces inoculations. (Durée d'observation deux mois).

Voir Table XXXIV, p. 372—373.

Je passe aux conclusions qui découlent des expériences ci-dessus décrites.

Si l'on laisse le cerveau ou le foie d'un animal sain dans un contact immédiat avec le cerveau infecté de la rage de laboratoire à l'air, dans l'obscurité et à la température de la chambre, on ne peut constater après 48—72 heures l'existence du virus rabique dans le cerveau sain ou le foie à la profondeur de 1 à 5 mm. (expér. 1 à 6, 11 à 13).

Si cependant, toutes les conditions de l'expérience laissées sans changement, nous remplaçons l'air par l'hydrogène, alors après 48 à 65 heures on peut constater l'existence du virus de la rage à la

profondeur de 2 à 4 mm. (expér. 9, 10, 14, 15). Parfois cependant même dans ces conditions on ne réussit pas à démontrer l'existence du virus, même à la profondeur très peu considérable, celle d'un millimètre environ (expér. 7, 8). Dans la deuxième partie de mes expériences j'ai appelé déjà l'attention sur ces irrégularités dans la diffusion du virus (l. c. page 704).

Quant au foie, c'est la même chose à peu près que l'on peut en dire. Je dois cependant remarquer qu'autant que je suis sûr de mes expériences sur le cerveau (et je suis persuadé que chaque expérimentateur, en se plaçant dans les mêmes conditions que moi, va obtenir avec le cerveau sain des résultats tout-à-fait semblables), autant j'ai quelques doutes quant aux expériences sur le foie. La cause en doit être cherchée dans les difficultés techniques. Notamment, dans les cas négatifs (expér. 16, 17) je ne suis pas sûr, si l'hydrogène ne s'est pas échappé en grande partie, et dans les cas positifs (exp. 18, 19), si quelques particules du cerveau infecté ne se sont pas mêlées à l'émulsion.

Nous dirons donc: en dehors de l'organisme animal, le passage du virus rabique d'un cerveau infecté à un cerveau sain, qui reste en contact immédiat avec celui-là, peut se produire même à la température de la chambre, mais seulement à l'abri de l'oxygène. Ce passage est relativement rapide.

Et maintenant se pose une question fondamentale. Est-ce qu'il faut considérer ce passage du virus comme sa culture dans un cerveau sain, ou tout simplement comme une diffusion, comme une pénétration d'un virus, ne se multipliant pas, d'un substratum à un autre? A mon avis, nous n'y avons pas affaire à une culture de virus rabique, mais seulement à un phénomène *post mortem*, et peut-être même à un phénomène de diffusion ou d'osmose. A l'appui de cette opinion il faut noter que:

1) Ce phénomène se produit à la température de la chambre; or, de tout ce que nous savons jusqu'aujourd'hui sur la rage, il faut supposer que la culture de virus rabique ne soit possible qu'à une température d'environ 37° C.;

2) Après 48 heures déjà on peut constater l'existence du virus rabique à la profondeur de 3 à 4 mm.; il est cependant presque impossible que ce virus puisse dans un temps si court se multiplier

Table XXXIV.

Expériences sur la diffusion du virus de la rage dans quelques organes en dehors de l'organisme.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids et espèce des animaux inoculés (en grammes)	Foie ou cerveau et de quelle profondeur (en mm.) provenaient ces matériaux injectés	Conservation dans l'air ou dans H	Combien d'heures	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des animaux au cours de l'expérience	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	17/I	cobaye 335	foie 3-5	air	72	—	—	21. 370 21/II 495 23. 375 20/III 530 29. 410	—	—	Le 20/III employés à d'autres expériences
2	"	ditto 335	"	"	72	—	—	21. 370 21/II 550 23. 375 20/III 600 29. 420	—	—	
3	1/III	ditto 370	cerveau 3-4	"	48	—	—	5/III 385 6/V 650	—	—	Le 6/V employés à d'autres expériences
4	"	ditto 400	"	"	48	—	—	5. 430 6/V 680	—	—	
5	"	ditto 385	cerveau 1 (environ)	"	48	—	—	5. 430 6/V 590	—	—	ditto
6	"	ditto 420	"	"	48	—	—	5. 440 6/V 540	—	—	
7	11/III	ditto 320	"	H	48	—	—	15. 345 6/V 500 16. 335 17. 365	—	—	
8	"	ditto 330	"	"	48	—	—	15. 350 17. 375 16. 355 6/V 595	—	—	

9	11/III	cobaye 320	cerveau 3-4	H	48	17/III	6	16. 360 17. 330	18. 310	nuit du 18-19	7 1/2	
10	"	ditto 415	"	"	48	"	6	16. 430 17. 425	18. 380	18/III	7	
11	20/III	ditto 660	cerveau 1 (environ)	air	65	—	—	24. 680 25. 690 26. 660	6/V 760	—	—	
12	"	ditto 350	ditto 4	"	65	—	—	24. 380 25. 400	6/V 580	—	—	Le 6/V em- ployés à d'autres expériences
13	"	ditto 525	1 et 4 (mélange)	"	65	—	—	24. 530 25. 540 6/V 600	—	—	—	
14	21/III	ditto 340	cerveau 2-3	H	65	27/III	6	26. 380 27. 350	28. 330 29. 300	nuit du 29-30	8 1/2	
15	"	ditto 380	"	"	65	"	6	25. 400 26. 390 27. 370	28. 305 29. 300	nuit du 28-29	7 1/2	
16	31/III	ditto 620	foie 3-4	H	72	—	—	4. 650 6. 670 12. 680	6/V 700	—	—	Le 6/V em- ployés à d'autres expériences
17	"	lapin 2070	"	"	72	—	—	4. 2100 5. 2070 6. 2040	7. 2070 12. 2050 6/V 2120	—	—	
18	6/IV	ditto 1770	foie 3-4	H	72	12/IV	6	11. 1770 12. 1730 13. 1620	14. 1530	nuit du 15-16	9 1/2	
19	"	ditto 1630	"	"	72	"	6	11. 1650 12. 1590 13. 1490	—	14/IV	8	

si loin de son berceau et de plus si abondamment qu'il amène la mort déjà après 7 jours (expér. 9, 10).

Pour élucider cette question j'ai exécuté, outre les expériences déjà citées, quelques autres encore, en les changeant un peu. Notamment, je plongeais avec précaution le cerveau du lapin, qui avait péri de la rage de laboratoire, dans la solution physiologique de sel marin ou dans de l'eau distillée stérilisée et je l'y laissais pendant un certain temps, exposé à l'air, dans l'obscurité et à la température de la chambre. Je laissais la pie-mère, autant que possible, intacte. Ensuite, j'injectais 0,1 à 0,2 cc. de cette eau dans le cerveau des cobayes. Cette eau, après avoir resté en contact avec le cerveau, prenait une coloration légèrement jaunâtre, tout en demeurant parfaitement claire. Les résultats de ces expériences sont consignés dans la table XXXV.

Voir Table XXXV, page 375.

De ces expériences il ressort que déjà après 23 heures de séjour du cerveau infecté dans l'eau, le virus rabique y passe, même à travers la pie-mère, en une telle quantité que $\frac{1}{10}$ cc. de cette eau suffit pour faire périr un cobaye au milieu des symptômes classiques déjà après $6\frac{1}{2}$ ou 7 jours $\frac{1}{2}$ (expér. 5, 6).

Je pense que personne ne va dire, en considérant cette expérience, que même ici se produise la multiplication du virus rabique dans l'eau distillée, que nous y ayons une culture de ce virus et non pas un effet de l'osmose. Ce virus donc que personne n'a jamais réussi à cultiver, se multiplierait-il avec une telle facilité dans de l'eau distillée à la température ordinaire?!

Peut-on dire cependant, en s'appuyant sur des expériences citées, que le virus rabique soit un microorganisme anaérobie? Il me semble qu'une conclusion pareille soit prématurée, quoique plusieurs faits parlent en sa faveur, et quoique le berceau de ce virus dans l'organisme animal, si hermétiquement clos et mis à l'abri des agents extérieurs, paraisse en témoigner. Nous savons pourtant que le virus tétanique, dont la toxine possède une affinité si marquée pour le système nerveux, est un anaérobie strict. Ce ne sont cependant que des suppositions probables. Personne n'en a donné la preuve jusqu'à présent.

Il faut enfin signaler que les expériences, consignées dans la table XXXV ont été exécutées à l'air. Il est vrai que le cerveau

Table XXXV.

Passage du virus rabique du cerveau infecté dans l'eau.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids du cobaye (en grammes)	Espèce de milieu aqueux inoculé	Quantité en cc.	Combien d'heures le cerveau infecté était laissé dedans	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids du cobaye au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation
1	5/III	375	Solution de sel marin à 7 p. 1000	0,4	48	10/III	5	10. 365 11. 320	nuit du 11—12	6 $\frac{1}{2}$
2	"	400	"	0,2	48	"	5	10. 410 11. 385 12. 330	nuit du 12—13	7 $\frac{1}{2}$
3	14/III	370	Eau distillée	0,1	47	19/III	5	18. 400 19. 385 20. 360 21. 330	21/III	7
4	"	380	"	0,1	47	"	5	18. 380 19. 360 20. 350 21. 320	"	7
5	15/III	370	"	0,1	23	20/III	5	19. 410 20. 385	nuit du 21—22	6 $\frac{1}{2}$
6	"	380	"	0,1	23	21/III	6	19. 420 20. 430 21. 400 22. 360	nuit du 22—23	7 $\frac{1}{2}$

était plongé entièrement dans de l'eau distillée, mais même celle-ci, si l'on la laisse en repos pendant quelque temps, contient toujours une certaine quantité d'air. Malgré cela, le virus rabique a passé dans l'eau.

Je soupçonne également que dans quelques expériences de la table XXXIV, qui ont été exécutées dans l'atmosphère d'hydrogène, un peu d'air ait pénétré dans l'intérieur des tubes: et malgré cela le virus rabique a passé dans le cerveau sain.

On en peut conclure donc que l'absence absolue d'oxygène n'est pas une condition indispensable du passage post mortem du virus rabique des cellules nerveuses aux substratums environnants. Seulement une diminution notable de la quantité d'oxygène est nécessaire.

XVII.

Expériences sur le virus de rues, inoculé sous la dure-mère en quantités variables¹⁾.

Jusqu'à présent, la véritable différence entre la rage de laboratoire et celle de rues nous est inconnue. Sur quoi repose-t-elle l'exaltation de la virulence du virus de laboratoire dans l'inoculation sous-dure-mérienne? Pourquoi ce virus tue les animaux 7 à 9 jours après l'inoculation, tandis que le virus de rues ne les tue d'habitude qu'après 15 à 18 jours? Est-ce que cela est l'effet d'une véritable exaltation de la virulence d'une toxine, secrétée (probablement) par ce virus, ou bien l'effet d'une aptitude, acquise par le virus fixe, de se multiplier rapidement? Jusqu'à présent nous n'avons pas de réponse à ces questions.

Les mêmes doutes se sont présentés à Högyes déjà en 1897. Voici ce qu'il a écrit²⁾: „Es entsteht aber die Frage, ob die Steigerung der Virulenz, die bei successiven Weiterimpfungen des Strassenwutvirus beobachtet wird, nicht auf eine quantitative Vermehrung der Wutmikroben und des von diesen erzeugten Giftes zurückgeführt werden könnte, oder mit anderen Worten, ob beim

¹⁾ Ce chapitre, consacré à la rage de rues, ne devrait pas, à proprement parler, se trouver dans ce travail. Cependant, ne voulant pas faire une publication nouvelle, je l'ai placé ici après les autres, qui s'occupent exclusivement de la rage de laboratoire.

²⁾ „Lyssa“ von prof. Högyes, Wien, 1897, p. 71.

Erlangen der Fixität die Erhöhung der Virulenz nur eine scheinbare sei Dies würde experimentell dann bewiesen sein, wenn mit der subduralen Einimpfung einer grösseren Menge des Strassenwutvirus gelingen würde, die Wut mit einer 5—6-tägigen Incubation bei Kaninchen zu erzeugen. Daraus könnte nun der Schluss gezogen werden, dass auch das Strassenvirus enthaltende Hirn mit derselben gifterzeugenden Fähigkeit versehene Mikroben enthält, wie das Passage-Virus enthaltende, folglich dass bei der Erhöhung und Abschwächung der Virulenz bloss quantitative Verhältnisse massgebend sind⁴.

C'est bien étonnant qu'on n'ait pas encore exécuté une expérience aussi simple. En effet, si la véritable différence entre le virus de laboratoire et celui de rues n'est que quantitative et consiste seulement en ce qu'un morceau de cerveau ou de moelle contient une quantité beaucoup moindre de virus de la rage de rues qu'un tout pareil morceau des mêmes organes ne contienne de virus fixe, alors, en inoculant des quantités très considérables d'un cerveau atteint de la rage de rues, nous devons faire réduire la durée de la période d'incubation jusqu'à 5 à 6 jours. Moins nous inoculons de ce cerveau, plus longue doit être la période d'incubation.

Pour pouvoir répondre à cette question j'exécutais une série d'expériences, dont avait parlé Högyes.

Les tables, dressées d'après les modèles précédents, en présentent les résultats. On a inoculé toujours le cerveau (la substance grise autant que possible) des animaux (une fois même d'une femme) qui avaient péri de la rage de rues. Chaque fois on a noté la provenance du cerveau. Les inoculations étaient faites sous la dure-mère ou dans le cerveau. Les matériaux étaient quelquefois filtrés, d'autres fois non.

Première expérience.

Le 19 août 1903 on a reçu la tête d'un chien, qui avait succombé au milieu des symptômes suspects. Avec le cerveau de ce chien on a inoculé un lapin dans les muscles d'une patte de derrière. Ce lapin périt le 12 septembre 1903, c'est-à-dire 24 jours après, au milieu des symptômes classiques de la rage. Aussitôt après sa mort, on a employé son cerveau et sa moelle pour l'expérience suivante:

Voir Table XXXVI, page 378.

Table XXXVI.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1903	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	12/IX	2180	Cerveau (voir ci-dessus) dilué 1000 fois, non filtré	0,1	3/X	21	19. 2000 21. 1970 23. 2020 27. 2090	4/X	22	Inoculé sous la mère
2	"	2240	Dito dilué 100 fois	1,0	18/IX	6	19. 2050 20. 1940 21. 1890	21/IX	9	Dito Autopsie n'a pas été faite
3	"	2260	Bulbe dilué 100 fois non filtré	5,0	24/IX	12	19. 2130 21. 2270 22. 2160 24. 2110 25. 1900 26. 1820	28/IX	16	Inoculation intracérébrale: le cerveau fut transpercé de part en part avec l'aiguille

Deuxième expérience.

Dans les premiers jours d'octobre 1904 on apporta à l'Institut un chien enragé, qui, après une maladie de deux jours, périt au milieu des symptômes classiques. Son cerveau a été employé pour l'expérience consignée dans la table XXXVII. On ne sait pas cependant, si cette expérience a été exécutée aussitôt après la mort du chien, ou si son cerveau a été conservé pendant quelques jours. Les inoculations ont été faites sous la dure-mère.

Voir Table XXXVII, page 380 - 381.

Troisième expérience.

Vers le 15 septembre 1904 un chien enragé a mordu une jeune fille, Anne Stolecka. On ne l'a amené à l'Institut que le 14 décembre 1904, déjà en proie à la rage. Elle mourut le 15 décembre. Son cerveau a été extrait le 16 décembre et conservé au frais, dans l'obscurité, sans addition de glycérine. Ce n'était que le 18 décembre que j'ai pu inoculer ce cerveau sous la dure-mère à des 4 lapins.

Voir Table XXXVIII, page 382.

Quatrième expérience.

Le 19 décembre 1904 on a infecté un lapin avec le cerveau humain, employé pour la troisième expérience. Cette infection a été exécutée de la manière suivante: sur la peau du ventre, tondu ras, on fit plusieurs scarifications et dans ces incisions superficielles on fit pénétrer l'émulsion dense du cerveau humain, en frottant avec une baguette de verre; l'émulsion en excès fut laissée sur la peau scarifiée encore pendant une dizaine de minutes, après quoi seulement on a relâché le lapin. Celui-ci périt de la rage le 25 janvier 1905, c'est-à-dire après 37 jours. Quelques heures après sa mort, on fit des inoculations intracérébrales avec son cerveau aux lapins suivants:

Voir Table XXXIX, page 383.

Cinquième expérience.

Avec le cerveau d'un chat, qui avait péri de la rage, on a inoculé sous la dure-mère un lapin qui périt 15 jours après, au milieu des symptômes classiques. Son cerveau a été employé pour cette expérience. On y a donc fait usage non de la rage de rues

Table XXXVII.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1904	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	6/X	2120	Cerveau (v. ci-dessus) dilué 1000 fois, filtré, 0,1 cc.	0,1	?	?	13. 1390 15. 1870 17. 1755 18. 1730 19. 1695 21. 1670	22/X	16	Outre l'abaissement du poids, on n'a pas remarqué d'autres symptômes cliniques de la rage. Autopsie a démontré: dans le poumon gauche — lésions inflammatoires, dans l'épiploon quelques cysticerques. Rien de plus.
2	"	2220	Ditto dilué 0,5 cc.	0,5	18/X	12	13. 2260 15. 2050 17. 1850 18. 1780 19. 1650	nuit du 20—21	14 1/2	Autopsie avec résultat négatif
3	"	2270	Ditto dilué 100 fois, non filtré, 0,1 cc.	1,0	20/X	14	13. 2210 15. 2120 17. 1960 18. 1895 19. 1820	22/X	16	Ditto

4	6/X	2580	Ditto 0,5 cc.	5,0	?	?	13. 2870 22. 2250(!) 15. 2800 23. 2220 17. 2770 18. 2690 19. 2635 21. 620	nuit du 23—24	17 ¹ / ₂	Ditto On n'a pas remarqué de symptômes cliniques de la rage, excepté l'abais- sissement (subit!) du poids
5	"	2620	Ditto dilué 10 fois, non filtré, 0,1 cc.	10,0	21/X(?)	15(?)	13. 2690 20. 2285 15. 2600 21. 219 17. 2530 18. 2450 19. 2360	22/X	16	Autopsie avec résultat négatif
6	"	2750	Ditto 0,5 cc.	50,0	17/X	11	13. 2630 19. 2290 15. 2480 17. 2400 18. 2310	nuit du 18—19	12 ¹ / ₂	Autopsie a démontré une femelle pleine (9 foetus)
7	"	2950	Ditto dilué 1 fois, non filtré, 0,2 cc.	100,0	16/X	10	13. 2900 15. 2750 17. 2595 18. 2520	nuit du 17—18	11 ¹ / ₂	On n'a pas remarqué de symptômes cliniques de la rage, excepté l'abais- sissement du poids. Autopsie a démontré une femelle pleine (6 foetus)
8	"	3050	Ditto 0,8 cc.	400,0	—	—	—	—	—	Succomba quelques mi- nutes après l'inoculation

Table XXXVIII.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1904	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie 1905	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort 1905	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	18/XII	2180	Cerveau (voir ci-dessus), dilué 2000 fois, filtré, 0,1 cc.	0,05	1/IV	103	25. 2300 30. 2360 31. 2250 1/1 2370 2. 2170 3. 2280 9. 2340 21. 2470 28. 2630	nuit du 13-14 avril	116 1/2	Dans les premiers jours de février le lap. mange peu. De 11-14/II démarque chancelante et parésie du train postér. Ensuite, le bon état repa-rait encore. De 1/IV flexion prononcée de la tête à droite, jusqu'à la mort. Le 11/IV — très chan-celant. Autop. avec rés. négatif. Glycosurie
2	"	2180	Dtto dilué 200 fois	0,5	2/I	15	25. 2180 28. 2190 30. 2100 31. 2050	4/1	17	Autopsie avec résultat négatif
3	"	2180	Dtto dilué 20 fois, non filtré, 0,1 cc.	5,0	27/I	40	25. 2180 30. 2170 1/1 2280 2. 2060(1) 3. 2230	nuit du 28-29	41 1/2	Dtto
4	"	2180	Dtto dilué 2 fois, non filtré	50,0	2/I	15	25. 2280 28. 2250 30. 2200 31. 2110 1/1 2150 2. 2030	nuit du 6-7	19 1/2	

Table XXXIX.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion (non filtrée)	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	25/I	2150	Substance grise du cerveau (v. ci-dessus) diluée 2000 fois, 0,2 cc.	0,1	13/II	19	4/II 2140 6. 2150 8. 2060 10. 2110 11. 2060	15-16 février	21 1/2	
2	"	2520	Ditto diluée 200 fois, 0,2 cc.	1,0	10/II	16	4/II 2430 5. 2380 7. 2340 8. 2280 9. 2240	11-12	17 1/2	
3	"	2790	Ditto diluée 20 fois, 0,2 cc.	10,0	8/II	14	4/II 2710 5. 2660 6. 2690 8. 2700 9. 2560	10-11	16 1/2	Autopsie a démontré des nombreux échinocoques dans la cavité abdominale et une cirrhose du foie (consécutive?); rien de plus.
4	"	2930	Ditto diluée 2 fois, 0,2 cc.	100,0	5/II	11	4/II 2910 5. 2790 6. 2690	6/II	12	Autopsie a démontré des très nombreux échinocoques dans l'épiploon et dans la cavité abdominale et une cirrhose (consécutive) du foie très avancée; rien de plus.

pure, mais de celle qui une fois déjà avait été inoculée sous la dure-mère. On fit des inoculations intracérébrales.

Voir Table XL, page 385.

Nous voyons dans l'expérience I (T. XXXVI) que le lapin inoculé avec 0,1 mg. de substance cérébrale, a succombé après 22 jours et que le lapin un peu plus grand, auquel on avait inoculé une dose 10 fois plus forte, a péri déjà après 9 jours; la période d'incubation chez celui-ci ne durait que 6 jours, c'est-à-dire comme s'il avait été inoculé avec le virus fixe. Quant au lapin, auquel on avait inoculé 5 mg. de bulbe de la même provenance, il ne périt qu'après 16 jours.

Dans l'expérience II (T. XXXVII) les lapins auxquels on avait inoculé respectivement 0,1, 1,0 et 10,0 mg. de cerveau (Numéros 1, 3, 5) périrent tous en même temps après 16 jours. Cela veut dire qu'une quantité de virus 100 fois plus grande y était sans influence sur la période d'incubation. Le poids respectif des lapins différait peu l'un de l'autre. Le lapin Nro 4, inoculé avec une dose 50 fois plus forte que le lapin Nro 1, périt même 1 jour $\frac{1}{2}$ plus tard que ce dernier! Ce n'était qu'après l'emploi des doses extrêmement fortes de virus, car de 50 et même de 100 mg., qu'apparut une réduction de la période d'incubation et la mort arriva après $12\frac{1}{2}$, respectivement 11 jours $\frac{1}{2}$ (les lapins Nros 6 et 7). Il faut cependant remarquer que ces deux lapins étaient des femelles pleines, ce qui peut-être n'était pas sans influence sur le développement de la rage. Ainsi donc, il faut avouer qu'en général l'expérience II nous a donné un résultat négatif.

L'expérience III (T. XXXVIII) donna aussi un résultat négatif. Le lapin Nro 2, inoculé avec 0,5 mg. de cerveau, périt après 17 jours, tandis que le lapin Nro 4 — du même poids — inoculé avec une dose 100 fois plus forte, périt même 2 jours $\frac{1}{2}$ plus tard que le Nro 2. Le lapin Nro 3, inoculé avec 5 mg. du même cerveau, périt 3 semaines plus tard que les lapins Nros 2 et 4 qui avaient reçu respectivement 10 fois moins et 10 fois plus de virus que lui. Le lapin Nro 1 reçut une très faible dose (0,05 mg.) et ne périt qu'après 4 mois. Les matériaux employés pour cette expérience n'étaient pas frais.

En revanche, l'expérience IV (T. XXXIX) réussit avec une exactitude presque mathématique:

Table XL.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion (non filtrée)	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en gramme)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	11/II	2270	Cerveau du lapin (v. ci-dessus) dilué 2500 fois, 0,1 cc.	0,04	3/IV	51	21. 2270 11/III 2420 25. 2310 1/IV 2520 27. 2270 3. 2380 28. 2315 4. 2260 2/III 2300 5. 2180 4. 2360	nuit du 5-6 avril	53 1/2	Après l'inocul., jusqu'au 10/III, persistait une sup-puration sous-cutanée sur le crâne; on l'a opérée 2 fois. Autopsie avec résultat négatif. Glycosurie
2	"	2450	Dtto dilué 250 fois, 0,1 cc.	0,4	25/II	14	21. 2130 24. 2140 25. 2090 26. 1990 27. 1980	nuit du 27-28 février	16 1/2	Suppuration sous-cutan. sur le crâne, comme chez le Nr. 1, persistait jusqu'à la mort. Autopsie a démontré quelques foyers inflammatoires dans les poumons; dans l'épiploon nombreux échinocoques. Glycosurie très prononcée
3	"	2480	Dtto dilué 25 fois, 0,1 cc.	4,0	24/II	13	21. 2330 24. 2250 25. 2120 26. 2070	nuit du 25-26 février	14 1/2	Autopsie: certains lobes pulm. fortem. congestionnés. Albuminurie. On n'a pu constater la glycos. (?)
4	"	2490	Dtto dilué 2 fois 1/2, 0,1 cc.	40,0	23/II	12	21. 2500 24. 2210 23. 2430 25. 2190	25/II	14	Autopsie avec résultat négatif. Glycosurie
5	"	2520	420mg de cerv. ci-dessus, on l'a trituré dans 0,8 cc. d'eau et on a inoc. 1 cc. c'est-à-d. presque la totalité	envi-ron 300,0	26/II	15	21. 2490 27. 2250 23. 2420 28. 2230 24. 2300 25. 2330 26. 2300	nuit du 28/II au 1/III	17 1/2	Certaine quant. d'émuls. s'écoula par le trou de trépanation. Autop. avec rés. nég. Urines sangui- nolentes, glycos. bien nette

0,1 mg. de cerveau	amena la mort après 21 jours	$\frac{1}{2}$
la quantité 10 fois plus grande	" " "	" " "	17 "
" " 100	" " "	" " "	16 "
" " 1000	" " "	" " "	12 "

Je veux appeler l'attention sur l'inégalité du poids des lapins inoculés. Il est possible que, si l'on avait pu choisir tous les lapins du même poids, l'expérience eut réussi d'une façon encore plus nette.

Dans l'expérience V (T. XL) nous avons obtenu un résultat semblable à celui de la précédente chez les lapins Nros 1 à 4. Par contre le lapin Nr. 5, bien qu'il eût été inoculé avec une quantité environ 750 fois plus considérable que le Nro 2, périt 1 jour plus tard que celui-ci. Pour vrai dire, chez le lapin Nro 2 se développa une suppuration à l'endroit de l'inoculation, ce qui probablement hâta sa mort. Chez le lapin Nro 1, inoculé avec 0,04 mg. de substance cérébrale, nous voyons la période d'incubation se prolonger considérablement et la mort arriver seulement après 53 jours $\frac{1}{2}$

Quelles sont les conclusions générales que nous pouvons tirer des expériences ci-dessus?

Il est impossible à nier que la quantité de virus n'ait une influence manifeste sur la période d'incubation de la rage de rues. Plus on a inoculé de substance cérébrale plus rapidement se développe la maladie et la mort arrive. On peut le constater même dans l'expérience II (T. XXXVII, les lapins Nros 1 à 5 comparativement aux Nros 6 et 7) et dans l'expérience III (T. XXXVIII, le lapin Nro 1 comparé aux lapins Nros 2, 3 et 4). Dans les autres tables cette influence est encore plus manifeste. Il est possible que les expériences, résumées dans les tables XXXVII et XXXVIII, se soient passées d'une manière si incertaine, parce qu'on a fait usage des matériaux qui n'étaient pas frais. A plusieurs reprises au cours de mes travaux j'ai eu l'occasion de constater que l'on ne doit faire usage pour des expériences sur la rage que des matériaux tout-à-fait frais. Dans le cas contraire, on obtient des résultats sans valeur.

La deuxième conclusion générale consiste en ce que très petites quantités de cerveau (au-dessous de 0,05 mg.) prolongent la période d'incubation d'une façon considérable. (T. XXXVIII, 1 et T. XL, 1).

La troisième conclusion consiste en ce que l'influence dont nous avons parlé dans la première conclusion, influence de la quantité de virus inoculé sur le développement de la maladie, ne devient manifeste qu'avec des différences très considérables entre les quantités de virus inoculé. Ainsi par ex., les différences de 2 ou de 5 fois sont, paraît-il, sans importance (T. XXXVII, 1 et 2; 2 et 3; 3 et 4; 4 et 5; 6 et 7). De plus, souvent même les différences de 10 et de 100 fois même n'exercent pas une influence évidente sur la durée de la période d'incubation de la maladie (comparez: T. XXXVII, 1, 3, 5; ou 2 et 4; T. XXXVIII, 2 et 3; ou 2 et 4; T. XL, 3 et 4; ou 2, 3, 4 et 5). Dans la table XL une quantité de virus 750 fois même plus considérable (une seule fois!) employée pour infecter le lapin Nro 5, n'a pas eu d'influence sur la durée de la période d'incubation, comparativement au lapin Nro 2. Il est possible aussi que le lapin Nro 5 ait été de son naturel, exceptionnellement réfractaire à la rage, comme cela arrive parfois.

Si cependant, dans tous les cinq tableaux des résultats des inoculations, nous comparons le premier lapin avec le dernier, où les différences entre les quantités de virus inoculé sont de 1000 fois, une fois même d'environ 7500 fois (T. XL) et seulement une fois — de 10 fois (T. XXXVI, 1 et 2), nous allons alors admettre la troisième conclusion.

Comme nous voyons, la réduction de la durée de la période d'incubation de la rage de rues à 5 ou 6 jours ne nous a pas réussi. (Je considère comme fortuit le résultat de la première expérience). Je ne réussis qu'à réduire cette période à 10 ou 11 jours. En tout cas, cela prouve, que cette période va se laisser réduire, en employant des doses considérables, et que peut-être elle se laisserait réduire même à 5 ou 6 jours, si l'on pouvait inoculer aux lapins un ou plusieurs grammes de substance cérébrale. Il y a donc des différences quantitatives entre le virus fixe et le virus de rues. Il est sûr cependant que les différences entre ces deux virus ne se réduisent pas exclusivement à cela. Je pourrai, peut-être, dans quelques mois en donner des preuves.

Institut d'Hygiène de l'Université de Cracovie.

Table des matières.

	page
XV. Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe	359
XVI. Expériences sur la diffusion du virus rabique en dehors de l'organisme	368
XVII. Expériences sur le virus de rues, inoculé sous la dure-mère en quantités variables	376

29. **Sprawozdanie Komisji fizyograficznej, tom 38.** (*Bericht der physiographischen Kommission, Bd. 38*). (*Compte rendu de la Commission physiographique, vol. 38*). XLVI, [211], 66 u. 141 S., mit 1 Tafel.

I. Berichte: 1) Bericht über die Tätigkeit der physiographischen Kommission im J. 1902/3 (S. V—XX). 2) Bericht über die Tätigkeit der physiographischen Kommission im J. 1903/4 (S. XXI—XL). 3) Verzeichnis der Mitglieder der physiographischen Kommission (S. XL—XLV). 4) Kassa-Bericht für 1903 (S. XLV—XLVI).

II. Materialien zur Physiographie Galiziens, gesammelt von der meteorologischen Sektion im J. 1902. (S. [3—211]):

Wypadki spozrzezeń meteorologicznych dokonanych w Galicyi w r. 1902. (*Meteorologische Beobachtungen in Galizien im J. 1902*). (S. [3—191]).

Verzeichnis der im J. 1902 tätig gewesenen 28 Stationen, nebst Angabe ihrer geogr. Lage, Seehöhe und der Namen der Beobachter: S. [3—4]. Korrigierte Jahresmittel der Lufttemperatur (26 Stationen) und des Luftdruckes (10 Stat.), Jahressummen des Niederschlages (26 Stat.) für die Stationen, welche ohne Unterbrechung tätig gewesen: S. [6]. Gewöhnliche arithmetische Tages- und Monatsmittel nebst den beobachteten Extremen der Lufttemperatur für 28 Stationen: S. [8—55]. Gewöhnliche arithmetische Tages und Monatsmittel nebst den beobachteten Extremen des Luftdruckes für 10 Stationen: S. [56—71]. Tagesmittel der Windrichtungen und Zahl der beobachteten Windrichtungen und Windstillen für 26 Stationen: S. [72—107]. Tages- und Monatsmittel der Bewölkung für 23 Stationen: S. [108—143]. Tages- und Monatssummen des Niederschlages für 28 Stationen: S. [144—191].

J. ZAJĄCZKOWSKI. Grady i pioruny w r. 1902. (*Hagelfälle und Blitzschläge in Galizien im J. 1902*). S. [192—197].

W. SATKE. Badania ciepłoty w ziemi w Tarnopolu. (*Untersuchungen über die Temperatur des Bodens in Tarnopol*). S. [198—211].

Wypadki spostrzeżeń meteorologicznych w Galicyi w 1903 r. (*Resultate meteorologischer Beobachtungen in Galizien im J. 1903*). S. 1—44.

Monat- und Jahresmittel, Maxima und Minima des Luftdruckes und der Lufttemperatur, Monat- und Jahressummen sowie Maxima des Niederschlages, Anzahl der Tage mit Niederschlägen, Monat- und Jahressummen der Windrichtungen für 12 Stationen: S. 2—26. Die betreffenden Werte für die Lufttemperatur und die Niederschläge für 14 Stat.: S. 27—38. Windrichtungen für 10 Stat.: S. 39—43. Dampfspannung und relative Luftfeuchtigkeit für 4 Stat.: S. 44.

M. P. RUDZKI. Pomiary deklinacji i inklinacji magnetycznej dokonane w Krakowie 1903 r. (*Messungen der magnetischen Deklination und Inklination in Krakau während des Jahres 1903*). S. 45—47.

A. WAŚNIEWSKI. Deklinacja magnetyczna w Tarnowie w r. 1903. (*Magnetische Deklination in Tarnów im J. 1903*). S. 48—50.

A. WITKOWSKI. Spostrzeżenia pyrliometryczne w Zakopanem w lecie 1903. (*Pyrliometrische Beobachtungen in Zakopane im Sommer 1903*). S. 51—57.

J. HAWRYSIEWICZ. Spostrzeżenia pojawów w świecie roślinnym i zwierzęcym wykonane w roku 1903 w Ożydowie. (*Phänologische Beobachtungen in Ożydów während des Jahres 1903*). S. 58—66.

III. *Materialien zur Physiographie Galiziens, gesammelt von der zoologischen Sektion*. S. 58—141.

F. SCHILLE. Fauna lepidopterologiczna doliny Popradu i jego dopływów, część VII. (*Lepidopterenfauna des Popradtales und seiner Zuflüsse, VII. Teil*) S. 3—6. Taf. I. Fig. 1. u. 2.

Als neu für die im Titel genannte Gegend werden folgende Lepidopterenarten angeführt:

Chrysophanus Hippothöe L., *Pterogon Proserpina* Pall., *Dianthoecia nana* Rott., *Erastria fasciana* L., *Tephroclystia innotata* Hufn. v. *tamarisciata* Frr., *Thamnonoma brunneata* Thnbg., *Zygaena purpuralis* Brünnich und v. *interrupta* Stgr., *Anerastria lotella* Hb., *Peri-*

nephele lancealis Schiff., *Cacoecia aeriferana* H. S., *Grapholitha albersana* Hb., *Pamene regiana* Z., *purpureana* Const., *Eidophasia mes-singiella* F. ab. *triangulella* Schille (etwas kleiner als die typische Form, Vorderflügel, anstatt der durchlaufenden, gelbweissen Querbinde, mit einem ebenso gefärbten Dreieck am Hinterrande; Taf. I. Fig. 2).

F SCHILLE. **Kilka gatunków motyli z okolic Krakowa.** (*Einige Schmetterlingsarten aus der Umgegend von Krakau*). S. 7.

Cacoecia rosana L., *Olethreutes variegana* Hb., *Pamene gallicolana* Z., *Ancylis unguicella* L., *Gelechia solutella* Z. und *Recurvaria leucateLLa* Cl. wurden von Dr. E. Niezabitowski teils in Krakau, teils in der nächsten Umgegend gesammelt.

F. SCHILLE. **Materyały do fauny owadów siatkoskrzydłych i szarańczaków doliny Popradu, część II.** (*Baustoffe zur Neuropteren- und Pseudoneuropterenfauna des Popradtales, 2 Theil*). S. 8—17, Taf. I, Fig. 3—7

In der Umgegend von Rytro wurden vom Verf. folgende Thysanopterenarten gesammelt:

Melanothrips fusca Sulz., *Aeolothrips vittata* Halid., *fasciata* L. und v. *adusta* Uzel, *Chirothrips manicata* Halid., *Limothrips denticornis* Halid., *Sericothrips staphylinus* Halid., *Physopus vulgatissima* Halid. und v. *adusta* Uzel, *tenicornis* Uzel und v. *adusta* Uzel, *robusta* Uzel, *atrata* Halid. und v. *adusta* Uzel, *pallipennis* Uzel und v. *adusta* Uzel, *phalerata* Halid., *Ulicis* Halid., *Primulae* Halid. und v. *adusta* Uzel, *ulmifoliorum* Halid. v. *obscura* Uzel und v. *bicolor* Uzel, *Pini* Uzel, *Oxythrips hastata* Uzel v. *bicolor* Uzel, *Ajugae* Uzel v. *bicolor* Uzel, *firma* Uzel, *Anaphothrips ferruginea* Uzel, *Euphorbiae* Uzel, *similis* Uzel, *virgo* Uzel, *Aptinothrips rufa* Gmel. und v. *connaticornis* Uzel, *Dendrothrips Tiliae* Uzel, *Prosopothrips Vejdovskiji* Uzel, *Thrips physopus* L. und v. *adusta* Uzel, *communis* Uzel mit den Var. *pulla* Uzel und *annulicornis* Uzel, *major* Uzel mit den Var. *adusta* Uzel und *gracilicornis* Uzel, *salicaria* Uzel, *valida* Uzel, *adusta* Uzel und v. *nigra* Uzel, *flava* Schr. und v. *obsoleta* Uzel, *Alni* Uzel, *linaria* Uzel, *minutissima* L., *nigropilosa* Uzel und v. *laevior* Uzel, *discolor* Halid., *Baliothrips dispar* Halid., *Stenothrips graminum* Uzel, *Anthothrips Statices* Halid., *distinguenda* Uzel, *aculeata* F., *Trichothrips copiosa* Uzel, *Acanthothrips nodicornis* Reut.

In den Warmhäusern des krakauer botanischen Gartens fand

Dr. E. Niezabitowski: *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche u. v. *abdominalis* Reuter, *H. femoralis* Reut., *Parthenothrips Dracaenae* Heeg.

Das Männchen von *Parthenothrips Dracaenae* unterscheidet sich von dem Weibchen in der Färbung nur wenig. An der Bauchseite des 4—7. Hinterleibsringes befinden sich quere, nach hinten zu stufenweise größere, scharf begrenzte, am Vorderrande stärker eingedrückte Vertiefungen von braungelber Farbe; bei zwei Exemplaren unter den drei erbeuteten war die Vertiefung des 7. Bauchringes herzförmig. Länge 0.75—0.92 mm. (Taf. I, Fig. 7).

Das Männchen von *Thrips linaria* ist kleiner und meist heller gefärbt als das Weibchen; die Fühler sind konstant heller, besonders ihr 2. und 3. Glied; Vorderschienen auch bei ziemlich dunkel gefärbten Exemplaren sehr hell, außen dunkler; Flügel viel heller als beim ♀, gleichmäßig gelbgrau, nur die vorderen an der Spitze dunkler. Hauptader der Vorderflügel in der apikalen Hälfte mit drei Wimpern, wovon die erste von den folgenden ziemlich weit entfernt ist. Bauchringe 3—7. mit hellen, querelliptischen Vertiefungen, welche an den Ringen 3—5. von gleicher Größe, am 6. und 7. aber kleiner sind. Länge 0.70—0.85 mm.

Von *Thrips physopus* und *Anthothrips Statices* werden abnorm gestaltete Fühler beschrieben und abgebildet (Taf. I, Fig. 3—5)

M. KOWALEWSKI. *Materyały do fauny helmintologicznej pasorzytnicznej polskiej, IV.* (*Materials for polish helminthological parasitic fauna, IV.*) Pag. 15—26.

This list contains 2 species of *Trematoda*, 9 — of *Cestoda* and 15 — of *Nematoda*, found by the author in various Vertebrates, especially in birds, in Dublany (Galicia), during the years 1902—1903. Amongst them 7 species are new. 4 of them are already described by the author. A detailed description of 3 other species will be given by him in the next part of his „*Studia helmintologiczne*“, and here we give only their brief characteristics:

Hymenolepis parvula sp. nov., from the duodenum of *Anas boschas* L. *domestica*. It is a little tapeworm, 1.5—2 mm. long. The greatest number of proglottides 38. Neck absent. Head large with a large and long rostellum, armed with 10 hooks, 0.038—0.039 mm. long. Embryonal hooks — 0.012 mm. long.

Hymenolepis arcuata sp. nov., from the intestinum of *Fuligula marila* L. Similar to *H. vilosa* Bloch 1782. Total length about 40

mm. Body very thin, almost transparent. Lateral appendages relatively short and rounded at their ends. The body always is arcuated, because the margins of the proglottides, on which lie the genital openings, are shorter than the opposite ones. Number of hooks on the rostellum 10, their length — 0.014 mm. Embryonal hooks — 0,0088 mm. long.

Tatria biremis nov. gen., nov. sp. of the subfam. *Acoleinae* Fuhrm., from duodenum of *Podiceps auritus* Lath. Similar to *Taenia acanthorhyncha* Wedl 1855. Total length 1,8 mm., greatest breadth 0.7 mm. The greatest number of proglottides 29. Neck absent. Rostellum long, armed on its tip with 10 hooks, 0.044—0.050 mm long, and in its anterior part with 20—30 rings of little spines. Embryonal hooks 0,008 mm. long.

The author also gives a supplement, containing the correct names of the genera and species of the parasitic worms mentioned in the former lists, and also the first index of the parasitic worms, sent by him to the Museum of the Academy of Sciences in Kraków.

A. BEREZOWSKI. **Przyczynek do poznania żubra z puszczy Białowiezkiej (*Bison europaeus* Ow.).** (*Beitrag zur Kenntnis des Wisents aus dem Walde von Białowieża*). S. 27—31, mit 2 Fig.

Verf. gibt die Maße von fünf ausgestopften, im kaiserlichen Schlosse zu Białowieża aufbewahrten Wisentköpfen an (Tab. I) und berechnet darnach die betreffenden Durchschnittswerte (Tab. II). Es werden Fußspuren eines 15-jährigen Stieres abgebildet (Fig. 1 und 2) und Schrittweite eines Stieres, einer 10-jährigen Wisentkuh und eines einjährigen Kalbes angegeben.

A. BEREZOWSKI. **Szczałki tura (*Bos primigenius* Boj.) w zbiorach Z. Glogera na Podlasiu.** (*Beste von Bos primigenius Boj. in den Sammlungen von Z. Glogier*). S. 32—33.

Die Notiz enthält Maße von drei Schädelfragmenten des *Bos primigenius*, welche an der Mündung des Nurec und in Czastków (Bez. Warschau) gefunden wurden.

F. SCHILLE. **Fauna lepidopterologiczna doliny Popradu i jego dopływów, część VIII.** (*Lepidopterenfauna des Popradtales und seiner Zuflüsse, VIII. Teil*). S. 34—35.

Folgende Lepidopterenarten werden als neu für die Gegend von Rytro aufgeführt: *Larentia salicata* Hb. v. *probaria* H. S., *Bu-*

palus pinarius L., *Epiblema semifuscana* Stph., *Grapholitha pallifrontana* Z., *Plutella annulatella* Curt., *Gelechia velocella* Dup., *Ela-chista magnificiella* Tgstr., *Lithocolletis spinicolella* Z.

F. SCHILLE. **Materyały do fauny owadów siatkoskrzydłych i szarańczaków doliny Popradu, część III.** (*Baustoffe zur Neuropteren- und Pseudoneuropterenfauna des Popradtales, III. Teil*). S. 36—39.

Verf. sammelte in der Gegend von Rytro folgende, für Galizien neue Arten und Varietäten von Psociden und Thysanopteren:

Troctes silvarum Kolbe, *Peripsocus phaeopterus* Steph., *Caecilius piceus* Kolbe v. *brevipennis* Enderl., *C. obsoletus* Steph., *Pterodela pedicularia* L., *Trichopsocus Dalii* Mc. L., *Reuterella helvimacula* Enderl., *Graphopsocus cruciatus* L., *Procus longicornis* F., *P. bipunctatus* L., *Amphigerontia variegata* Latr.

Aeolothrips versicolor Uzel, *Physopus vulgatissima* Halid. v. *fulvicornis* Uzel, *Ph. ulmifoliorum* Halid., *Rhaphidothrips longistylusa* Uzel, *Oxythrips parviceps* Uzel, *Pachythrips subaptera* Halid., *Dendrothrips saltatrix* Uzel, *Thrips dilatata* Uzel, *Cryptothrips lata* Uzel, *Zygothrips minuta* Uzel, *Cephalothrips monilicornis* Reut., *Trichothrips pedicularia* Halid., *T. semicoeca* Uzel, *Phloeothrips coriacea* Halid.

Im Walde von Niepołomice (östlich von Krakau) wurden gesammelt: *Chirothrips manicata* Halid., *Oxythrips parviceps* Uzel, *Cryptothrips dentipes* Reut, *Cephalothrips monilicornis* Reut.

F. SCHILLE. **Przyczynek do fauny motyli okolic Krakowa.** (*Beitrag zur Lepidopterenfauna der Umgegend von Krakau*). S. 40.

Plusia chrysitis L. ab. *Niezabitowskii* Schille: magnitudine formae typicae, fasciis alarum anticarum dilatatis et confusis, maculâ fuscâ dorsali nullâ, maculâ fuscâ costali subtriangulâri inaequilatêrâ, apice postico maculam orbicularem tantum amplectenti, latere exteriori marginem anticum interiorem maculae renalis, quae colore aureo maximam partem repletur, attingenti. — Krakau.

Sesia formicaefornis Esp., Krakau. *S. empiformis* Esp., Czatkowice.

ST. KLEMENSIEWICZ. **O nowych i mało znanych gatunkach motyli fauny galicyjskiej. Przyczynek czwarty.** (*Über neue und wenig bekannte Arten der galizischen Schmetterlingsfauna. 4-er Beitrag*). S. 41—64.

In diesem vierten Beitrage zu der im J. 1898 erschienenen, gleich betitelten Hauptarbeit bespricht der Autor seine, in den

letzten zwei Jahren gemachten Forschungen, betreffend die Verbreitung neuer und wenig bekannter Schmetterlingsarten in Galizien. Viele morphologische und biologische Beobachtungen, namentlich in der Nepticulagruppe, vervollständigen das systematisch geordnete Artenverzeichnis. In der Einleitung wird über die, in den letzten zwei Jahren erschienene einschlägige Literatur berichtet. Von den 148 in dieser Arbeit behandelten Formen, wurden folgende 32 vom Verfasser in Galizien neu aufgefunden: *Leptidia Sinapis* L. gen. vern. *Lathyri* Hb., *Tephroclystia Pygmaeata* Hb. ab. *Zibellinata* Chr., *Abraxas Marginata* L. ab. *Nigrofasciata* Schöyen, *Boarmia Repandata* L. ab. *Maculata* Stgr., *Sarothripus Revayana* Sc. ab. *Fusculana* Schmid., ab. *Degenerana* Hb., *Homoeosoma Binaevella* Hb., *Selagia Argyrella* F. ab. *Striatella* Stgr., *Cryptoblabes Bistriga* Hw., *Acalla Literana* L. ab. *Suavana* H. S., ab. *Tricolorana* Hw., *Steganoptycha Corticana* Hb. ab. *Steiniana* Sorh., *Bactra Lanceolana* Hb. gen. aest. *Nigrovittana* Stph., *Lita Tussilaginella* Hein., *Semidecandrella* Stt., *Teleia Myricariella* Frey., *Depressaria Cyniflonella* Z., *Heliozela Resplendella* Stt., *Coleophora Gryphipennella* Bouché, *Elachista Herrichiella* H. S., *Ornix Betulae* Stt., *Lithocolletis Betulae* Z., *Nepticula Ruficapitella* Hw., *Splendidissimella* H. S., *Ulmivora Fologue Prunetorum* Stt., *Microtheriella* Stt., *Betulicola* Stt., *Plagicolella* Stt., *Turicella* H. S., *Carpinella* Hein., *Subbimaculella* Hw.

Die einfarbige (schattenlose) Form der *Tortr. Forskaleana* L. wird vom Verfasser, nach Analogie der *Acalla Contaminana* Hb.-Formen, als Aberration aufgefaßt und für dieselbe der Name *Agraphana* vorgeschlagen. Ebenso wird der bei Lemberg öfter beobachteten durchschnittlich kleineren Form von *Phyllocn. Suffusella* Z. mit rein weißen Vorderflügeln und einem dunklen, punktförmigen Fleck bei $\frac{1}{3}$ des Innenrandes, der Wert einer Aberration beigelegt und für dieselbe der Name *Dorsipunctella* zum Vorschlag gebracht. Bemerkenswert ist auch eine *Ornix spec.*, deren Puppe auf dem nach unten umgeschlagenen Rande eines Silberpappelblattes gefunden wurde. Der Schmetterling steht am nächsten der *O. Anglicella* Stt., von welcher er sich jedoch durch etwas dunklere Grundfarbe der Vorderflügel und kürzere lichte Vorderrandstricheln zu unterscheiden scheint. Sollte die Raupe tatsächlich auf Silberpappel leben und nicht nur zufällig, nachdem sie vorher woanders gefressen, auf einem Blatte jener Baumart sich verpuppt haben, dann hätte man zweifellos mit einer neuen Art zu tun.

A. M. ŁOMNICKI. Fauna Lwowa i okolicy, I Chrząszcze, część III. (*Fauna Lembergs und der Umgebung, I. Coleoptera; 3. Teil*). S. 65—97.

Verf. führt 501 in und um Lemberg gesammelte, zu den Familien: *Curculionidae*, *Nemonychidae*, *Anthribidae*, *Mylabridae*, *Scolytidae* und *Cerambycidae* gehörende Coleopterenarten auf; neu für Galizien sind darunter:

Phyllobius glaucus Scop. v. *nudus* Westh., *Sitona sulcifrons* Thb. v. *campestris* Ol., *Trachyphloeus bifoveolatus* Beck., *Lixus elegantulus* Boh., *Coeliodes trifasciatus* Bach, *C. fuliginosus* Mrsh., *Ceutorrhynchidius piceolatus* Bris., *Ceutorrhynchus larvatus* Schulze, *C. brevicollis* Schulze, *C. constrictus* Marsh., *Anthonomus cinctus* Redt., *Tychius venustus* F., *Magdalis Heydeni* Desbr., *M. flavicornis* Gyll., *Apion stolidum* Germ., *A. viciae* Payk. v. *Griesbachi* Steph., *A. ononicola* Boh., *A. affine* Kirb., *Attelabus coryli* L. v. *collaris* Scop., *Mylabris lentis* Boh., *M. nana* Germ., *Cortodera femorata* F., *Leptura livida* F. v. *bicarinata* Arnold, *Criocephalus ferus* Kr.

A. M. ŁOMNICKI. Wykaz szarańczaków (Orthoptera) z okolic Lwowa. (*Verzeichnis der um Lemberg gesammelten Orthopteren*). S. 98—101.

In der genannten Gegend wurden gesammelt:

Labidura riparia Pall., *Labia minor* L., *Forficula auricularia* L., *Ectobia lapponica* L., *livida* F., *Aphlebia maculata* Schreb. v. *Schaefferi* L., *Blatta germanica* L., *Stylopyga orientalis* L., *Mecostethus grossus* L., *Stenobothrus stigmaticus* Ramb., *apricarius* L., *viridulus* L., *rufipes* Zett., *haemorrhoidalis* Charp., *bicolor* Charp., *biguttulus* L., *elegans* Charp., *dorsatus* Zett., *parallelus* Zett., *Gomphocerus rufus* L., *maculatus* Thb., *Sphingonotus coeruleans* L., *Oedipoda coerulescens* L., *Pachytylus migratorius* L., *danicus* L., *Psophus stridulus* L., *Tettix bipunctatus* L., *Kraussi* Sauley, *subulatus* L., *Leptophyes albovittata* Koll., *Meconema varium* F., *Locusta viridissima* L., *cantans* Fuessly, *Thaumotrizon cinereus* L., *Platypleis Roeseli* Hag., *bicolor* Phil., *Dec-ticus verrucivorus* L., *Oecanthus pellucens* Scop., *Gryllus campestris* L., *domesticus* L., *frontalis* Fieb., *Myrmecophila acervorum* Panz., *Gryllotalpa vulgaris* Latr.

A. M. ŁOMNICKI. Szarańczaki nowe dla fauny galicyjskiej. (*Für die Fauna Galiziens neue Orthopterenarten*). S. 102—103.

Als neu für Galizien werden angeführt: *Chelidura acanthopygia* Géné, *Tettix Türki* Krauss, *Isophya modesta* Fieb., *I. brevipennis* Brunner, *Oecanthus pellucens* Scop. (wahrscheinlich mit Weintrauben eingeschleppt). — Die Zahl der gegenwärtig aus Galizien bekannten Orthopterenarten beträgt 73.

J. DZIĘDZIELEWICZ. Sieciarki (Orthoptera genuina) i Prasiatnice (Archiptera) zebrane w ciągu lat 1902 i 1903. (*Verzeichnis der in den Jahren 1902 und 1903 gesammelten Neuropteren und Archipteren*). S. 104—125.

Die in diesem Verzeichnisse aufgezählten Arten wurden vom Verf. teils in der Umgebung von Lemberg, teils in den Ostkarpaten in der Gegend von Mikuliczyn (hier z. T. in einer Seehöhe von 1000 bis 2000 M.) gesammelt. Gelegentlich werden einige Angaben der vom Verf. im J. 1890 veröffentlichten Übersicht der Neuropterenfauna des ehemaligen Polens (Bericht der physiographischen Kommission, Bd. 26) teils ergänzt, teils berichtigt. Bei der Bestimmung zweifelhafter Arten waren dem Verf. Dr. P. Kempny und Prof. F. Klapalek behilflich. Von den aufgeführten Arten sind als neu für Galizien hervorzuheben: *Hemerobius inconspicuus* M'L., *H. pini* Steph., *H. atrifrons* M'L., *H. quadrifasciatus* Reuter, *Aleuropteryx lutea* Wallgr., *Coniopteryx aleurodifformis* Steph., *C. psociformis* Curt., *Peltostomis brunnea* Klap., *Apatania meridiana* M'L., *Beraca articularis* Pict., *Hydropsyche instabilis* Curt., *H. angustipennis* Curt., *Lype phaeopa* Steph., *Hydroptila femoralis* Eat., *Oxyethira angustella* M'L., *Caenis chironomiformis* Curt., *Cloëon russulum* Müll., *Habrophlebia fusca* Curt., *Centroptilum pennulatum* Eat., *Baëtis Rhodani* Pict., *B. vernus* Curt., *Heptagenia assimilis* Eat., *H. forcipula* Pict., *Amphigerontia fasciata* Fab., *Stenopsocus M'Lachlani* Kolbe, *Mesapsocus unipunctatus* Müll., *Elipsocus laticeps* Kolbe, *E. Westwoodi* M'L., *E. hyalinus* Steph., *Pterodela quercus* Kolbe, *Caecilius fuscopterus* Latr., *C. atricomis* M'L., *C. obsoletus* Steph., *Peripsocus phaeopterus* Steph., *P. subpupillatus* M'L., *P. alboguttatus* Dalm., *Clothilla distincta* Kolbe. — Neu für die Wissenschaft ist *Hemerobius chomiacensis* Dziędz., welcher in einem Exemplare bei Tartarów, am Südabhange des Berges Chomiak am 26. VII. 1902 gefunden wurde (Lateinische Diagnose: S. 110). Zwei andere neue Arten, ein

Drusus und ein *Synagapetus*, werden von Dr. P. Kempny beschrieben werden nach Exemplaren, welche vom Verf. in den Ostkarpaten gesammelt wurden.

E. NIEZABITOWSKI. **Materyały do zoocecidologii Galicyi.** (*Bau-
stoffe zur Zoocecidologie Galiziens*). S. 126—141.

Der Verf. gibt ein Verzeichnis von 110 Zoocecidienarten, welche er in Galizien beim Sammeln parasitischer Hymenopteren gelegentlich beobachtete. Von denselben sind 98 Arten für Galizien neu. Hervorzuheben wären etwa folgende Cecidien: Gallen von *Cynips caput medusae* Hart. und *Biorrhiza pallida* Oliv. auf *Quercus pedunculata* Ehrh. Cecidien auf *Pirus communis* L., gebildet aus Blütenknospen, welche vergrößert und trocken erscheinen; im Inneren einer jeden Knospe befindet sich eine weiße, fußlose, ca. 3 mm lange Larve, welche Mitte Juni den Rüsselkäfer *Anthonomus cinctus* Koll. liefert. An der Basis der einjährigen Triebe von *Pirus salicifolia* Pall. walzenförmige, 20 mm lange und 10 mm breite, durch Hypertrophie der Rinde gebildete Cecidien; in denselben befinden sich zahlreiche, kleine, kugelige Kammern, jede von der Larve einer *Cecidomyia* sp. bewohnt. Diese Cecidien wurden in großer Zahl an einem Baume im krakauer botanischen Garten gefunden. Die beiden letztgenannten Gallen fehlen in „Catalogue systématique des Zoocécidies de l'Europe et du Bassin Méditerranéen“ von J. Darboux und C. Houard, nach welchem das vorliegende Verzeichnis zusammengestellt wurde.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków. 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządkiem J. Filipowskiego.

31 Lipca 1905.



