

681

P38

681.4
P39
SciTech

WITHDRAWN FROM LIBRARY, US225

31208

INSTRUMENTS D'OPTIQUE

Et de Précision

PH. PELLIN

Ingénieur des Arts et Manufactures

Successeur de JULES DUBOSCQ

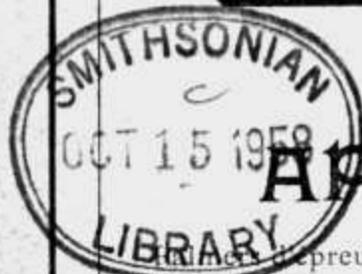
Maison fondée par SOLEIL Père, 1819

MAGASIN

21, rue de l'Odéon, 21

ATELIERS

30, rue Monsieur-le-Prince, 30

PARISVII^E FASCICULE

APPAREILS de MESURE

de PREUVE. — Sphéromètres Modèle ordinaire. — GOVI. — A double levier. — Machines à diviser. — Micromètres à chariot de M. CORNU. — Lunette-viseur. — Oculaire micrométrique. — Lunette-viseur de M. DAMIEN. — Lunette-viseur avec mire à réticule de MM. LE CHATELIER et COUPEAU. — Lames étalons de MM. PÉROT et FABRY.

Mesure des angles et indices de réfraction

Goniomètres HAÜY. — WOLLASTON. — WOLLASTON-MALLARD. — Grand et petit modèle. — Collimateur MALLARD. — Goniomètres de M. CORNU. — M. WALLERANT. — Goniomètres BABINET. — M. LE ROUX. — M. THOMAS. — Auto-collimateur de M. CH. FÉRY. — Grand cercle de JAMIN et SÉNARMONT. — Oculaire auto-collimateur de MARTIN. — Oculaire nadiral de M. CORNU. — Appareil

de DULONG et PETIT. — Réfractomètre de M. J. CHAPPUIS.

Réfractomètres industriels

M. CH. FÉRY. — M. DUPRÉ. — M. PILTSCHIKOFF.

Réfractomètres interférentiels

JAMIN. — M. MASCART.

Mesure de la dilatation par la méthode Fizeau

Dilatamètre de M. LE CHATELIER.

Focomètres

SILBERMANN. — MM. DAMIEN et PELLIN. — M. WEISS. — M. CALMETTE. — M. CORNU. — M. D^r GUILLOZ. — M. CH. FÉRY. — Dynamètre RAMSDEN

Diasporamètres

ROCHON. — BOSCOWITZ. — GOVI.

APPAREILS DIVERS

Lunette goniométrique de M. SORET. — Téléstéréomètre du D^r G. LE BON. — Ellipsomètre de M. JANNETAZ. — Lunettes de M. CORNU. — Supports de M. G. MESLIN. — Supports spéciaux pour polariseurs et analyseurs. — Chronographe enregistreur photographique. — Enregistreurs de M. MASCART, pour l'électricité atmosphérique et le magnétisme terrestre.

Envoi franco du Catalogue sur demande

51753

RÉCOMPENSES OBTENUES PAR LA MAISON

SOLEIL PÈRE

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

DIPLOMES D'HONNEUR ET MÉDAILLES D'OR

PARIS, 1834 — 1839 — 1844 — 1849

JULES DUBOSCQ

LONDRES, 1851. — NEW-YORK, 1853. — BORDEAUX, 1854

PARIS, 1855 — 1857

DIJON, 1858. — LONDRES, 1862

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR. — OFFICIER D'ACADÉMIE

ROUEN, 1863. — PORTO, 1865

CHEVALIER DE L'ORDRE DU CHRIST DE PORTUGAL

PARIS, 1867, HORS CONCOURS. — LONDRES, 1871. — VIENNE, 1873. — PHILADELPHIE, 1876

MÉDAILLE D'HONNEUR

LILLE, 1877. — PARIS, 1881 — AMSTERDAM, 1883

GRAND DIPLOME D'HONNEUR

JULES DUBOSCQ & PH. PELLIN

DIPLOME D'HONNEUR — ANVERS, 1885

JULES DUBOSCQ

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

1886. — CHEVALIER DE L'ORDRE MILITAIRE DU CHRIST DE PORTUGAL.

1887. — LE HAVRE — GRAND DIPLOME D'HONNEUR.

1888. — BARCELONE — MÉDAILLE D'OR — CHEVALIER DE L'ORDRE
D'ISABELLE-LA-CATHOLIQUE.

1889. — PARIS — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION — 4 MÉDAILLES D'OR.
OFFICIER D'ACADÉMIE.

1890. — SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, MÉDAILLE D'OR.

1891. — MOSCOU — HORS CONCOURS.

1892. — PARIS — EXPOSITION INTERNATIONALE DE PHOTOGRAPHIE, DIPLOME D'HONNEUR.

1893. — CHICAGO — HORS CONCOURS — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION.

1894. — CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR.

1894. — ANVERS — DIPLOME D'HONNEUR.

1895. — AMSTERDAM — DIPLOME D'HONNEUR.

1896. — PARIS — EXPOSITION DU THÉÂTRE ET DE LA MUSIQUE, DIPLOME D'HONNEUR.

1897. — BRUXELLES — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION — MEMBRE DU JURY — HORS CONCOURS

1898. — OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

Membre du Comité d'Installation — Paris 1900 — Classe 15 — Instruments de précision

Le Catalogue complet comprend 10 Fascicules.

I et II. — Sources lumineuses et Appareils de projection.

Lumière solaire — Héliostats — Porte-lumière — Lumières artificielles
Lumière oxyhydrique — Oxyéthérique — Lumière électrique
Lanternes diverses — Cônes de projection, modèle simple et perfectionné
Prisme redresseur — Microscopes solaires — Appareil vertical — Polyorama
Mégascope — Appareils de projection dans la lumière polarisée.

III. — Photométrie.

Unités diverses — Unité étalon — Photomètres — Spectrophotomètres
Mesure des intensités — Photopolarimètre

IV. — Interférences — Diffraction — Polarisation — Double réfraction.

Appareils pour les expériences d'interférences — Diffraction — Anneaux colorés
Réseaux — Polariseurs — Analyseurs — Appareils divers.

V. — Réflexion — Réfraction — Vision.

Miroirs plans, concaves, convexes, cylindriques, coniques, magiques
Prismes — Décomposition et recomposition de la lumière — Achromatisme
Lentilles concaves, convexes, périscopiques — à échelons — achromatiques
Focomètres — Diasporamètres
Chambres claires — Chambres noires — Lunettes astronomiques — Télescopes
Microscopes — Jumelles — Œils artificiels, différents modèles
Ophtalmoscopes — Optomètres — Persistance des impressions sur la rétine
Illusions d'optique — Stéréoscopes — Appareils de photographie.

VI. — Spectroscopie — Fluorescence — Phosphorescence.

Spectroscopes et Spectromètres divers modèles — Accessoires
Hématospectroscopes et Spectroscopes biologiques — Phosphoroscopes — Radiophone

VII. — Appareils de mesure.

Sphéromètres — Lunettes viseurs — Machines à diviser — Micromètres
Goniomètres divers — Réfractomètres de recherche — Réfractomètres industriels — Dilatamètre
Focomètres — Diasporamètres — Ellipsomètre — Chronographe enregistreur
Enregistreurs pour le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique

VIII. — Polarimétrie. — Colorimétrie.

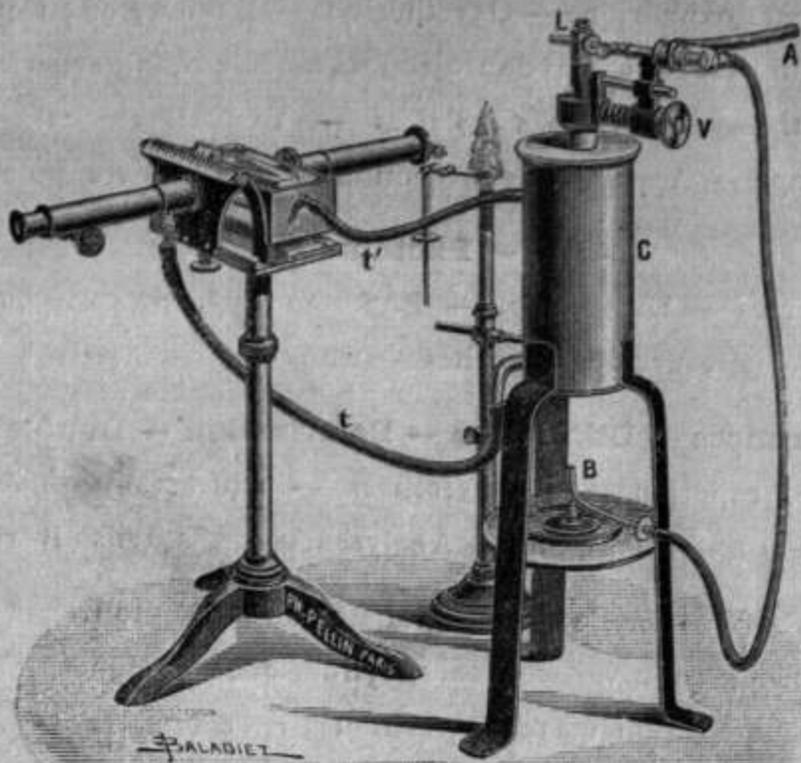
Polarimètres — Saccharimètres à lumière jaune et à lumière blanche
Diabétomètre — Glycosimètre — Colorimètres — Chromatomètres

IX. — Acoustique en projection.

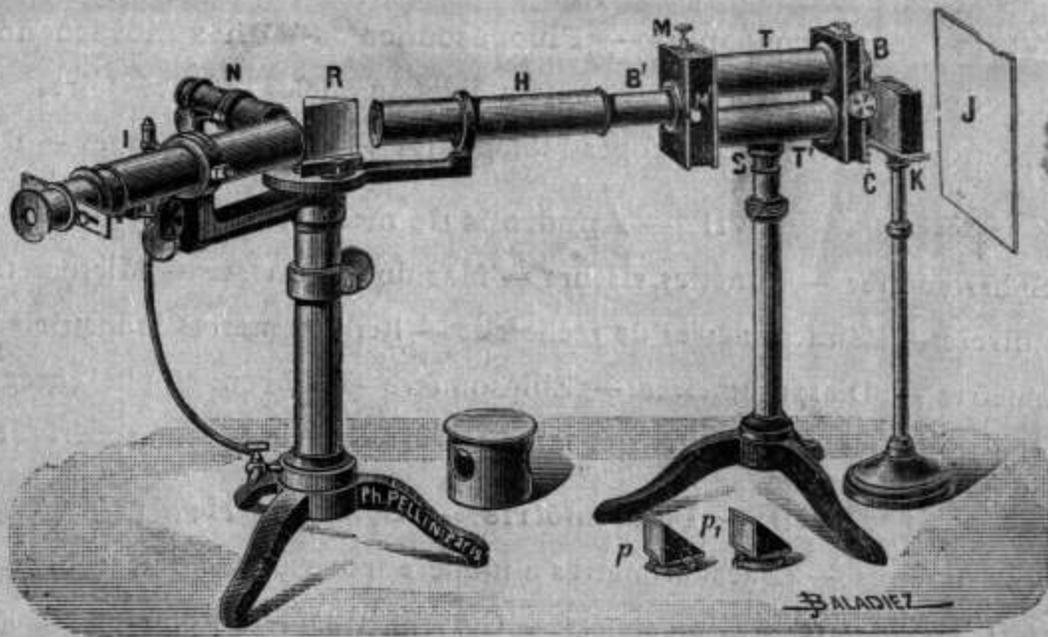
Appareils divers.

X. — Météorologie.

Appareils employés dans les Observatoires météorologiques.



RÉFRACTOMÈTRE DE M. CH. FÉRY ET TOUS RÉFRACTOMÈTRES.



SPECTROPHOTOMÈTRE DE M. D'ARSONVAL
ET TOUS LES SPECTROSCOPES ET SPECTROPHOTOMÈTRES.

APPAREILS DE MESURE

1 Palmer d'épreuve, mesurant 40 m/m au 1/200 de millimètre, monté sur pied, le bouton qui fait mouvoir la vis possède un mouvement de débrayage agissant au moment précis du contact **100 fr.**

Une plaque de quartz de 4 m/m 3305 mesurée à 16° par M. Benoit pour M. Mascart donne avec ce palmer 4 m/m 330.

2 Le même, mesurant 20 m/m au 1/100..... **60 fr.**

3 Sphéromètre. Cet appareil est destiné à mesurer avec une grande précision l'épaisseur d'une lame, le diamètre d'un fil, ou à déterminer le rayon de courbure d'une sphère **160 fr.**

Le premier sphéromètre a été imaginé et réalisé par l'opticien Laroue.

La vis a un pas d'un demi-millimètre, le cadran est divisé en 500 parties, on évalue le millièème de millimètre.

Les trois pointes de ce modèle sont disposées à 120° l'une de l'autre sur un cercle de 130 millimètres de diamètre. (Fig. 1).

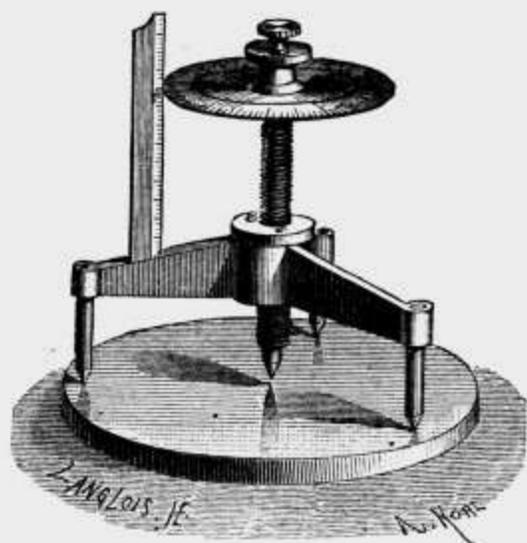


Fig. 1.

Physique Ganot-Manœuvrier, Hachette, éditeur

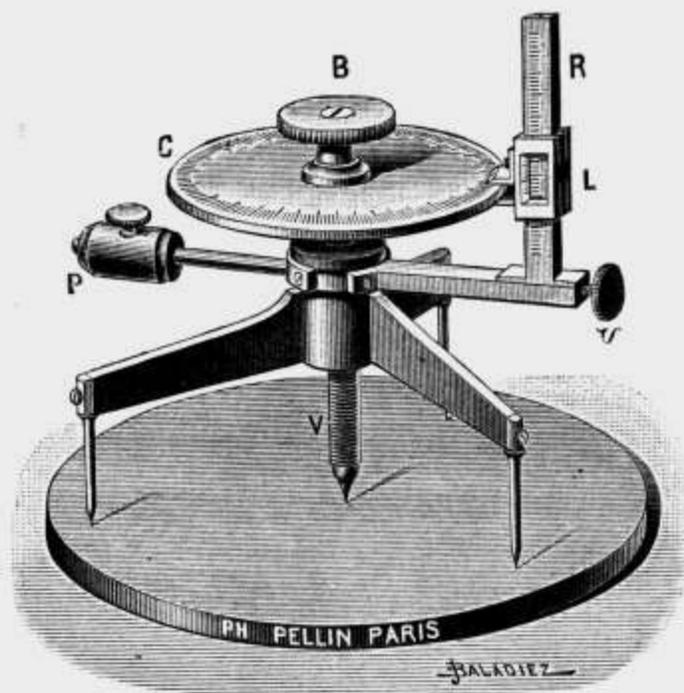


Fig. 2.

4 Sphéromètre modèle Govi, mêmes dimensions que le numéro 3... **185 fr.**

Le cadran entraîne un glissière qui se meut sur la règle divisée, facilitant ainsi les lectures — rappel à zéro, contrepoids, appareil parfaitement équilibré. (Fig. 2).

5 Le même avec double levier à aiguille, indiquant le moment précis où la vis micrométrique est en contact avec la pièce à mesurer..... **225 fr.**

6 Sphéromètre grand modèle avec index Govi et double levier indicateur..... **300 fr.**

Les trois pointes de ce modèle sont disposées à 120° l'une de l'autre sur un cercle de 200 millimètres de diamètre.

On livre avec les sphéromètres une glace épaisse plane et deux petites glaces parallèles pour la mesure des corps mous.

7 Machine à diviser, modèle de laboratoire : le pas de vis est de 1 millimètre, roue à

Maison Jules DUBOSCQ, 21, rue de l'Odéon, Paris — Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

rochets et compteur donnant le 1/200, le tracelet est monté de manière à donner mécaniquement des traits de différentes longueurs.

L'avancement de l'objet à diviser se fait automatiquement et sans lecture, (une fois le compteur réglé pour les divisions).

On peut diviser, directement et sans reprise, 30 cent. 600 fr.

Un petit microscope simple monté sur le côté du chariot permet de suivre la division en marche et de faire des lectures pour mesure.

8 La même, pour diviser directement et sans reprise, 50 cent. 750 fr.

9 Dispositif à monter sur les nos 7.8 pour maintenir et diviser les thermomètres 50 fr.

10 Addition d'un microscope composé, pour mesures de précision, 150 fr.

11 Micromètre à chariot de M. Cornu, pour la mesure des épreuves photographiques et en particulier pour la mesure de la distance des raies dans les photographies spectroscopiques du spectre ultra-violet.

Cet appareil se place et se fixe sur la platine des divers microscopes, une vis micrométrique au 1/2 millimètre, actionnée par un tambour divisé en 100 parties, permet d'évaluer le 1/200 de millimètre.

On peut mesurer une longueur de 55 millimètres 180 fr.

12 Le même, permettant de mesurer 90 millimètres. 225 fr.

13 Lunette viseur avec objectif 260 millimètres de foyer, oculaire à trois verres et réticule, montée sur colonne en acier de 35 millimètres de diamètre, hauteur 1 mètre 20, pied lourd à vis calantes.

La lunette se déplace dans le plan horizontal avec pince de serrage et dans le plan vertical avec une vis de rappel. La division avec vernier sur le rappel, mesure un déplacement de 30 millimètres au 1/20. 180 fr.

14 Lunette viseur, (Fig. 3), sans oculaire micrométrique. 390 fr.

La lunette A, foyer 260 millimètres, oculaire à trois verres, réticule, est montée sur une colonne en acier B, de 1 mètre 20, divisée en millimètres sur toute sa hauteur, pied lourd à vis calantes.

La lunette se déplace dans le plan horizontal au moyen d'un double manchon, elle est fixée en position par une pince de serrage D; elle est munie d'un niveau rectifiable E, et peut prendre toutes les inclinaisons dans le plan vertical, avec mouvement rapide et mouvement lent à rappel à pompe F.f.

La mise au point se fait avec pignon L et crémaillère.

Le rappel à vis micrométrique permet de mesurer 40 millimètres au 1/20.

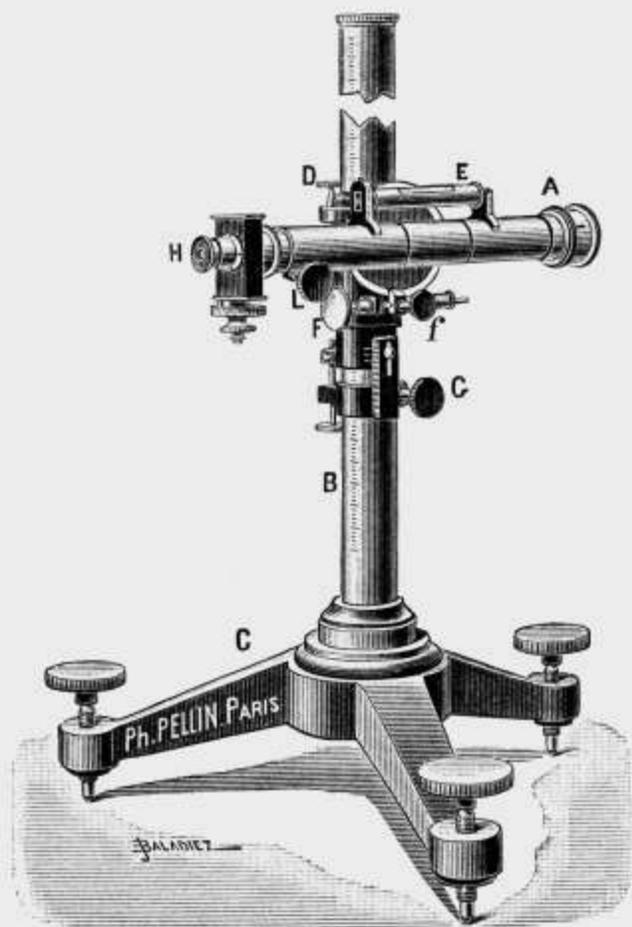


Fig. 3.

(Modèle construit pour M. Grova).....

950 fr.

15 Oculaire micrométrique, se montant sur les deux modèles (nos 13-14) sert à mesurer un déplacement de 10 millimètres au 1/100 sans déplacer la lunette sur sa colonne. 100 fr.

16 Petit viseur, avec réticule, modèle exécuté pour M. Berget, Laboratoire de M. Lippmann (Sorbonne)... 55 fr.

Objectif de 18 centimètres de foyer, oculaire à trois verres et réticule; avec cette lunette on peut viser de 50 cent. à l'infini.

17 Le même, monté sur colonne, avec coulissant à hauteur variable, pied à vis calantes 100 fr.

18 Lunette viseur de M. Damien, pour lire avec précision les déviations extrêmement petites d'un miroir (Fig. 4)..... 875 fr.

Echelle de 50 centimètres divisée en 1/2 millimètres.

18bis La même, avec échelle de 1 mètre divisée en 1/2 millimètres.

Ces modèles sont entièrement construits en bronze et laiton.

Un fort pied en bronze à vis calantes A, supporte un plateau avec divisions et vernier qui tourne autour d'un axe vertical, ce plateau possède un mouvement de rotation rapide et un mouvement lent avec rappel à pompe. Sur ce plateau est montée une colonne à rentrant avec mouvement ascensionnel au moyen d'un pignon D, et d'une crémaillère; un bouton de serrage E, la fixe en position. Une chape qui surmonte la colonne reçoit les tourillons de la lunette L; l'un de ces tourillons est solidaire d'un arc-de-cercle divisé, qui se meut devant un vernier, mouvement rapide d'inclinaison et mouvement lent avec rappel à pompe. Les tourillons de la lunette L sont maintenus dans leurs coussinets par une pièce trapézoïdale portant une bague H, qui reçoit la tige sur laquelle glisse le porte-échelle I; cette pièce a un mouvement de rotation perpendiculaire à l'axe de la tige pour le réglage de l'échelle, que deux boutons KK' maintiennent en position fixe. Objectif 50 centimètres, oculaire puissant, définissant facilement le 1/5 de millimètre à 6 mètres.

Construit pour M. Damien, Faculté Sciences de Lille. M. Crova, Faculté Sciences de Montpellier. (Traité de manipulations de Physique de B. C. Damien et R. Paillot, Masson et Cie Editeurs).

19 Lunette viseur, avec mire à réticule de MM. Le Chatelier et Coupeau, servant à mesurer la déviation angulaire, dans un plan vertical, d'un petit miroir de silice; de cette déviation et par leur méthode, on obtient la mesure de la dilatation à de hautes températures..... **350 fr.**

Cette méthode de la mesure des dilatations, permet d'atteindre la température de 1000°, et elle est assez simple pour convenir aux laboratoires d'usines. On procède par comparaison avec une tige de porcelaine, dont la dilatation a été déterminée par des expériences antérieures. La différence de dilatation entre le corps étudié et cette tige-étalon est mesurée par l'inclinaison du petit miroir en silice fondue, capable de supporter sans altération des températures très élevées.

Cet appareil se compose d'une colonne verticale fixée sur un pied à trois vis calantes. Sur cette colonne peut glisser et être fixé en une position quelconque, par une vis de pression, un tube portant une règle divisée en millimètres. Cette règle porte elle-même un chariot, mobile sur toute sa longueur, muni d'un vernier permettant d'apprécier le dixième de millimètre.

Sur ce chariot est greffée une boîte cubique contenant un prisme à réflexion totale sur l'une des faces rectangulaires duquel est tracé un trait horizontal éclairé par un bec de gaz latéral ou une petite lampe à essence minérale: la face à 45° du prisme à réflexion totale ayant pour objet de diriger les rayons lumineux dans la direction de l'axe du tube contenant le miroir de silice.

Sur le tube portant la règle divisée et le système éclairant, peut coulisser un anneau portant une lunette mobile dans un plan vertical autour d'un axe, de façon à pouvoir faciliter l'admission des rayons réfléchis sur le miroir suivant la direction de l'axe de la lunette.

Cette lunette porte en outre à son oculaire un réticule composé de deux fils croisés.

(Société d'encouragement pour l'Industrie Nationale, 5^e série, tome III, octobre 1898).

20 Lames étalons de MM. Pérot et Fabry pour la mesure des petites épaisseurs d'air en valeur absolue.

Deux lames de glace faiblement argentées, dont une porte une division en millimètres, sont réunies invariablement, les couches d'argent en regard et comprenant entre elles une mince lame d'air.

L'épaisseur de cette lame mince varie progressivement d'un bout à l'autre de la division, et l'épaisseur en chaque point a été exactement déterminée.

En lumière monochromatique, l'appareil donne par transmission un beau système de franges, d'un aspect très particulier: chaque frange est une ligne brillante très fine, dont le pointé peut être fait avec une extrême précision. Lorsque la lumière incidente contient plusieurs radiations simples, chacune donne son système de franges (double raie du sodium, sodium et lithium dans une flamme, vapeurs métalliques incandescentes, arc au mercure). Les coïncidences qui se produisent entre deux franges d'espèces différentes, peuvent servir à retrouver l'épaisseur en certains points.

En projetant, sur une lame étalon, l'image d'une seconde lame semblable et faisant traverser le système par un faisceau de lumière blanche, on obtient, si les épaisseurs des deux lames sont peu différentes, un système de franges (*franges de superposition*) dont la frange centrale blanche des-

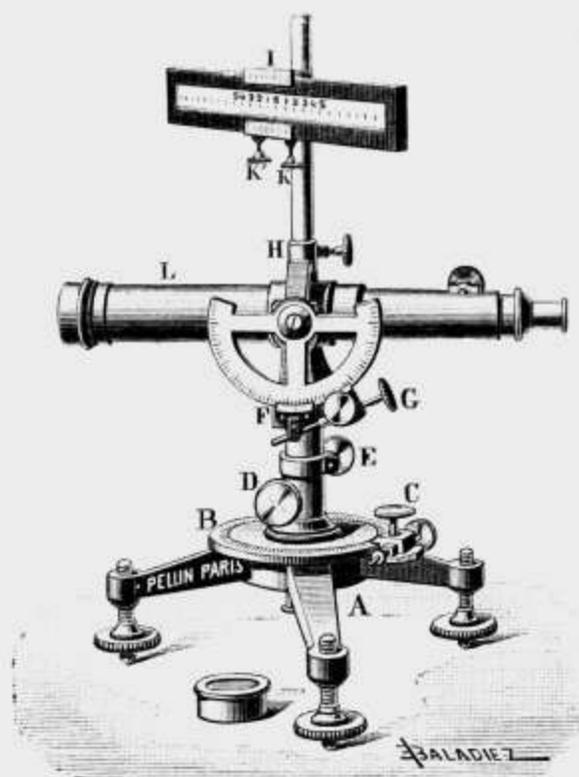


Fig. 4.

sine le lieu des points où les deux lames ont la même épaisseur. Si l'une des lames est étalonnée on connaît ainsi l'épaisseur de l'autre, d'où un moyen rapide et commode pour la mesure des petites épaisseurs d'air.

Les franges apparaissent aussi si les épaisseurs des deux lames sont entre elles dans un rapport simple.

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} \quad \text{etc.}$$

Enfin en regardant à travers une lame étalon tenue contre l'œil, une source lumineuse intense et peu étendue (soleil, arc électrique) on voit apparaître un beau système d'anneaux de diffusion.

(*Annales de Chimie et Physique*, 7^e série, tome XII, décembre 1897).

GONIOMÈTRES

21 Goniomètre d'Haüy, avec cercle divisé pour la mesure des cristaux assez volumineux, dans une boîte gainée (fig. 5)..... 40 fr.

22 Le même, avec 1/2 cercle à mouvement brisé 50 fr.

23 Goniomètre d'application, le 1/4 de cercle est divisé en 1/3 de degr. et vernier au 1/20 donnant la minute 70 fr.

24 Goniomètre de Wollaston, (Fig. 6), monté sur colonne et pied lourd à vis calantes, muni d'un miroir réflecteur en glace noire. Le tambour *e* d'un diamètre de 150 millimètres, possède un mouvement de rotation rapide et un mouvement lent avec rappel à pompe, il est divisé en demi-degrés et double vernier donnant la minute..... 180 fr.

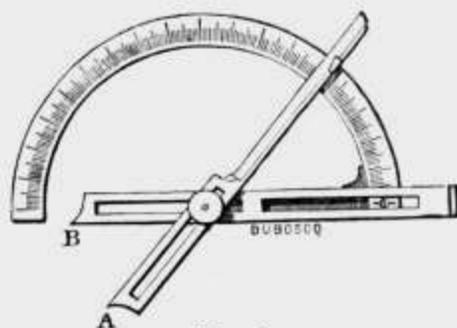


Fig. 5.

25 Goniomètre de Wollaston, avec dispositif imaginé par **Groth** pour centrer les cristaux au moyen de deux mouvements rectangulaires et de deux mouvements circulaires à angle droit, marchant avec vis micrométriques..... 270 fr.

■ Dans ces deux modèles numéros 24 et 25, on se sert comme signal d'une fente horizontale, pratiquée dans un écran qui recouvre un bec de gaz, ou d'une mire éloignée et comme point de repère de l'image de la fente ou de la mire, donnée par le miroir articulé, fixé sur le pied de l'instrument.

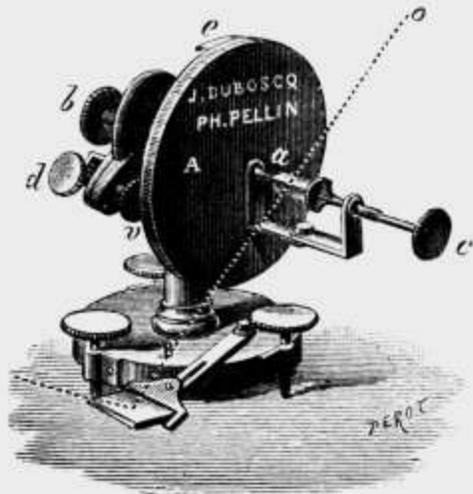


Fig. 6.

26 Goniomètre Wollaston, grand modèle perfectionné par Mallard, avec dispositif de **Groth** pour le centrage de cristaux (Fig. 7), pour la détermination des angles des cristaux et la mesure de leurs indices 1100 fr.

Le diamètre du tambour B est de 230 millimètres, il est divisé en 1/3 de degré le vernier donne les 30 secondes, une loupe permet une lecture facile.

Mallard substitue au signal placé le plus loin possible du goniomètre, une fente lumineuse, ou mieux, deux fentes lumineuses superposées, mises au foyer d'une lentille constituant un collimateur qu'on peut placer très près du goniomètre.

¶ Le miroir ordinaire du goniomètre est rapproché en M du cristal, de manière à recevoir en même temps que celui-ci le faisceau émergent du collimateur C. On prend pour ligne de repère l'image de la fente lumineuse réfléchiée par le miroir.

La lumière réfléchiée par les faces cristallines est très intense, et tout l'appareil, comprenant le goniomètre, le signal lumineux, la ligne de repère est rassemblé dans un petit espace.

Pour les cristaux ordinaires, Mallard conseille pour avoir une grande exactitude l'emploi de la fente-signal *f* et de la fente-réticule *f*₁ et lorsque les cristaux sont très peu réfléchissants la fente *f* et *f*₁ (Fig. 8).

La fente-réticule, colorée par le verre P donne une très bonne image avec le miroir et c'est avec cette image que l'on superpose l'axe de la fente-signal réfléchiée par le cristal.

L'image de la fente-réticule, vue sur le miroir constitue un véritable réticule. On obtient une exactitude de pointé qui atteint aisément la demi-minute.

Mesure des indices. — Lorsqu'on mesure les inclinaisons mutuelles de faces cristallines appartenant à une même zone, il arrive très souvent qu'avec les images réfléchies par les faces,

il se présente à l'œil des images colorées produites par réfraction à travers deux faces de la zone convenablement inclinées. Il est très important de pouvoir se servir de ces images, souvent très nettes, pour en tirer les indices du cristal suivant une direction de propagation connue. Pour adapter le goniomètre à cette mesure, le miroir M reçoit trois mouvements de translation perpendiculaires entre eux et peut tourner d'angles connus autour de l'axe de rotation du goniomètre.

Mallard cite une mesure faite sur un prisme de phénatite que Sénarmont avait jadis fait travailler, il a obtenu avec la lumière du Sodium $\omega_D = 1,6537$. Des Cloizeaux donne $\omega_D = 1,6540$.

(Annales des Mines, 8^e Série, tome XII, 6^e Livraison, 1887.)

27 Le même, petit modèle, Diamètre du cercle 180 millimètres, sans le dispositif pour la mesure des indices..... 650 fr.

28 Goniomètre Wollaston-Mallard, modèle de laboratoire (Fig. 9) Diamètre du cercle 150 millimètres; la lampe N, le collimateur C, le goniomètre avec le dispositif de centrage des cristaux, le miroir sont fixés sur une planchette..... 420 fr.

29 Collimateur Mallard, à hauteur variable avec une fente signal et une fente réticule..... 180 fr.

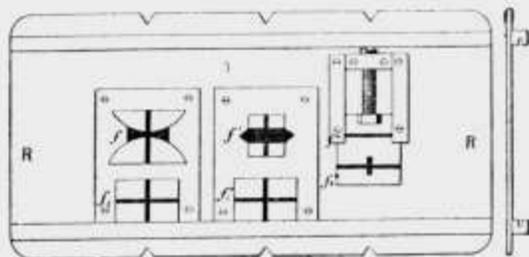


Fig. 8.

M. Cornu a remarqué qu'il est préférable dans certains cas de réitérer plusieurs fois la mesure en estimant au 1/10 de degré seulement, que de faire un petit nombre de mesures avec un vernier donnant la minute. La précision est la même et la fatigue de l'observateur beaucoup moindre.

33 Goniomètre de M. Wallerant, pour la détermination des indices de réfraction des minéraux des roches (Fig. 10). 185 fr.

Ce Goniomètre qui se place sur la platine d'un microscope, se compose d'un prisme P d'un verre ayant un indice D 1,8913. La longueur de son arête latérale est de un centimètre, sa section droite, qui est équilatérale, a huit millimètres de côté. L'une des arêtes latérales du prisme est abattue de façon à donner naissance à une petite face de 2 millimètres de large, parallèle à la face opposée du prisme à sa base. Le prisme est encastré dans une platine de 7 centimètres de longueur sur 4 centimètres de large de façon que sa base soit exactement dans le plan de l'une des faces de la platine.

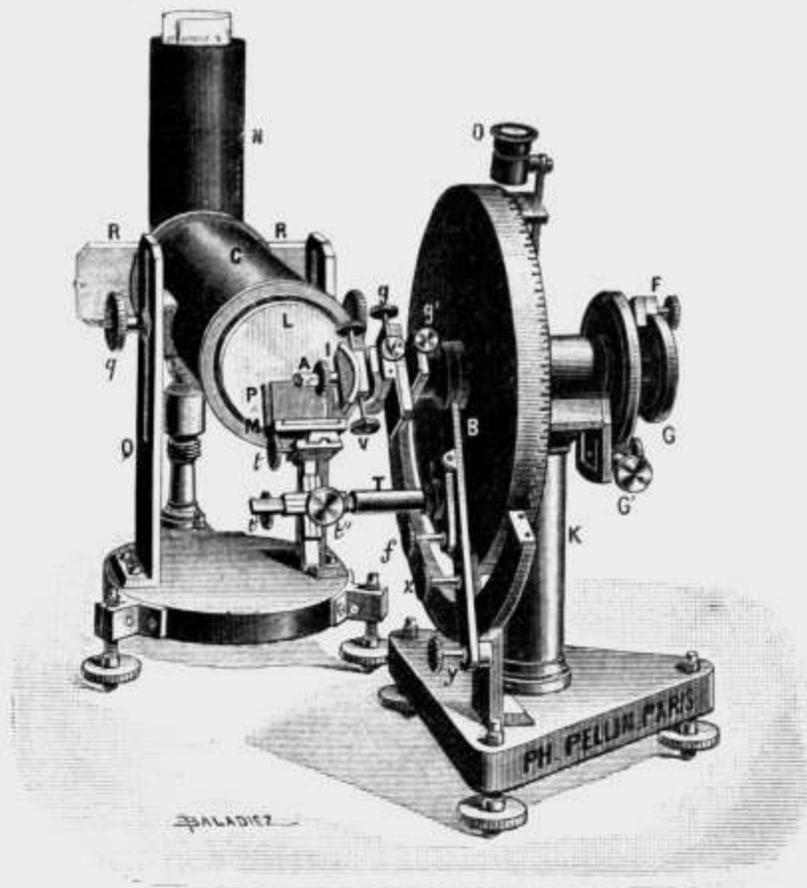


Fig. 7.

30 Collimateur Mallard, à hauteur variable avec trois séries de fentes signaux et fentes réticules (Fig. 8)..... 200 fr.

Les numéros 29, 30 sont destinés à être employés avec les goniomètres **Wollaston** modification de Mallard

31 Transformation des Goniomètres Wollaston en Goniomètres Mallard..... 250 fr.

32 Petit Goniomètre de M. Cornu, pour la mesure rapide des angles des cristaux. 120 fr.

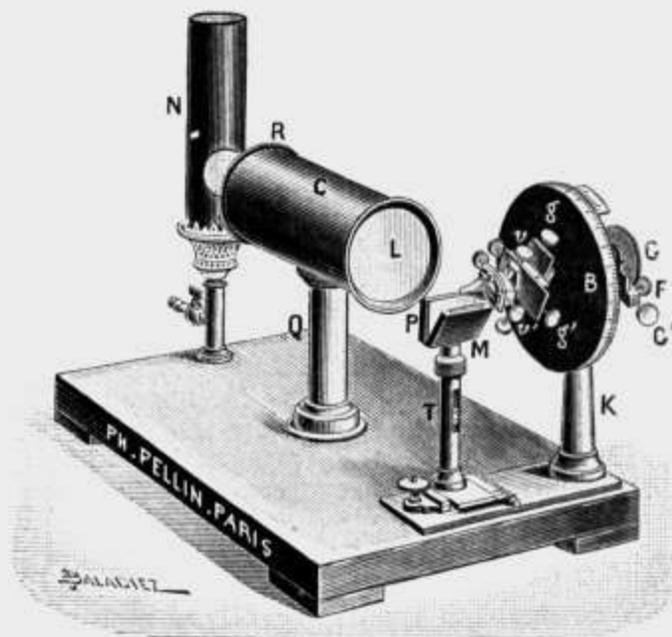


Fig. 9.

Cette face porte deux volets V permettant d'appliquer et de maintenir la préparation contre la base du prisme. La platine peut tourner autour d'un axe horizontal parallèle à l'arête du prisme et cet axe se termine par la vis B permettant de faire tourner la platine seule à la main.

Les supports de l'axe sont fixés sur une plateforme s'adaptant sur la platine du microscope; son centre est muni d'une ouverture O de sorte que l'on peut, avec le microscope, examiner dans les conditions habituelles la préparation appliquée contre la base du prisme, grâce à la présence de la petite face transformant ce prisme en une lame à faces parallèles.

L'autre extrémité de l'axe est centrée avec une alidade A et les rotations des deux pièces peuvent être rendues solidaires par une vis de pression B₁. Le mouvement de l'alidade, et par suite, celui de l'axe, peut être transformé en mouvement lent par une seconde vis de pression D qui le fixe au pas de la vis B₂.

Cette alidade porte un vernier au quinzième et se déplace devant un arc de cercle C de 50° portant une division en demi degrés, dispositif permettant de mesurer un angle de 40° à deux minutes près.

(Bulletin de la Société Française de Minéralogie, tome XX, n° 7, 1897.)

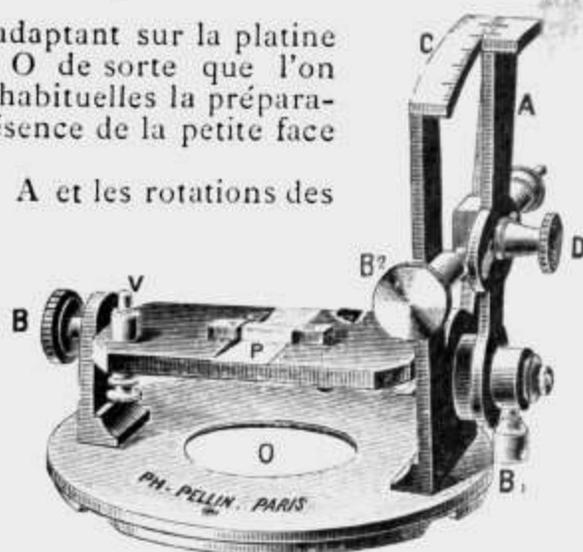


Fig. 10.

MESURE DES INDICES DE RÉFRACTION

34 Goniomètre de Babinet, modèle perfectionné. Cet appareil est destiné à la mesure des angles des cristaux assez volumineux, des prismes et à la détermination des indices de réfraction des corps transparents liquides ou solides. (Fig. 11).

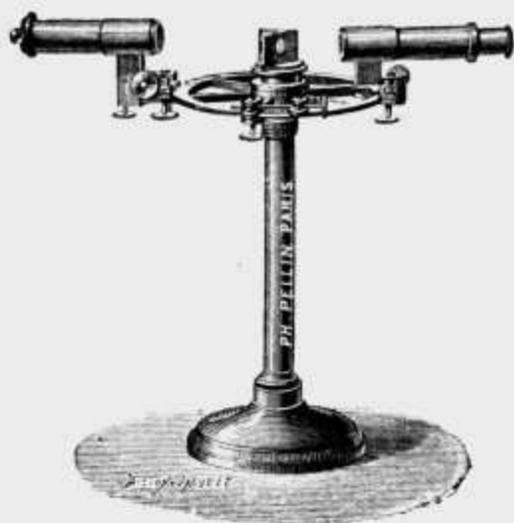


Fig. 11.

Le diamètre du cercle est de 150 millimètres; il est divisé en demi-degrés, le vernier donne la minute.

Il est muni d'un collimateur donnant des rayons parallèles reportant à l'infini une fente ou un réticule, d'une lunette d'observation avec réticule, mise au point au moyen d'un pignon et d'une crémaillère, vis micrométrique de rappel pour la superposition des réticules du collimateur et de la lunette.

L'alidade solidaire de la plate-forme porte-prisme possède un mouvement rapide et un mouvement lent avec vis micrométrique 260 fr.

Le premier appareil a été construit par la maison d'après les indications de Babinet et présenté à l'Académie des Sciences, 6 mai 1839.

35 Le même grand modèle, monté sur pied à vis calantes 360 fr.

Le diamètre du cercle est de 210 millimètres, il est divisé en demi-degrés, le vernier donne la minute; dans ce modèle, la plateforme porte-prisme est réglable au moyen de trois vis. (Sur demande, ce modèle peut être divisé de manière à obtenir 30 secondes).

36 Goniomètre modèle de M. Le Roux, (fig. 12) 450 fr.

Le cercle a 21 centimètres de diamètre, il est divisé en tiers de degré, donnant au moyen du vernier les 30 secondes; les mouvements lents de la lunette L et de l'alidade porte-prisme P' sont à rappel à pompe, il n'y a donc aucun temps perdu lorsqu'on fait mouvoir ces pièces dans un sens ou dans l'autre.

La lunette L porte au foyer de l'oculaire un réticule en croix de Saint-André, réglable au moyen de deux vis, son coulant porte une division.

Le collimateur est réglable dans le plan vertical au moyen d'un bouton B, il reçoit soit une fente, soit un réticule.

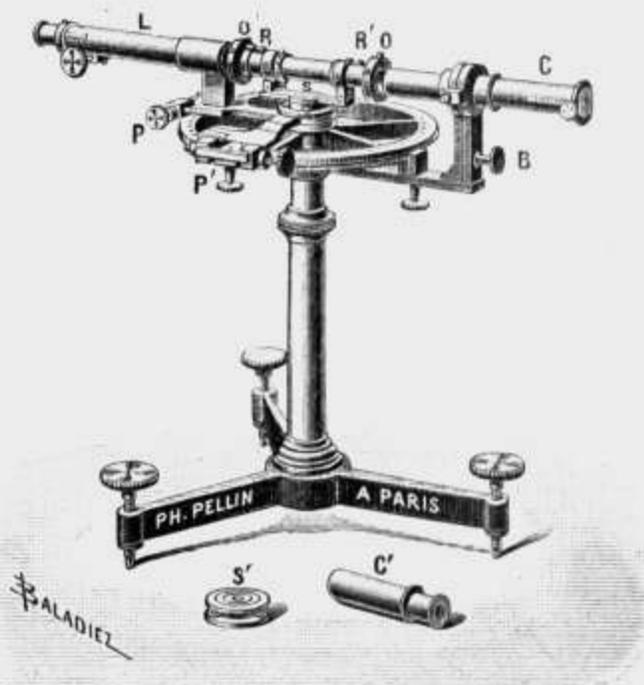


Fig. 12.

37 Appareil de M. Le Roux, pour régler l'axe optique de la lunette parallèle au plan du limbe (Fig. 12. RR')..... **250 fr.**

On substitue à la platine porte-prisme du goniomètre, réglable au moyen de trois vis, une platine S portant une lunette RR' faisant office de double collimateur, composée de deux objectifs OO' et de deux réticules RR' placés respectivement au foyer principal des deux objectifs. Ce collimateur a son axe parallèle au limbe ainsi qu'on peut le vérifier, soit en le retournant bout pour bout soit en le faisant tourner de 180° suivant son axe.

On règle alors la position du réticule de la lunette, puis enlevant ce collimateur on amène le réticule du collimateur C en coïncidence avec celui de la lunette, puis on remet la plate-forme porte-prisme en place.

38 Goniomètre modèle de M. Thomas, professeur à l'École Supérieure des Hautes Etudes d'Alger..... **430 fr.**

La lunette avec pignon et crémaillère pour mise au point, porte un oculaire auto-collimateur, elle est fixée sur une double alidade à 180°, mouvement rapide et mouvement lent avec rappel à pompe, le réticule est réglable au moyen de deux chariots rectangulaires et mouvement circulaire pour inclinaison des réticules.

Le collimateur porte une fente ou un réticule.

La plate-forme est montée sur un long centre concentrique au centre des lunettes collimatrice et d'observation, elle est réglable par trois vis agissant sur un ressort antagoniste.

39 Goniomètre auto-collimateur de M. Ch. Féry..... **350 fr.**

Cet appareil (Fig. 13, 14) permet de déterminer par réflexion normale les angles des prismes et les indices des prismes solides de 30° ou des liquides enfermés dans une cuve prismatique d'un angle de 30°.

L'indice s'obtient dans ces conditions avec une grande précision, les déterminations de l'angle et de la déviation se faisant rigoureusement aux mêmes points des surfaces, ce qui rend les mesures à peu près indépendantes du fini de ces dernières.

L'appareil se prête aussi à l'emploi de la méthode de la réflexion totale.

Le Schéma (Fig. 14) indique la marche des rayons issus de la fente F réfléchis par un prisme G ou V puis réfléchis par la surface considérée C et observés au réticule V par l'oculaire.

L'alidade B' possède un mouvement de rappel à pompe A'.

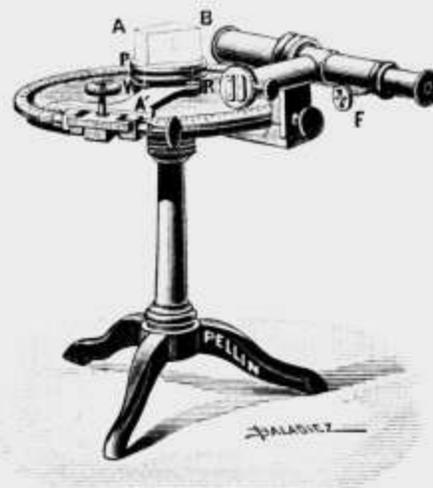


Fig. 13.

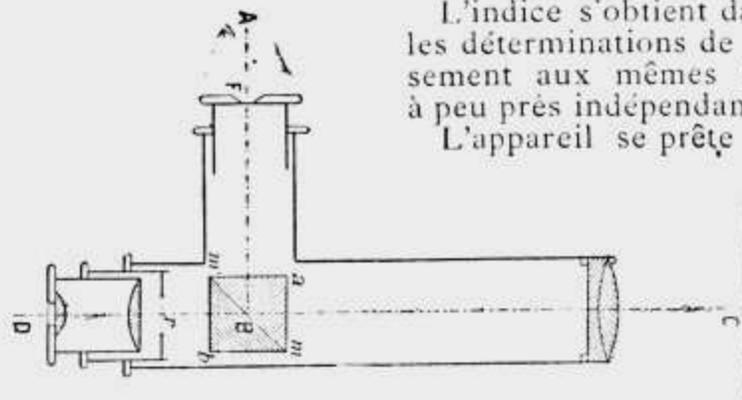


Fig. 14.

d'A. Martin, permettant de mesurer les angles des cristaux ou des prismes avec une seule lunette; se monte sur les numéros 34, 35, 36, 46..... **30 fr**

41 Oculaire nadiral de M. Cornu, pour observer au goniomètre avec réflexion normale et pour l'observation du nadir dans les lunettes méridiennes..... **75 fr.**

Modèle construit pour l'École Polytechnique et pour l'Observatoire de Nice.

42 Prisme creux, (Fig. 15) pour contenir les liquides dont on veut mesurer les indices..... **25 fr.**

Il se compose d'une boîte métallique dans laquelle se place un prisme creux terminé par deux glaces planes et parallèles, une ouverture fermée par un bouchon A permet de remplir le prisme, une plaque métallique avec vis de serrage G le maintient contre les glaces, dans l'armature métallique.

43 Prismes de différentes matières et de différents angles pour les manipulations dans les laboratoires..... de **6 à 8 fr.**

44 Spectroscope Goniomètre, voir Fascicule VI (Spectroscopie)

45 Appareil de Dulong et Petit, perfectionné par Jamin pour la mesure des indices de réfraction des corps gazeux.

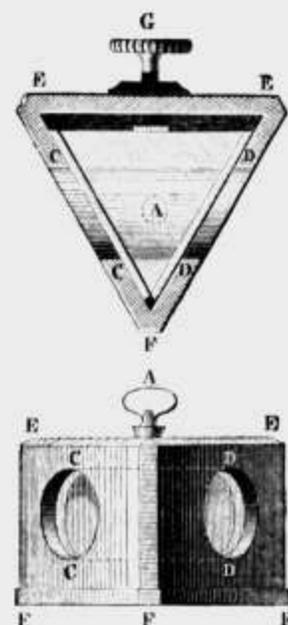


Fig. 15. — Physique Jamin-Bouty. Gauthier-Villars, éditeur.

46 Grand cercle de Jamin et Sénarmont, pour la mesure précise des angles, des indices de réfraction et l'étude des lois de la polarisation de la lumière réfléchie sur les substances métalliques ou cristallisées et sur les liquides. Diamètre du cercle 260 millimètres **1500 fr.**

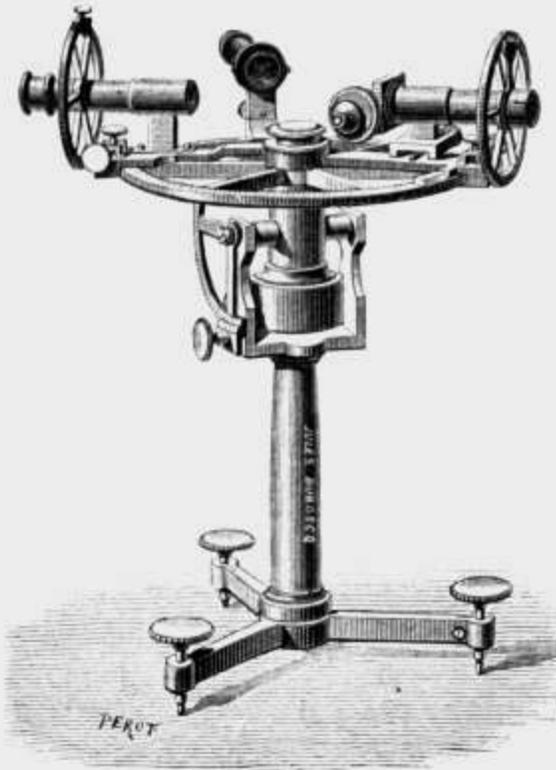


Fig. 16.

Ce cercle monté sur une forte colonne avec pied à vis calantes, peut être placé soit horizontalement soit verticalement; son diamètre est de 260 millimètres, sa division est en sixièmes de degré, les alidades porte-lunettes ont des verniers divisés de 59 en 60 donnant les 10 secondes. (Fig. 16).

Deux petits cercles avec alidades, reçoivent le polariseur Foucault ou Nicol et les analyseurs Nicol ou prisme biréfringent. Ces cercles portent des divisions en demi-degrés et les alidades avec double vernier de 29 en 30, donnent la minute. Les analyseurs Nicol et prisme biréfringent peuvent recevoir, soit une loupe, soit une lunette de Galilée.

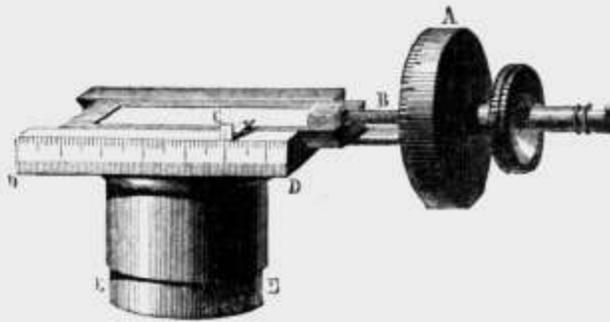


Fig. 17.

Une lunette avec réticule rectifiable, un collimateur avec réticule et fente à ouverture variable.

Un prisme en flint de 60°; un prisme creux de

60° pour les indices de réfraction des liquides.

Deux platines porte-prismes; l'une avec glace, l'autre munie de trois vis calantes pour dégau-

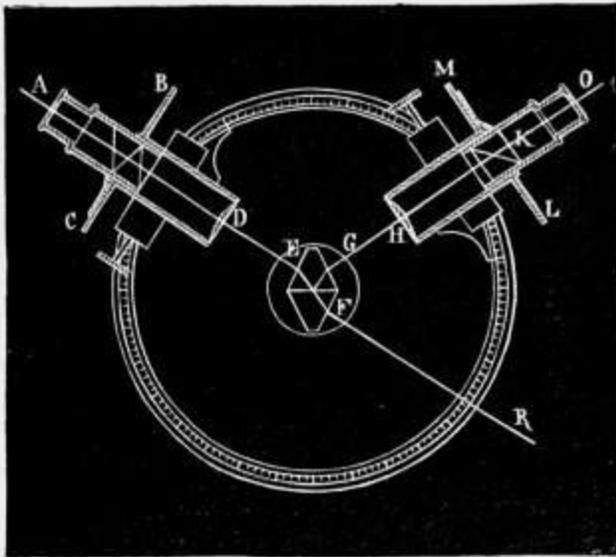


Fig. 18.

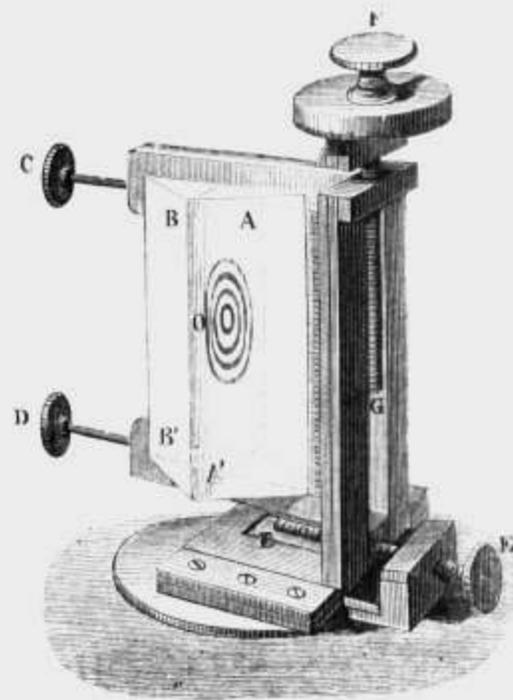


Fig. 19.

Physique Jamin-Bouty. Gauthier-Villars, éditeur.

chir dans le plan horizontal et deux vis de rappel pour se centrer par rapport à l'axe vertical de l'instrument.

Une plaque à deux rotations avec lentille de champ.

Un porte-miroirs avec rappel et bascule pour observer la réflexion simple ou multiple.

Une série de seize miroirs: 2 en flint, 2 en crown, 2 en acier, 2 en cuivre, 2 en argent, 2 en or, 2 en métal de télescope, 1 moitié métal moitié obsidienne, 1 en spath-fluor.

Un compensateur Babinet-Jamin, avec vis micrométrique à pas d'un demi-millimètre, tambour divisé en cinquante.

Un appareil à anneaux colorés, (Fig. 18-19.)

Maison Jules DUBOSCQ, 21, rue de l'Odéon, Paris

Deux tubes terminés par des glaces parallèles pour l'observation des cristaux dans les liquides.

Une cuve avec support ayant en son centre une glace plane noire.

Un porte-glace avec glace parallèle pour l'étude de l'action de la lumière polarisée sur les surfaces cristallines; le rayon incident arrivant normalement à ces surfaces.

Tous les accessoires sont dans un nécessaire gainé.

Une notice spéciale avec figures indique les positions relatives de chaque pièce dans les diverses expériences.

(*Annales de Chimie et de Physique* 3^e série, tome XXIX, juillet 1850), Mémoire de Jamin.

Le premier appareil a été construit par la Maison, d'après les indications de Jamin.

46 bis Le même, avec cercle de 0^m.35..... 2500 fr.

L'appareil Jamin peut servir à étudier la polarisation elliptique que subit la lumière en traversant les métaux.

M. G. Meslin a montré qu'en traversant des couches d'or dont les épaisseurs *e* ont varié de 6 μμ à 100 μμ millièmes de micron, le retard des deux composantes était donné par la formule.

(*Comptes rendus Académie des Sciences* 1888. — *Annales de Chimie et Physique* 1890. — *Journal de Physique* 1890.)

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{\sin^2 i}{2} \frac{e}{e + 60}$$

Pour la mesure des éléments de la polarisation elliptique. M. G. Meslin indique qu'il est avantageux pour mesurer les deux éléments de la polarisation elliptique (retard des composantes et rapport des amplitudes) d'employer en les associant le compensateur

à franges de Babinet et le compensateur à teinte-plate de Bravais; chacun d'eux étant plus sensible que l'autre pour une de ces mesures.

(*Journal de Physique*, 1890.)

47 Compensateur à teinte plate de Bravais, avec monture, vis micrométrique et tambour divisé (Fig. 17)..... 150 fr.

48 Compensateur à franges de Babinet, avec monture, vis micrométrique et tambour divisé..... 150 fr.

49 Compensateur à franges de Babinet et à teinte plate de Bravais, sur une même monture, vis micrométrique et tambour divisé..... 200 fr.

50 Réfractomètre de M. James Chappuis, pour la mesure de l'indice de réfraction des gaz liquéfiés (Fig. 20)..... 1500 fr.

Principe de la méthode. — Si le rayon incident et le rayon émergent qui traversent un système de deux prismes d'angle A_1 et A_2 ayant pour indice n_1 , n_2 , sont respectivement normaux aux faces d'entrée et de sortie, ces quatre quantités satisfont à la relation.

$$n_1 \sin A_1 = n_2 \sin A_2$$

Si donc un des prismes est formé par le liquide à étudier d'indice n_1 , et l'autre d'un prisme de verre d'indice n_2 connu, dont l'angle au sommet est variable et mesurable, ce système permettra de calculer n_2 par la formule ci-dessus.

L'appareil comprend trois parties :

1° Une cuve à faces parallèles dans laquelle on liquéfie le gaz; 2° un prisme d'angle variable; 3° une lunette.

La cuve est une cavité cubique de 1 centimètre de côté taillée dans un bloc d'acier R et fermée par des glaces à faces parallèles; sous la lame supérieure est soudé par un de ses côtés un prisme rectangulaire isocèle de crown de 6 millimètres de côté qui, en plongeant dans le liquide, y forme un prisme de 45° égal et de sens contraire. Au-dessus de cette cuve et parallèlement est un diasporamètre de Goni, G, construit avec le même crown; la demi-sphère mobile de cet instrument tourne autour d'un axe parallèle à l'arête du prisme solide fixe; l'ensemble de ces deux pièces de crown forme le prisme d'angle variable. Enfin, la lunette L est fixée sur une alidade à vernier mobile devant un cercle divisé P, cette alidade entraîne la demi-sphère du

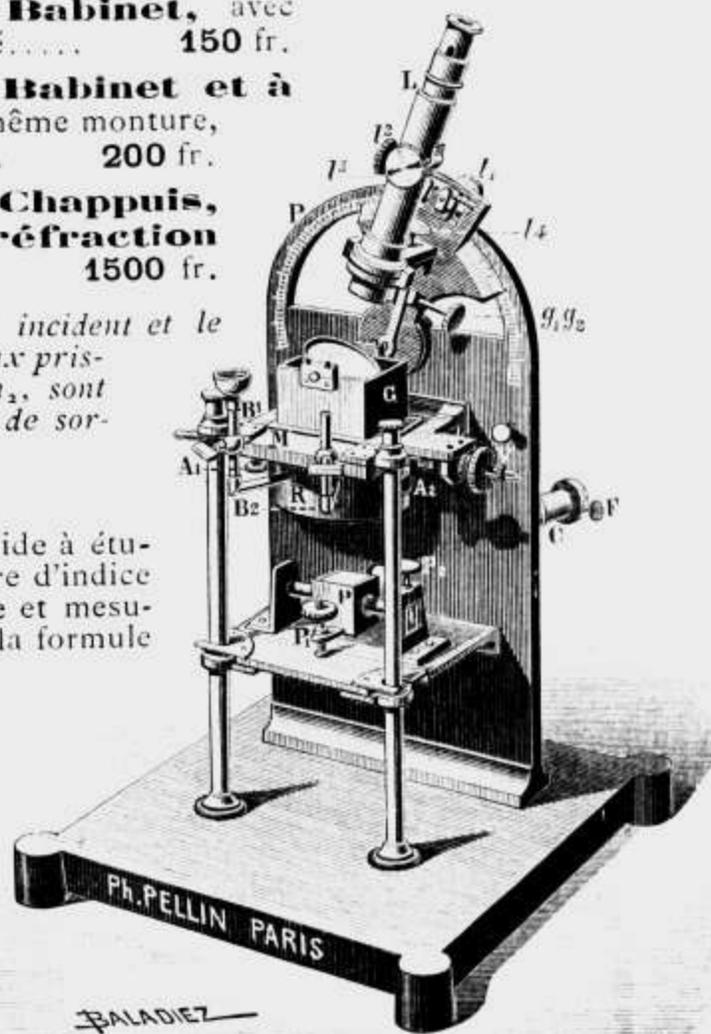


Fig. 20.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

diasporamètre dans son mouvement et permet la mesure de l'angle du prisme formé; de plus, le réticule de la lunette est éclairé, ce qui permet à la fois le réglage du parallélisme des faces de la cuve et du diasporamètre et la vérification de la perpendicularité des faisceaux lumineux aux faces d'entrée et de sortie.

(Comptes rendus Académie des Sciences, tome CXIV, n° 6, Fév. 1892.)

RÉFRACTOMÈTRES INDUSTRIELS

On a signalé depuis longtemps l'importance de la détermination des indices de réfraction des corps et en particulier des liquides; l'indice est en effet une *caractéristique* de la matière au même titre que la *densité*, le *pouvoir rotatoire*, etc., etc.

Dans ces dernières années, l'attention des chimistes s'est portée plus particulièrement de ce côté, et Gladstone, Dale, Landolt, Wüllner, Haagen et d'autres savants sont arrivés à des lois simples permettant de faire, au moyen des indices, une véritable analyse optique des composés organiques.

A un point de vue moins élevé, mais très intéressant également, la détermination de cet élément peut, dans un grand nombre de cas, donner des indications précieuses sur la pureté des corps et déceler les falsifications auxquelles un grand nombre de produits commerciaux sont soumis.

Si l'on considère que pour une même substance les corps frauduleux sont généralement connus et peu nombreux, on peut, jusqu'à un certain point, apprécier la quantité du falsifiant.

Enfin, le chimiste trouvera, dans la détermination des indices, un procédé rapide de dosage des solutions au moyen de tables dressées dans ce but (1); la détermination de l'indice est en effet plus rapide, plus exacte et demande beaucoup moins de liquide que la mesure de la densité.

Diverses opérations industrielles pourront aussi être conduites sûrement par des mesures successives de l'indice, l'achèvement d'une réaction étant indiqué par une variation brusque dans la réfraction du liquide.

Il est certain que pour ces divers emplois, il ne faut pas songer à la méthode classique du prisme à liquide et du goniomètre, trop longue et d'un maniement assez délicat.

51 Réfractomètre de M. Ch. Féry , (Fig. 22).....	250 fr.
52 Thermomètre coudé	8 fr.
53 Cuve de rechange	30 à 45 fr.
54 Support , avec pince pour la détermination des indices des cristaux.....	18 fr.

Cet appareil est rapide, sensible, ne nécessite l'emploi d'aucune formule, surtout ne demande aucun réglage ni manipulation délicate, influant sur l'exactitude du résultat; enfin le résultat est exprimé en indices, c'est-à-dire donne par une simple lecture le rapport $\frac{\sin i}{\sin r}$ seul comparable aux chiffres obtenus par d'autres expérimentateurs.

Le principe sur lequel repose cet appareil est très simple, il consiste à annuler par un prisme solide d'angle variable et d'indice constant la déviation imprimée à un rayon lumineux par un prisme creux d'angle fixe rempli du liquide dont on veut déterminer l'indice.

L'angle que devra avoir le prisme solide permettra d'évaluer l'indice inconnu du corps à étudier.

En effet, si nous prenons des angles prismatiques assez petits pour que la formule approchée

$$\frac{i}{r} = n$$

soit applicable, quand un rayon ayant traversé l'ensemble des deux prismes, sortira parallèle à sa direction d'incidence, nous pourrons écrire

$$(n-1)\alpha = (x-1)\frac{A}{2} \quad (1)$$

égalité dans laquelle n est l'indice du prisme à angle variable, $\frac{A}{2}$ l'angle du prisme à liquide, ce qui permet de tirer $x-1$; x étant l'indice du liquide inconnu, connaissant l'angle α du prisme variable.

Ce dernier prisme est constitué par une bande de verre découpée radialement dans une lentille; dans une telle lame l'angle varie d'une manière continue du centre optique de la lentille où il est nul, jusqu'aux bords où il a une valeur finie.

Il serait difficile de mesurer en chaque point l'angle que forme le plan tangent à la surface courbe avec la face plane; il est plus facile de l'évaluer en fonction de la distance qui sépare le point considéré du centre optique de la lentille.

(1) Les tables pour le réfractomètre de M. Ch. Féry, sont publiées chaque année dans l'Agenda du Chimiste.

Considérons donc une lentille plan convexe (Fig. 21) (forme employée dans l'appareil) (Fig. 22). On voit que l'on a

$$\sin \alpha = \frac{d}{R}$$

d distance du point considéré à l'axe optique. R rayon de courbure.

Les angles ayant été supposés assez petits, on peut écrire

$$\alpha = \frac{d}{R}$$

à ce degré d'approximation l'angle est donc proportionnel à la distance d et l'égalité (1) devient

$$(n - 1) \frac{d}{R} = (x - 1) \frac{A}{2} \quad (2)$$

$$\text{d'où } x - 1 = K \times d$$

$$\text{en posant } \frac{(n - 1)}{2AR} = K \quad (3)$$

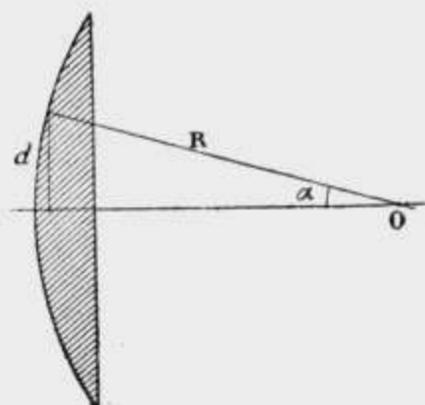


Fig. 21.

La simple mesure du déplacement qu'il aura fallu donner à la lentille pour compenser la déviation due au prisme liquide, permettra donc d'évaluer l'indice.

Pour réaliser ces conditions d'une manière commode, les deux faces d'un prisme à liquide d'angle assez petit, ont été constituées par deux lames de glace identiques, planes à l'intérieur et convexes extérieurement.

L'emploi des deux lames identiques évite le déplacement latéral qui se produirait dans un système dissymétrique.

Quand la cuve est vide, le rayon sortant sans déviation passe par les centres optiques O et O' des deux lentilles (Fig. 21 bis), car en ce point l'angle α est nul, devant satisfaire à la relation.

$$(n - 1) \times 0 = (1 - 1) \frac{A}{2}$$

l'indice de l'air étant pris pour unité.

Si l'on introduit un liquide dans le prisme, le rayon qui passait primitivement en B est dévié en B', mais on pourra trouver un autre point de la cuve C par exemple, où la relation soit satisfaite. La distance des deux points O et C donne donc $(x - 1)$.

Description de l'appareil. — La figure 22 est une vue d'ensemble de l'appareil qui permet d'en saisir le fonctionnement mécanique.

La lumière monochromatique sodée provenant d'un brûleur D tombe sur la fente du collimateur B; cette fente, qui est large, porte un réticule vertical. L'ensemble de la fente et du réticule peut être légèrement déplacé pour le réglage de l'appareil par une vis, visible sur la figure.

Les rayons sortant du collimateur tombent sur la cuve et sont reçus ensuite dans une lunette ordinaire à réticules disposés en croix de Saint-André.

La cuve est portée par une plate-forme en verre noir et se déplace suivant sa longueur, perpendiculairement à l'axe optique de l'appareil, au moyen d'un bouton moleté placé au-dessous de la lunette.

Dans son mouvement rectiligne la glissière portant la cuve entraîne un vernier V qui se déplace devant une graduation fixe E donnant directement les deux premières décimales de $(x - 1)$, le vernier au 1/10 donne les millièmes. Chaque centième d'indice est représenté par un millimètre environ sur la graduation de l'appareil de laboratoire.

Réglage de l'appareil et mesure. — La cuve étant vide, on place le vernier au zéro, puis on met au point le réticule en croix de la lunette au moyen de l'oculaire; le réticule vertical de la fente est mis au point à son tour par le tirage de la lunette, puis on amène le réticule vertical de la fente sur le croisement des fils de l'oculaire, au moyen de la vis de réglage du collimateur et sans toucher au vernier qui doit marquer zéro quand la cuve est vide.

Si le réglage de la lunette est bien fait, le réticule se trouvera dans le plan focal de la lunette

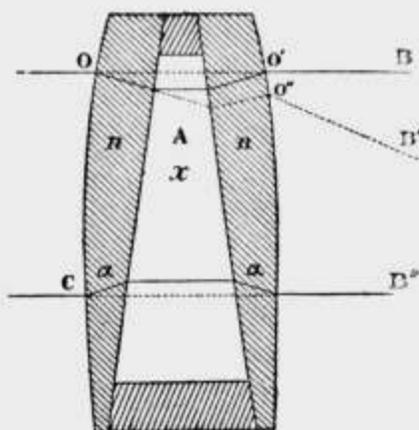


Fig. 21 bis.

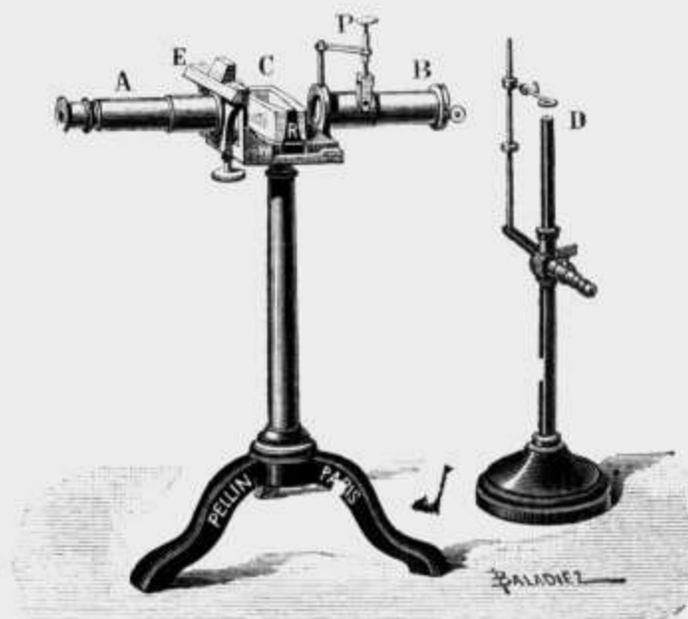


Fig. 22

et ne se déplacera pas par rapport au réticule de la fente pour de légers mouvements de l'œil à l'oculaire.

De ce réglage préalable dépend beaucoup l'exactitude des mesures ; il est d'ailleurs très facile à faire et on n'aura plus à y toucher pendant toute une série de déterminations, si l'on a soin de replacer toujours bien exactement la cuve contre ses butées, ce qui est facilité par le ressort R.

On met le liquide dans la cuve, l'image du réticule du collimateur disparaît, on agit alors sur le bouton qui déplace la cuve et, ayant retrouvé l'image du réticule, on rétablit la coïncidence, il ne reste plus qu'à lire directement sur l'échelle la valeur $(x - 1)$ du liquide employé.

Il n'est pas nécessaire d'emplier la cuve complètement, il est même bon de ne pas le faire, pour se laisser la facilité de vérifier le zéro pendant la mesure. Dans ce cas l'image du réticule du collimateur ne disparaît pas, mais s'affaiblit.

La cuve peut contenir 15 cent. cubes environ, une épaisseur de liquide de quelques millimètres représentant 2 cent. cubes est suffisante pour voir le réticule de la fente et faire une bonne mesure ; d'ailleurs la hauteur du liquide dans la cuve n'influe nullement sur le résultat.

Cette propriété de l'appareil est très précieuse dans le cas des liquides rares dont on n'a qu'un petit échantillon.

Mesure de l'indice pour d'autres raies. — Tout ce qui précède se rapporte aux mesures d'indice par rapport à la raie sodée pour laquelle la constante K de l'appareil $2 \frac{(n-1)}{A R}$ est faite égale à l'unité.

Si on change la radiation employée, la constante renfermant n (indice de la matière des lentilles) variera également.

Il est facile de calculer la nouvelle constante, mais on peut aussi la déterminer expérimentalement au moyen d'un liquide dont l'indice est connu pour la radiation employée et à la température de l'expérience. Cette nouvelle valeur de K est d'ailleurs toujours très voisine de l'unité.

La constante pour le sodium étant = 1, voici quelles seraient les valeurs de K pour d'autres radiations ; ces chiffres se rapportent au crown ordinaire employé en optique et à la glace de Saint-Gobain. Ils ont été calculés d'après les indices de ces matières, mesurés par M. J.-B. Bailla.

RAIES	B	C	D	b	F	G	H
Glace St-Gobain.	0,992	0,994	1,000	1,007	1,011	1,022	1,033
Crown de Feil..	0,996	0,997	1,000	1,007	1,013	1,023	1,032

Après une réparation de la cuve, ou dans le cas de remplacement de cette partie de l'appareil, il est bon de vérifier la constante au moyen d'un liquide d'indice connu. L'eau est très convenable pour cet objet, son indice est bien déterminé et varie très peu avec la température ; de sorte qu'une erreur sur ce facteur ne donne qu'une variation très faible de la constante.

L'appareil peut se prêter également à la mesure des indices des prismes solides, dont il n'est pas

besoin de connaître l'angle ; la seule condition est que l'angle du prisme ne soit pas supérieur à celui de la cuve.

La détermination comporte deux lectures à l'appareil.

1° Dans ce cas le prisme est supporté par une pince P à l'intérieur de la cuve (cette pince est ajoutée à l'appareil ordinaire), l'angle tourné vers le sommet de cette dernière, on mesure comme dans le cas des liquides le déplacement nécessaire pour ramener l'image du réticule vertical au croisement des réticules de l'oculaire. Soit C ce déplacement ;

2° On verse dans la cuve un liquide dans lequel le cristal est insoluble et dont on connaît l'indice. Soit t la nouvelle lecture.

Supposons, pour plus de généralité, que la constante ne soit pas l'unité et qu'on ait pour le liquide d'indice N employé une déviation.

$$K l = (N - 1)$$

l = nombre lu sur l'échelle de l'appareil

soient enfin A l'angle de la cuve et a celui du cristal à mesurer (ces quantités disparaissent dans le calcul).

La première lecture qui donne lieu au déplacement C doit satisfaire à l'égalité.

$$C K = a \left(\frac{X - 1}{A} \right)$$

X étant l'indice inconnu du cristal. — La deuxième mesure donne

$$t K = a \left(\frac{X - 1}{A} \right) + \left(\frac{N - 1}{A} \right) (A - a)$$

Enfin le liquide seul a donné une déviation telle que

$$l K = (N - 1)$$

En éliminant $(N - 1)$, A , α , entre ces trois égalités,

$$\text{on trouve } X - 1 = K \frac{l C}{t - (C + l)}$$

$$\text{et simplement } X - 1 = \frac{(N - 1) C}{t - [C + (N - 1)]} \text{ si la constante est 1.}$$

Formule exacte de l'appareil. — Il est intéressant de connaître l'erreur due à l'emploi de la formule approchée pour différentes valeurs de l'angle A de la cuve.

Calculons donc le déplacement qu'il faut donner à une cuve d'angle A et constituée par une matière d'indice n pour annuler la déviation due à un liquide d'indice x .

Ce déplacement est $d = R \sin \alpha$, en appelant R le rayon de la face courbe. Il faut donc déterminer l'angle α .

La cuve étant symétrique de part et d'autre de la bissectrice de l'angle intérieur, il nous suffit d'étudier la marche du rayon dans une moitié de l'appareil.

En remplaçant la sphère par son plan tangent au point considéré, le problème revient à trouver l'angle α d'un prisme d'indice n qui, accolé à un prisme d'angle $\frac{A}{2}$ et d'indice x , détruit sa déviation.

Le rayon FG étant normal à la bissectrice OM (Fig. 23), le prisme à liquide donne

$$\frac{x}{n} = \frac{\sin\left(\frac{A}{2} + \delta\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

La déviation δ du rayon au point H devant être la même que celle produite en G , on peut écrire pour le prisme solide

$$n = \frac{\sin\left(\alpha - \frac{A}{2}\right)}{\sin\left(\alpha - \frac{A}{2} - \delta\right)}$$

En éliminant δ entre ces deux équations et tirant α on trouve :

$$\text{tg } \alpha = \frac{(x - 1) \sin\frac{A}{2}}{\sqrt{n^2 - x^2 \sin^2\frac{A}{2} - \cos\frac{A}{2}}} \text{ qui combinée à } d = R \sin \alpha$$

donne le déplacement correspondant à l'indice x .

Voici le résultat du calcul, dans lequel on a pris

$$A = 15^\circ \quad n = 1,52 \quad R = 39\text{cm}84$$

On voit que l'erreur est toujours dans le même sens (3^e colonne) et aussi que cette erreur est

$x - 1$	d	Erreur $(x - 1) - d$	$(x - 1) - d + \epsilon$
0,0000	0,0000	0,0000	+ 0,0007
0,1000	0,0996	- 0,0004	+ 0,0003
0,2000	0,1989	- 0,0011	- 0,0004
0,3000	0,2993	- 0,0007	0,0000
0,4000	0,3996	- 0,0004	+ 0,0003
0,5000	0,5000	0,0000	+ 0,0007
0,6000	0,5997	- 0,0003	+ 0,0004
0,7000	0,6996	- 0,0004	+ 0,0003

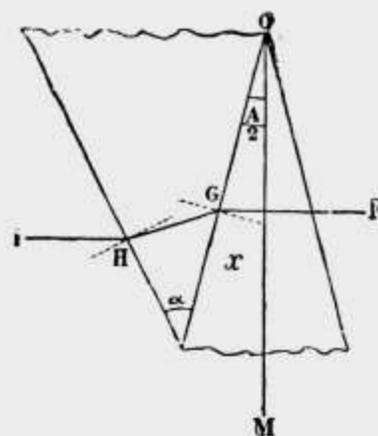


Fig. 23.

nulle pour un liquide de même indice que celui des lentilles. En effet, à ce moment l'angle α doit être égal à $\frac{A}{2}$ et la cuve devient une lame homogène à faces parallèles, traversée perpendiculairement par le rayon.

La détermination pratique de la constante se faisant avec de l'eau distillée, l'erreur est alors représentée par les chiffres de la dernière colonne du tableau, ϵ représentant la distance séparant le centre optique de la cuve

de l'axe optique de l'instrument, quand l'appareil est au zéro. Les erreurs sont dans ce cas plus faibles, étant tantôt positives, tantôt négatives, il y a comme dans la colonne $(x - 1) - d$ deux points où l'erreur est nulle : pour un indice de 1,15 environ et pour 1,33.

Si dans la formule $tg \alpha = \frac{(x - 1) \sin \frac{A}{2}}{\sqrt{n^2 - x^2 \sin^2 \frac{A}{2}} - \cos \frac{A}{2}}$ nous faisons A très petit, nous retrou-

vons la formule approchée (1) indiquée précédemment $\alpha = \frac{(x - 1) \frac{A}{2}}{n - 1}$

Si nous remarquons que pour un angle de 15° pris comme exemple dans le calcul numérique, les erreurs $(x - 1) - d + \varepsilon$ sont inférieures à 0,001, nous voyons qu'on peut obtenir d aussi voisin de $(x - 1)$ qu'on le désire.

Pour une même valeur de A, la sensibilité de l'appareil ne dépend que de la longueur de la cuve et le rayon de courbure de la sphère des lentilles devra croître proportionnellement, car pour de mêmes limites la valeur de α sera la même et on aura

$$\frac{d}{R} = \frac{d'}{R'} = \sin \alpha$$

pour des applications particulières on peut n'augmenter que le rayon de courbure en limitant la cuve à la région utilisée. L'erreur dans ce cas sera même moins forte entre les limites considérées et on pourra augmenter la sensibilité en agissant sur A.

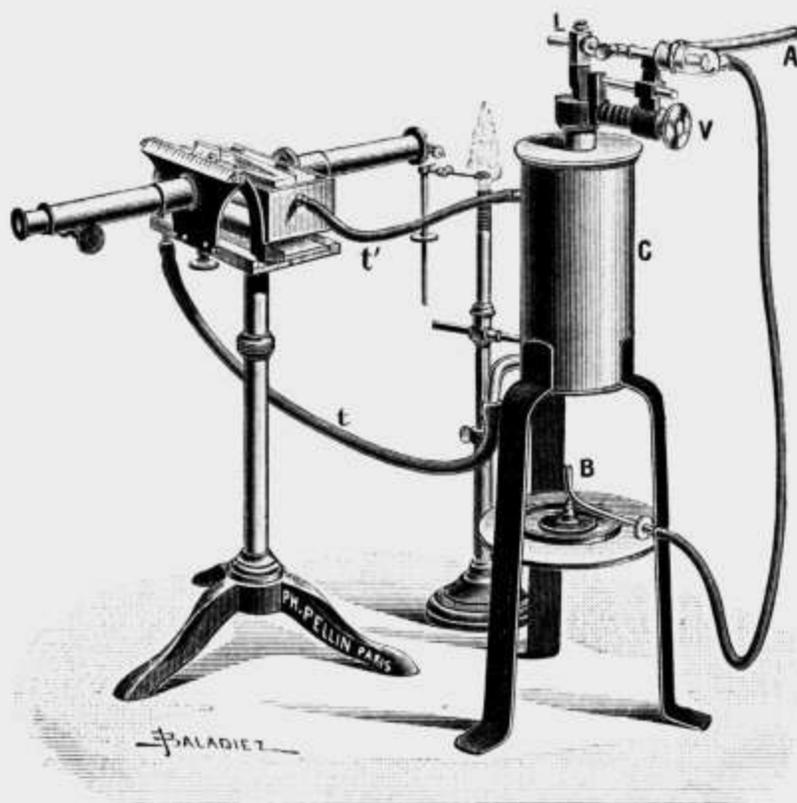


Fig. 24.

Dans tous les cas, la graduation est telle que les lectures donnent directement l'indice du liquide mesuré.

Le calcul numérique pris pour exemple se rapporte à l'appareil courant de laboratoire mesurant tous les indices entre 1,33 et 1,70, le déplacement de la cuve est d'environ un millimètre pour une unité de la deuxième décimale. Le vernier au $\frac{1}{10}$ permet d'apprécier $\frac{1}{1000}$ et avec un peu d'habitude $\frac{5}{10.000}$.

55 Réfractomètre à cuve chauffable de M. Ch. Féry, (Fig. 24.) **380 fr.**

55bis Thermostat, pour maintenir la température constante, (Fig. 24). **50 fr.**

L'indice de réfraction, comme toutes les constantes physiques, varie avec la température.

Peu importante pour les liquides aqueux, la correction due à la température ne peut pas être négligée, quand il s'agit de liquides

ayant entre eux des indices assez voisins et qu'il est par conséquent nécessaire de mesurer à la quatrième décimale.

Il est donc nécessaire de pouvoir porter la cuve du Réfractomètre à une température quelconque et de l'y maintenir.

Dans ce but, la cuve proprement dite de l'appareil est entourée d'une seconde cuve à faces parallèles (Fig. 25). Entre les deux parois circule un liquide porté à la température convenable par un thermostat et qui, dans le cas ordinaire, sera de l'eau.

Etudions maintenant comment agit cette cuve extérieure au point de vue de la réfraction et voyons si sa présence ne modifie pas la proportionnalité, un des principaux avantages de l'appareil.

Tout étant symétrique de part et d'autre du plan XY, ne considérons qu'une des moitiés de l'appareil.

Le problème revient à étudier la marche des rayons dans trois prismes en contact et dont les faces extrêmes sont parallèles.

Remplaçons donc la lentille au point B par son plan tangent, et étudions les déviations que subit le rayon.

La face de la cuve de chauffage étant perpendiculaire au rayon, nous n'aurons à nous occuper de la réfraction qu'aux points C et B; en ce dernier point la déviation sera :

$$(1) \quad \delta = \left(\frac{e}{\nu} - 1 \right) (\alpha - A')$$

La condition que réalise l'appareil est de ramener le rayon réfracté C parallèle à sa direction incidente A B. Il faut donc que la déviation au point C soit égale et opposée à celle qui se produit en B.

$$(2) \quad -\delta = \left(\frac{x}{\nu} - 1 \right) A'$$

Ce qui donne en égalant (1) et (2)

$$\left(\frac{e}{\nu} - 1 \right) (\alpha - A') = \left(\frac{x}{\nu} - 1 \right) A' \text{ ou en simplifiant } x - e = \alpha \left(\frac{\nu - e}{A'} \right) (3)$$

Nous avons trouvé pour l'appareil ordinaire, c'est-à-dire quand les faces de la cuve plongent dans l'air.

$$(4) \quad x - 1 = \alpha \left(\frac{\nu - 1}{A'} \right)$$

En ajoutant aux deux membres de (3) la quantité $(e - 1)$

$$\text{on a} \quad (5) \quad (x - 1) = \alpha \left(\frac{\nu - e}{A'} \right) + (e - 1)$$

Cette équation, qui est celle de l'appareil à chauffage, représente encore une droite, mais qui ne passe plus par l'origine.

L'adjonction d'une cuve extérieure conserve donc la proportionnalité à l'appareil.

Remarquons en outre que, pour une même cuve, la sensibilité se trouve accrue par l'immersion dans le rapport des coefficients angulaires des droites (4) et (5) soit $\frac{n-1}{n-e}$ ou 2,72 avec les matières employées Crown 1.5261 et eau 1.3325.

La division qui indiquait dans l'appareil ordinaire $n - 1$ donne avec immersion $n - \bar{e}$.

Dans cet appareil à cuve chauffable la division est faite de manière à donner rapidement l'indice avec ou sans emploi d'eau dans la cuve.

A cet effet la division de l'échelle de l'appareil est faite en millimètres et sur chaque appareil, il est indiqué que sans eau dans la cuve à chauffer, le zéro correspond à 1 et au-dessous, la constante par laquelle il faut multiplier le nombre lu sur l'échelle qui, ajouté à 1, donne l'indice du liquide observé.

Exemple. — La constante indiquée est 1,0937, on lit sur l'échelle 431. On a

$$0,431 \times 1,0937 + 1 = 1,47128, \text{ indice du liquide.}$$

Avec de l'eau dans la cuve à chauffer, le zéro correspond à 1,3325, indice de l'eau à la température 25°; et au-dessous, la constante par laquelle il faut multiplier le nombre lu sur l'échelle qui, ajouté à 1,3325, donne l'indice du liquide.

Exemple. — La constante indiquée est 0,4105. On lit sur l'échelle 338. On a

$$0,338 \times 0,4105 + 1,3325 = 1,47125, \text{ indice du liquide.}$$

Si on fait l'expérience à des températures différentes, on tiendra compte des variations de l'indice de l'eau à ces températures.

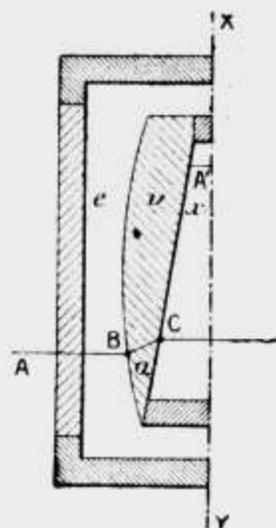


Fig. 25.

Indices de l'eau par rapport à l'air à 20° c.

0	1.33406
10	1.33374
15	1.33343
20	1.33303
25	1.33255
30	1.33200
40	1.33071

(Ces chiffres sont extraits du recueil de données numériques de M. DUFET, *Ouvrage publié par la Société de Physique*, Gauthier-Villars Fils, éditeur.)

Réglage du zéro de l'appareil. — On remplit d'eau, la cuve à chauffer et la cuve prismatique, on place le vernier au zéro de la division, puis on met au point le réticule en croix de la lunette, au moyen de l'oculaire ; le réticule vertical de la fente est mis au point à son tour par le tirage de la lunette, on amène alors le réticule vertical de la fente au croisement des fils de l'oculaire, au moyen de la vis de réglage du collimateur, *sans toucher au vernier qui doit rester à zéro.*

Si on se sert de l'appareil sans eau dans la cuve à chauffer, la cuve prismatique doit être également vide pour la détermination du zéro, qui se fait toujours comme il est dit ci-dessus.

On remarquera que le tirage de la lunette n'est pas le même dans les deux cas.

La température constante est obtenue par le thermostat bien connu du Dr Roux, que son auteur a combiné pour maintenir à une température invariable les étuves servant à la culture des micro-organismes.

Cet appareil est basé sur la déformation qu'éprouve une lame bimétallique quand la température varie.

Cette lame fixée à sa partie inférieure, plonge dans une petite chaudière en cuivre rouge C (Fig. 24).

L'extrémité supérieure L, qui est libre, ouvre ou ferme le débit du gaz arrivant par le tube A et se rendant au brûleur B qui chauffe la cuve. Dans ces conditions, l'appareil réglé pour la température désirée par la vis V, maintiendra cette température invariable.

En effet, si la température tend à s'élever la bilame se dilatant davantage diminue l'arrivée du gaz. Si au contraire un refroidissement se produit, l'effet inverse a lieu, la masse d'eau reçoit immédiatement une plus grande quantité de chaleur du brûleur.

Cet appareil règle à quelques dixièmes près ; il est relié au réfractomètre par les deux tubes en caoutchouc *t* et *t'* qui mettent en relation la masse d'eau de l'appareil avec la petite chaudière.

Dans ces conditions une circulation se produit et le liquide à mesurer conserve très exactement sa température.

Afin d'éviter une extinction complète du brûleur provenant d'une manœuvre trop brusque de la vis V ou d'une élévation anormale de la température, le clapet d'arrivée du gaz ne ferme pas complètement l'orifice.

Pour la sûreté du fonctionnement de l'appareil on doit s'assurer que la vis T étant complètement desserrée le brûleur reste en veilleuse.

56 Réfractomètre de M. A. Dupré, appareil pour mesurer les indices de réfraction des liquides ou des gaz, Laboratoire municipal de Paris, (Fig. 26, 27)..... 700 fr.

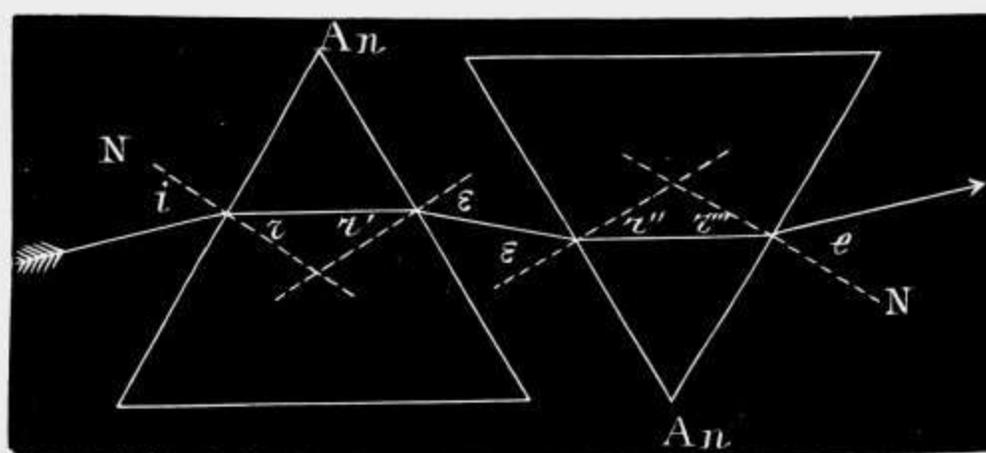


Fig. 26.

Les déviations sont toujours observées dans les deux positions suivantes : incidence ou émergence normale au prisme le moins réfringent ; ces deux positions sont réalisées mécaniquement et évitent la recherche du minimum de déviation qu'on est obligé de faire dans les appareils à prisme.

Principe de la méthode. — Considérons deux prismes de même angle An et An disposés en sens inverse, de manière à former un biprisme dont les faces extérieures soient parallèles entre elles.

Pour plus de clarté, nous supposons, dans la figure, les deux prismes séparés l'un de l'autre par une couche d'air à faces parallèles.

n et n' étant les indices de réfraction des prismes, supposons $n' < n$.

Examinons un cas particulier réalisable mécaniquement, celui où le rayon émerge normalement à la face externe du prisme le moins réfringent, ou, ce qui revient au même, le cas où l'incidence est normale à cette même face.

Dans ces conditions, la déviation totale δ devient égale à r et l'on a

$$e = 0, \quad r''' = 0, \quad r + r' = A, \quad r'' = A,$$

et, en se servant des formules connues,

$$\sin i = n \sin r' \quad (1), \quad n' \sin r'' = n \sin r' \quad (2), \quad \sin e = n' \sin r''' = 0. \quad (3)$$

Après avoir remplacé i, r, r', r'' par leurs valeurs, on arrive à la formule suivante

$$(4) \quad n = \sin \delta \cos A + \sqrt{n^2 - \sin^2 \delta},$$

qui donne la valeur de

n' en fonction de valeurs connues ;

n indice de réfraction de la matière du prisme le plus réfringent ;

δ déviation totale ;

A angle du prisme.

Pour rendre la formule (4) calculable par logarithmes, il convient de poser

$$(5) \quad \cos \varphi = \frac{\sin \delta}{n}; \quad \text{Supposant toujours } n' < n, \text{ on a :} \quad (6) \quad n' = \frac{n \times \cos(\varphi - A)}{\sin A}$$

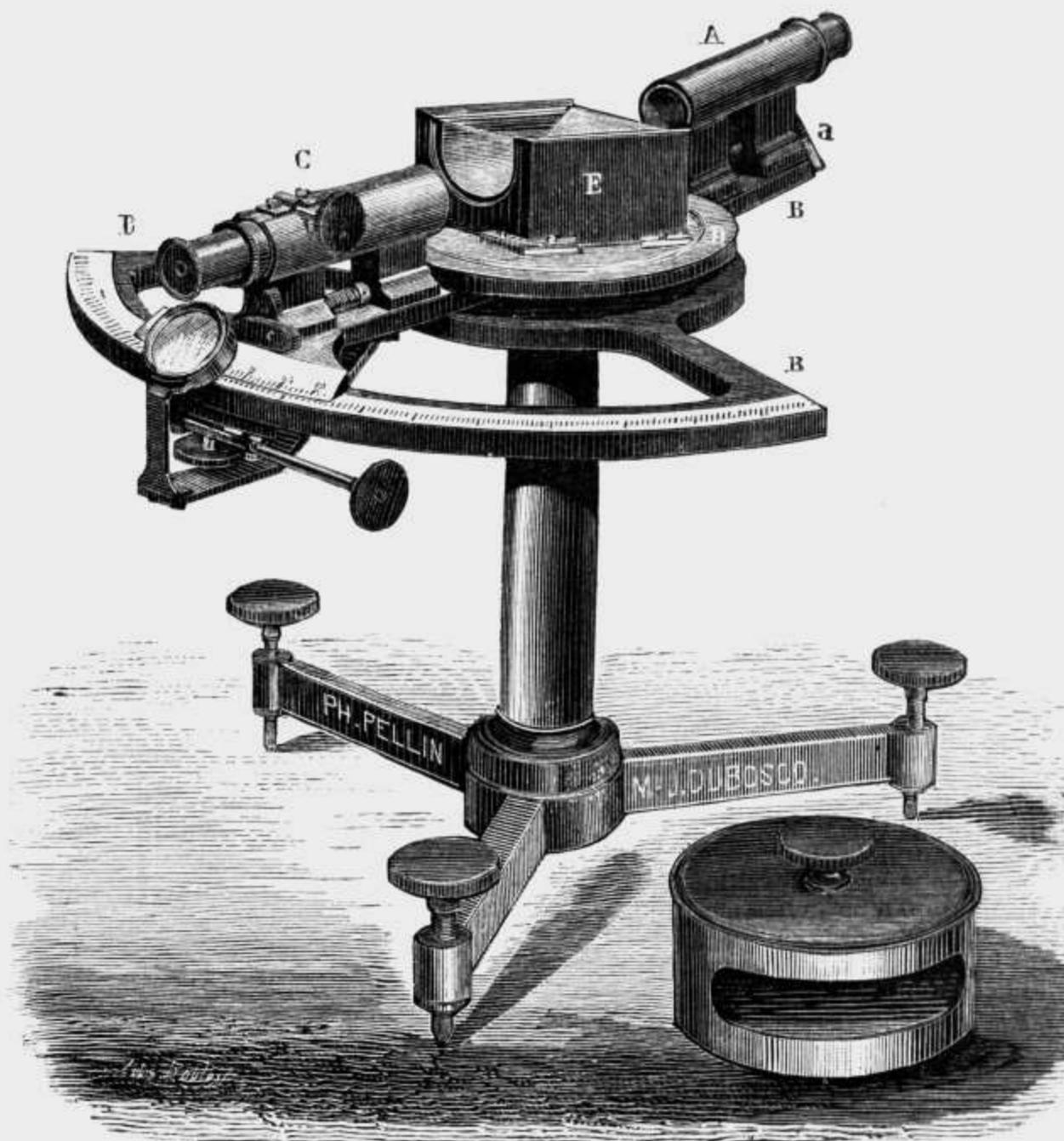


Fig. 27.

Description de l'appareil. — Il se compose d'un arc de cercle B (Fig. 27) monté sur un pied à vis calantes ; le limbe est divisé en demi-degrés.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

Un prolongement fixe de l'arc de cercle supporte en A un collimateur à réticules en croix, qui peut être éclairé par la lumière monochromatique d'un brûleur à chlorure de sodium fixé à demeure dans l'axe du collimateur.

Une lunette C, dont le réticule est en croix de Saint-André, est invariablement fixée sur une alidade à double vernier permettant la lecture de la minute (29 divisions du limbe correspondant à 30 divisions du vernier).

Les positions respectives de la lunette et du vernier sont réglées une fois pour toutes par le constructeur, de manière à superposer le réticule de la lunette au point de croisement des fils du collimateur, quand la déviation est nulle et que le zéro du vernier coïncide exactement avec le zéro du limbe.

D est un plateau mobile autour d'un axe vertical : son mouvement peut être indépendant de celui de l'alidade ; ce plateau porte à sa surface supérieure des repères saillants entre lesquels le biprisme E peut être encastré dans une position invariable et en maintenant ses faces normales au plan du limbe.

Le biprisme E est formé par deux prismes de 60°, l'un plein en crown, l'autre creusé en forme de demi-cylindre parallèlement à sa base ; ces deux prismes sont accolés en sens inverse par leurs faces symétriques et la surface antérieure du prisme creux est fermée par une glace à faces parallèles ; tout le système est maintenu en contact par une garniture métallique qui s'emboîte exactement entre les repères du plateau D.

La tranche du plateau D est percée de deux trous coniques qui permettent, au moyen de la tige à ressort *a*, de rendre le plateau fixe et de placer le biprisme dans la position de l'incidence normale, ou, à l'aide de la tige à ressort C, d'entraîner le plateau et le biprisme solidairement avec l'alidade dans la position de l'émergence normale.

Manipulation. — Placer le biprisme dans les encastrements du plateau D et verser le liquide dont on veut prendre l'indice dans le prisme creux.

Si le liquide est moins réfringent que la matière du prisme plein, on réalise l'incidence normale en tournant le plateau de manière à engager la tige dans le trou placé du côté de la face extérieure du prisme creux ; on allume la lampe monochromatique, puis on observe dans la lunette en la poussant peu à peu vers la gauche jusqu'à ce que son réticule se superpose à celui du collimateur et on lit la déviation Δ .

On retire la tige *a* et on la cale sur la partie postérieure de la monture du collimateur ; on rend libre la tige C et l'on tourne le plateau D en sens inverse de la marche des aiguilles d'une montre, jusqu'à ce que la tige C s'engage dans le trou creusé du côté de la face extérieure du prisme creux.

L'instrument ainsi disposé pour observer dans la position de l'émergence normale, il suffit d'observer en entraînant en même temps de gauche à droite la lunette et le plateau supportant le biprisme, jusqu'au moment où l'on obtient la coïncidence des réticules de la lunette et du collimateur, puis on fait une nouvelle lecture Δ' .

La déviation δ produite par le biprisme est donnée par la demi-somme des deux lectures

$$\delta = \frac{\Delta + \Delta'}{2}$$

Connaissant, une fois pour toutes, l'indice *n* du crown du prisme plein $n = 1,5169$, la valeur de l'angle $A = 60^\circ$, (1), qui est rigoureusement le même pour le prisme plein et le prisme creux, on a tous les éléments nécessaires pour calculer les formules (5) et (6).

Lorsque l'indice à mesurer est plus grand que celui du crown, on opère de la même façon, en ayant soin de produire l'incidence et l'émergence normales à la face extérieure du prisme plein.

Ces calculs peuvent du reste être évités en traçant d'avance pour chaque instrument les courbes des indices plus petits et plus grands que celui du crown ; on prend pour ordonnées les déviations croissantes et pour abscisses les indices calculés correspondants.

Cet instrument évite les tâtonnements plus ou moins longs auxquels on est exposé en employant les appareils ordinaires pour placer les faces des prismes perpendiculairement au plan du limbe et pour rechercher la position du minimum de déviation.

La détermination d'un indice par un observateur non exercé se fait en moins de cinq minutes quand on se sert de courbes à grande échelle ; celles établies au laboratoire municipal de Paris permettent la détermination des indices avec quatre décimales.

Un millimètre représente une minute ou deux unités de la quatrième décimale des indices.

(*Journal de Physique* 2^e Série, tome VIII, 1889.)

57 Réfractomètre à lentille de M. Piltchikoff.....	260 fr.
58 Cuve à chauffer.....	50 fr.

(1) Pour avoir exactement le même angle pour les deux prismes, il convient de les couper perpendiculairement aux faces dans un prisme unique.

Cet appareil est destiné à mesurer les indices de réfraction des liquides et à étudier les variations des indices avec la température (Fig. 28).

La théorie du réfractomètre est basée sur les relations qui existent entre l'indice de réfraction d'une lentille, les rayons de courbure de ses surfaces et sa distance focale.

L'appareil se compose de trois parties :

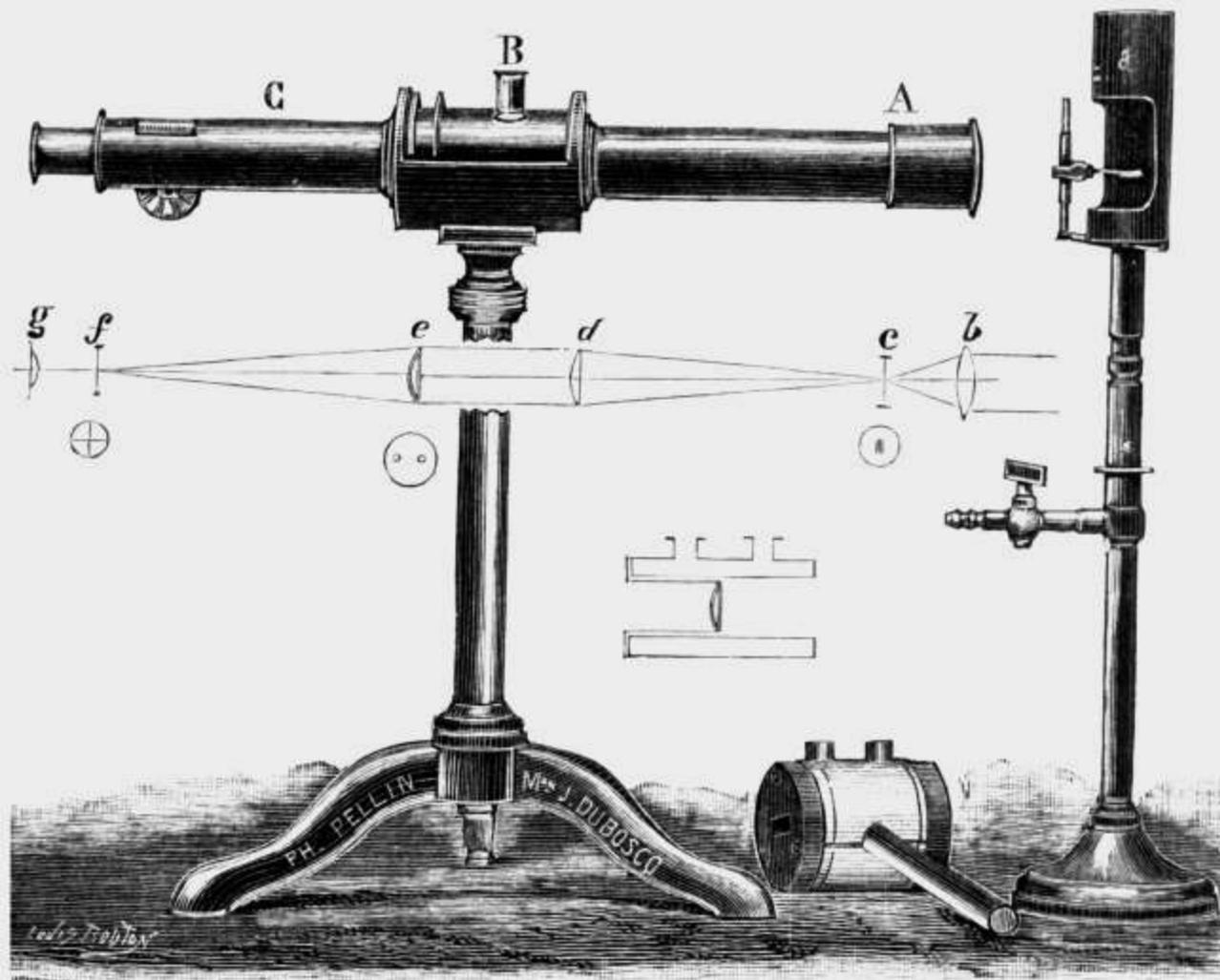


Fig. 28.

- A. Collimateur recevant les rayons lumineux d'une lampe monochromatique.
- B. Support de la lentille creuse. Ce support est disposé de manière à recevoir la lentille dans deux positions espacées de 50 millimètres.
- C. Lunette d'observation, ayant un tirage avec division en millimètres et vernier donnant le 1/20.
- a. Lampe monochromatique.
- b. Lentille concentrant les rayons lumineux en c.
- c. Ecran ayant trois fentes parallèles très fines et verticales.

- d. Lentille faisant collimateur par rapport à l'écran c.
- e. Cuve destinée à recevoir les liquides à étudier ; elle se compose d'un ménisque convergent et d'une glace parallèle. En arrière de la cuve se trouve un écran percé de deux trous de 1 millimètre placés aux extrémités d'un diamètre horizontal.
- f. Ecran en verre dépoli, ou réticule, sur lequel la lentille liquide vient faire le foyer des traits de c.
- g. Loupe de mise au point.

Manière d'opérer. — On remplit la lentille du liquide à essayer, on la met en place en B.

On met le réticule au point avec la loupe *g* ; on agit sur le bouton qui commande la crémaillère, de manière à amener ce réticule dans le plan focal principal de la lentille *e* ; on arrive à ce point lorsque les images des traits *c*, fournis par la lentille à travers les deux trous de 1 m/m., se superposent traits pour traits.

Ce mode de détermination de la distance focale d'une lentille présente les avantages suivants :
 1° Grande sensibilité, parce que la déformation de l'image est plus visible quand elle n'est pas de même grandeur dans les diverses directions.

2° Facilité de déterminer la distance focale comme moyenne de deux mesures, en faisant superposer les six traits en cinq ou en quatre, en avant ou en arrière du plan focal.

L'écran percé de deux trous, qui est près de la lentille, a encore un avantage important : c'est qu'il masque les rayons centraux ; or, c'est juste à ce point que se forme la bulle d'air lorsqu'on emploie des liquides très volatils.

Nous avons vu que la lentille *e* peut occuper deux positions distantes de 50 m/m., cette disposition est nécessaire pour la mise au point dans le cas où le tirage de la lunette ne serait pas suffisant ; on éloigne la lentille de 50 m/m. de sa position première en retournant le manchon porte-lentille.

La lentille a été calculée pour donner une distance focale de 0^m,150 à 0^m,250 pour les liquides

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

ayant un indice de réfraction compris entre 1,3 et 1,7, c'est-à-dire pour les liquides dont l'indice est compris entre celui de l'eau et celui du sulfure de carbone.

On peut donner à cette lentille une courbure donnant la même course pour des indices de 1,3 à 1,4 ; de 1,4 à 1,5, etc., etc., et avoir ainsi une plus grande précision.

Etude des variations des indices de réfraction sous l'action de la chaleur. — On emploie une cuve spéciale à double paroi ; l'intervalle est rempli d'huile qu'on peut chauffer avec un brûleur ; un thermomètre donne la température, qui peut aller jusqu'à la température critique de l'éther.

Ce réfractomètre n'exige aucun réglage ; toutes les parties s'emboîtent facilement ; il suffit de faire une ou deux lectures sur l'échelle divisée du coulant.

Détermination des constantes du réfractomètre. — L'indice de réfraction est donné par

la formule
$$n = P + \frac{Q}{F} \tag{1}$$

P et Q sont deux constantes.

F est la distance focale exprimée en divisions de l'échelle de l'appareil.

Pour déterminer P et Q, on prend deux liquides d'indices connus et bien différents.

On connaît donc n_1, n_2 .

On les met successivement dans la lentille ; on note F_1, F_2 ,

on a deux équations :
$$n_1 = P + \frac{Q}{F_1} \quad \text{et} \quad n_2 = P + \frac{Q}{F_2}$$

d'où on tire :

$$Q = \frac{(n_2 - n_1) F_1 F_2}{F_1 - F_2} \quad \text{et} \quad P = \frac{n_1 F_1 - n_2 F_2}{F_1 - F_2}$$

valeurs qu'on substitue dans la formule (1).

La précision de la détermination de l'indice de réfraction est de 0,0005 environ.

(*Journal de Physique, 2^e Série, tome VIII, 1889.*)

RÉFRACTOMÈTRES INTERFÉRENTIELS

59 Réfractomètre interférentiel Jamin, permet de faire interférer deux rayons parallèles peu distants l'un de l'autre et issus d'un même point..... **780 fr.**

Cet appareil sert à déterminer les indices de réfraction des corps très peu réfringents ou ceux d'un même corps dans des états réfringents très peu différents (Fig. 29, 30).

Cet appareil se compose de deux glaces parallèles épaisses, argentées à la partie postérieure, travaillées dans le même morceau de cristal, placées parallèlement entre elles sous un angle de 45° avec l'axe de l'appareil.

Le rayon lumineux incident traverse une lentille cylindrique, pour en limiter le champ.

Le rayon réfléchi sur la première surface de la glace et celui réfléchi sur la seconde surface après qu'il a été réfracté dans l'intérieur de la glace, cheminant à distance, sont reçus sur la seconde glace, montée sur un support qui possède deux mouvements ; on obtient le phénomène des interférences par un léger déplacement.

Une lunette de Galilée permet l'observation des franges. Le compensateur de Jamin, composé de deux lames de glace, parallèles et identiques, permet de faire réapparaître les franges qui ont disparu par l'interposition d'un liquide ou d'un gaz sur le trajet de l'un des rayons et de faire coïncider avec le réticule de la lunette la frange centrale ou toute autre frange servant de repère. Un tambour divisé donne l'angle dont on a fait tourner les deux glaces du compensateur.

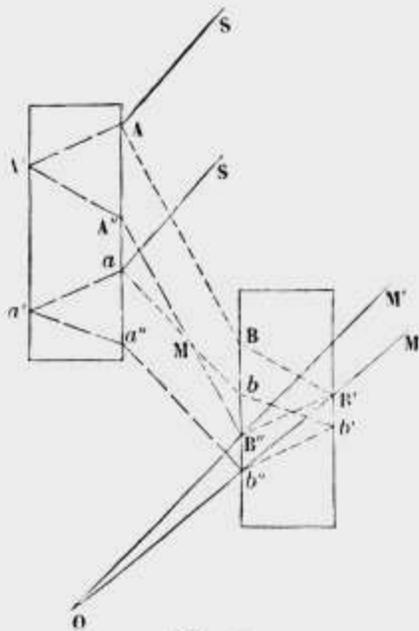


Fig. 29

59bis Le même, monté sur un banc en fonte à vis calantes et avec un double tube de 1 mètre, fermé à ses extrémités par des glaces planes et parallèles..... **1000 fr.**

Maison Jules DUBOSCQ, 21, rue de l'Odéon, Paris

Dans ce modèle les glaces, le tube sont montés sur des colonnes et patins indépendants qui glissent sur le banc.

60 Glaces épaisses de Jamin, montées sur supports indépendants à vis calantes et avec mouvements de réglage **350 fr.**

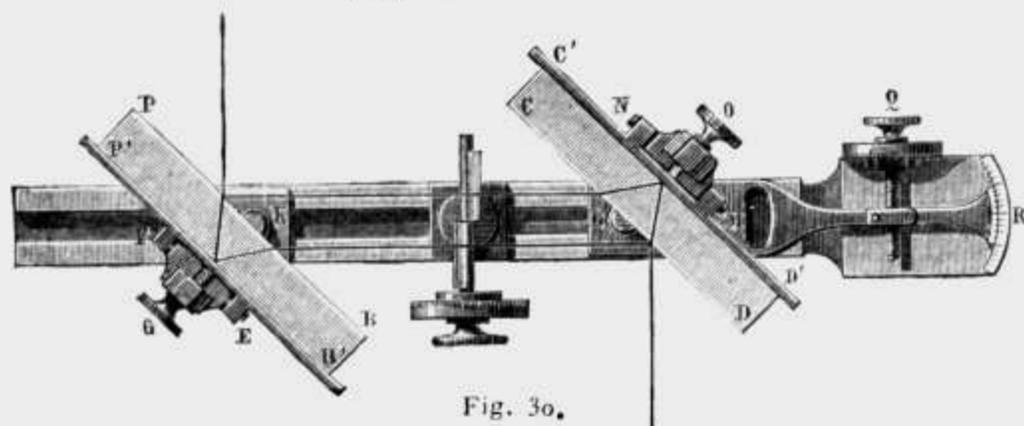


Fig. 30.

Physique Jamin-Bouty, Gauthier-Villars, éditeur.

Longueur 1 mètre..... **150 fr.**

63 La même, avec fermeture par des lames en quartz, en sus..... **60 fr.**

Glaces épaisses de Jamin. — Pour régler les glaces épaisses de Jamin fixées sur leurs supports. On procède de la manière suivante :

On place ces supports dans leurs crapaudines de manière que les miroirs soient à peu près parallèles.

Au moyen d'un niveau, on rend horizontales les faces supérieures des miroirs, dans ces conditions il ne reste plus qu'à les rendre parallèles, on y parvient approximativement à l'aide d'un fil, en mesurant d'angle à angle leur distance.

On éclaire à l'aide d'une source monochromatique d'une faible largeur, les franges apparaissent.

A l'aide de petits mouvements sur les vis calantes d'un des supports ou sur la vis de rotation, on rend les franges horizontales et les maintenant dans cette position, on les élargit le plus possible.

On remplace la source monochromatique par une bougie, il suffit en général de petits mouvements de rotation pour faire apparaître les franges colorées.

On leur donne les dimensions convenables en agissant sur les vis de rotation.

Ces franges se projettent très bien à la lumière électrique.

Si on possède l'appareil (Fig. 30), on enlèvera le compensateur et, amenant les glaces au contact on les règle sensiblement parallèles, puis au moyen d'un bouton qui permet de faire basculer l'une des glaces autour d'un axe horizontal et du bouton Q qui donne un mouvement de rotation autour d'un axe vertical on obtiendra, avec la lumière monochromatique, les franges comme il est dit plus haut.

Compensateur Jamin. — Suivant le phénomène qu'on a à mesurer on donne aux deux glaces du compensateur, (Fig. 31), un écart variable à l'aide de la vis H. La sensibilité de l'appareil sera d'autant plus grande que l'angle des glaces sera plus petit, puis ensuite sans toucher à cette vis dans la suite de l'expérience on procédera à la graduation du compensateur, comme dans le cas du compensateur **Billet**, mais en lumière parallèle.

Il convient de bien faire tomber les deux faisceaux interférents au milieu des glaces.

On obtient les franges avec les glaces épaisses, puis on les vise avec une lunette sur le réticule de laquelle on fait passer les franges une à une : généralement il n'y a pas proportionnalité entre le déplacement des franges et la rotation du système des glaces, mesurée par un cercle gradué.

On construit une courbe de correction qui n'est valable que pour la longueur d'onde de la lumière employée.

Il est bon de répéter les mesures en faisant tourner le système des glaces en avant et en arrière.

64 Réfractomètre interférentiel de M. Mascart, sans le spectroscopie. *Les rayons séparés sont dans un plan horizontal*..... **1400 fr.**

65 Réfractomètre interférentiel de M. Mascart, avec le spectroscopie..... **1800 fr.**

61 Compensateur de Jamin, (Fig. 31) monté sur colonne et pied à vis calantes, mouvement rapide et mouvement lent..... **200 fr.**

62 Cuve métallique, à deux compartiments avec robinets, fermée à ses extrémités par des glaces planes et parallèles.

Longueur 0^m,50 **100 fr.**

150 fr.

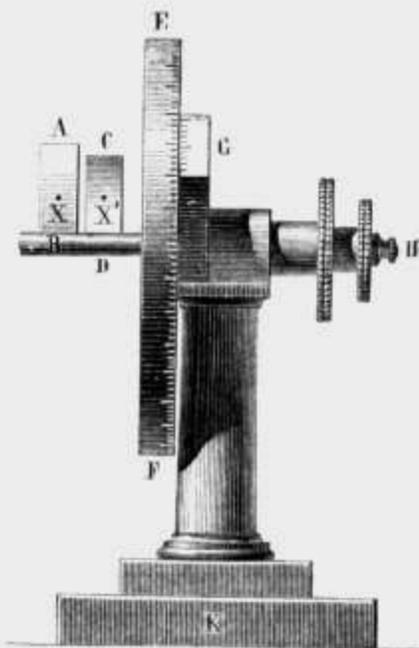


Fig. 31.

L'appareil interférentiel à parallélépipèdes de M. Mascart se compose d'un fort banc en fonte de 1^m80, monté sur quatre fortes vis calantes.

Sur ce banc glissent cinq patins portant : le premier, une colonne sur laquelle est fixé le collimateur avec son diaphragme. Ce patin a un mouvement de déplacement pour amener l'axe optique du collimateur sur l'arête du premier parallélépipède.

Le second patin porte une colonne possédant un mouvement de rotation autour de son axe au moyen d'une vis tangente à pas lent.

Une division indique la rotation. Cette colonne est coiffée par un plateau fixe, sur lequel est

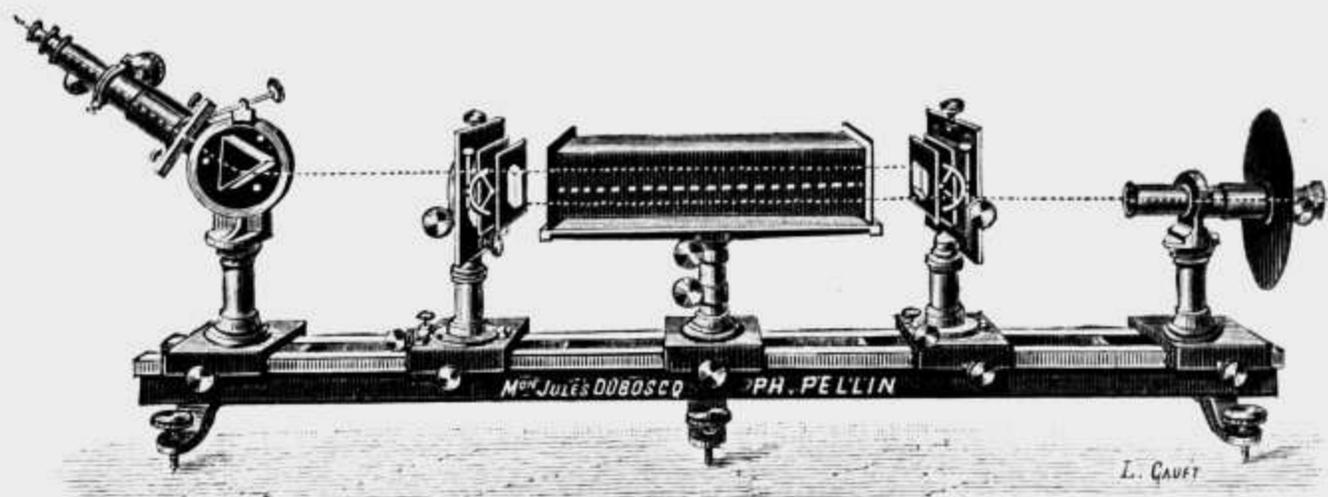


Fig. 32.

placé un second plateau qui possède trois vis de rappel pour dégauchir le parallélépipède qui est placé dessus.

Le centre du parallélépipède coïncide avec celui de la colonne.

Le troisième patin porte la double cuve d'un mètre.

Le quatrième patin a une construction identique à celle du second ; il possède, en outre, un mouvement de déplacement parallèle à l'axe optique du collimateur, ce qui permet, lorsque les parallélépipèdes ont une position convenable, de réunir en un seul faisceau le rayon incident qui a été séparé en deux par le premier parallélépipède.



Fig. 33.

Le cinquième porte le spectroscopie, qui a une fente variable en avant de son objectif afin de voir nettement les franges de Talbot. Ce cinquième support a un mouvement de déplacement perpendiculaire à l'axe du banc afin d'amener le faisceau reconstitué sur le prisme mis au minimum de déviation.

Modèle construit pour M. Crova, *Faculté de Montpellier*. M. Damien, *Faculté de Lille*.

66 Réfractomètre interférentiel de M. Mascart (Fig. 32). *Les rayons séparés sont dans un plan vertical*, modèle construit pour M. Bichat (*Faculté de Nancy*). 2500 fr.

On peut supprimer, aux appareils 64, 65, les parallélépipèdes de M. Mascart et les remplacer par les bilames de Fizeau n° 68.

67 Monture pour les Bilames Fizeau..... en sus 50 fr.

68 Bilames de Fizeau 30 mm × 35 mm épaisseur 13 mm..... 50 fr.

MESURE DE LA DILATATION

69 Dilatamètre de M. Le Chatelier, pour la mesure de la dilatation par la méthode de Fizeau (Fig. 34)..... 350 fr.

Appareil très commode pour les manipulations dans les laboratoires.

Ce dilatamètre a été employé par M. Emilio Damour, *Ingénieur civil des Mines*, pour la mesure des dilatations des pâtes et couvertes de porcelaine, et l'examen des défauts de fabrication et accidents se rattachant à la question des dilatations.

Et par MM. L. Grenet et Chatenet, *Ingénieurs civils des Mines*, pour la mesure des dilatations des borates et silicates fusibles.

Ce dilatamètre est une application de la méthode bien connue de Fizeau.

Lorsqu'on examine par réflexion une surface polie et réfléchissante mise au contact d'une lentille convexe, on voit se former des anneaux colorés ; si on substitue, à la lumière blanche, la

lumière monochromatique du sodium, on obtient des anneaux qui sont alternativement noirs et jaunes; dans ce cas, si l'on *écarter* légèrement de la lentille le plan poli, les anneaux paraissent diminuer et, gagnant le centre, se réduisent à un point noir qui disparaît; le phénomène se continue jusqu'à disparition complète des anneaux. Chaque nouvelle extinction d'un anneau noir au centre indique qu'il y a eu un déplacement relatif des deux sur-

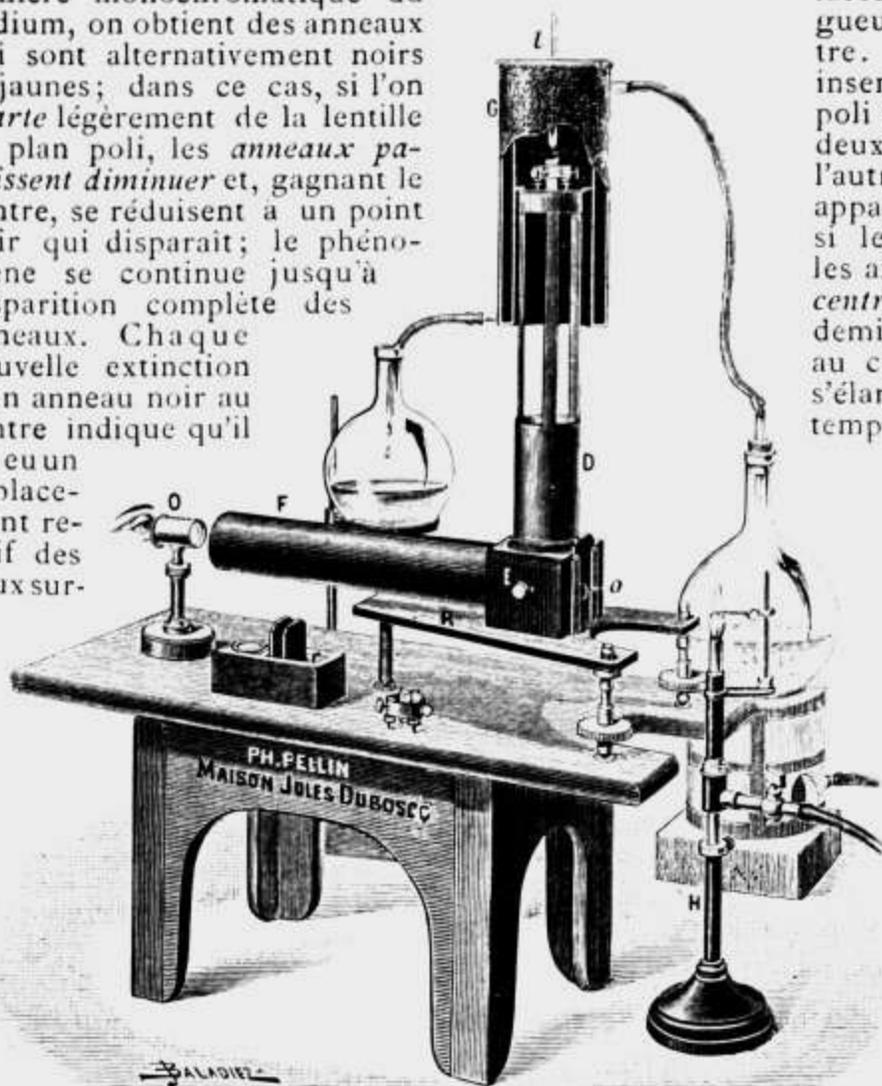


Fig. 34.

faces exactement égal à une demi-longueur d'onde, soit $\frac{3}{10\ 000}$ de millimètre. Inversement, si l'on *rapproche* insensiblement l'un de l'autre un plan poli et une lentille convexe, lorsque les deux surfaces sont très voisines l'une de l'autre, on voit, à un certain moment, apparaître des anneaux concentriques; si le mouvement d'approche continue, les anneaux progressent en s'éloignant du centre, et, pour tout déplacement d'une demi-longueur d'onde, on voit poindre au centre une tache noire qui bientôt s'élargit en un petit cercle, en même temps que disparaît un cercle périphérique.

Cette propriété optique permet, en comptant les cercles noirs qui passent en un point donné, ou mieux les taches noires qui paraissent ou disparaissent au centre, de mesurer, au $\frac{3}{10\ 000}$ de millimètre, le déplacement relatif de deux surfaces et d'apprécier le sens du déplacement; elle est le point de départ de la méthode de mesure des dilatations.

Description de l'Appareil.

— Les figures 34 et 35 donnent l'ensemble et le schéma de l'appareil.

La figure 36 représente l'échantillon dont on veut mesurer la dilatation, maintenu dans un support spécial par trois vis à pointes $v\ v'\ v''$. Cet échantillon est taillé sous forme de prisme et a une face polie.

Ce support réalise les conditions suivantes :

1° Il établit une liaison invariable entre le prisme P et le support S, suivant un plan perpendiculaire à la dilatation qu'on veut mesurer.

2° Il laisse aux deux corps composant le prisme et le support une indépendance absolue, suivant l'axe de dilatation.

3° Il permet de mesurer exactement la hauteur du prisme en expérience, c'est-à-dire la longueur suivant laquelle sera mesurée la différence d'allongement des deux substances.

Les trois tiges filetées T, T', T'', avec un pas de $\frac{1}{10}$ de millimètre sont rigoureusement égales et de longueur telle que, lors qu'elles occupent leur position normale dans les blocs où elles s'encastrant, la hauteur du plan de suspension formé par l'axe des vis horizontales $v\ v'\ v''$

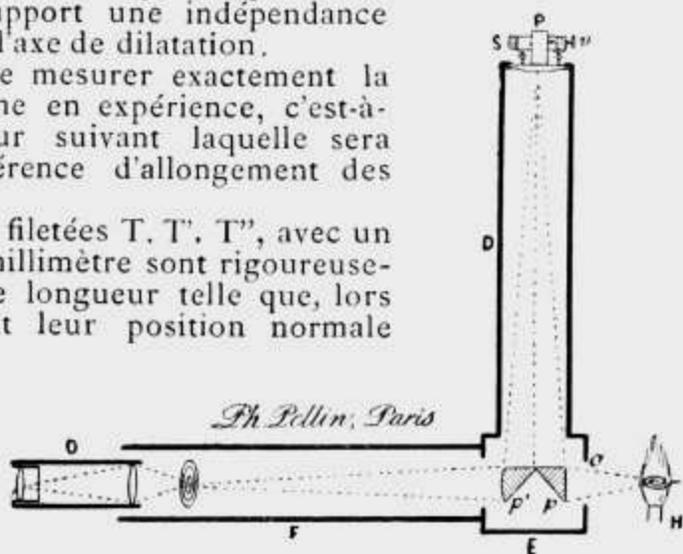


Fig. 35.

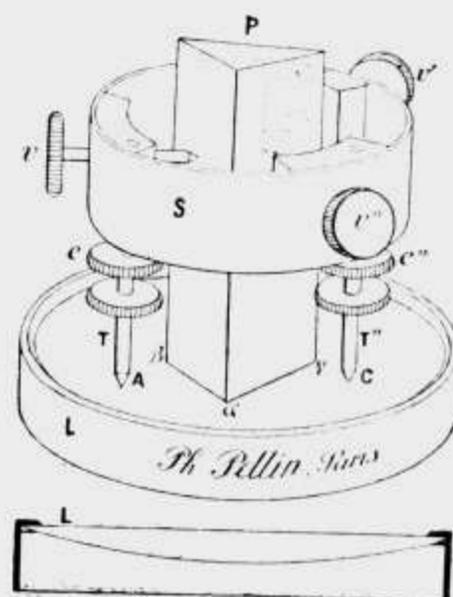


Fig. 36.

au-dessus du plan de la base est de 20 millimètres; la position normale est assurée lorsque les têtes des tiges filetées affleurent exactement la surface supérieure des blocs, ce qui est facile à constater, toutes les surfaces étant bien polies.

Le support contenant le prisme est placé sur une lentille convexe à long foyer (pour que la sphère et le plan tangent puissent être confondus), on voit les anneaux de Newton. Si on chauffe alors l'ensemble du système, le métal du support et la matière du prisme se dilateront;

si leurs coefficients de dilatation ne sont pas les mêmes il y aura un déplacement relatif du plan poli et du plan de base du support qui repose sur la lentille et par suite mouvement des anneaux. Si les anneaux *gagnent le centre*, c'est que les deux surfaces *s'éloignent* l'une de l'autre, la *dilatation de la matière est moindre que celle du métal du support*. Si les anneaux *s'éloignent* du centre, la *dilatation de la matière est plus grande que celle du support*. Dans les deux cas le nombre des anneaux paraissant ou disparaissant permettra de mesurer la différence de dilatation entre le métal et la matière, et, si l'on connaît la première, d'en déduire la seconde.

Il suffit donc de compter les anneaux passant en un point pour avoir une mesure de dilatation.

L'approximation sur laquelle on peut compter dans cette méthode est, dans les cas les plus défavorables, le 1/100, c'est-à-dire qu'on peut compter sur l'exactitude à une unité près des deux premiers chiffres des coefficients.

Le prisme P et son support S, placés sur la lentille biconvexe L dans les conditions voulues pour donner naissance aux anneaux de Newton en lumière monochromatique, sont posés au sommet d'un support cylindrique creux et évidé D; la lentille est maintenue par une armature métallique. La face polie du prisme et la lentille sont éclairées au-dessous par un faisceau de lumière jaune émanant d'un brûleur Bunsen H et réfléchi par un prisme p à réflexion totale.

Un second prisme p' à réflexion totale renvoie de même le faisceau lumineux, portant image des anneaux, de façon que cette image puisse être examinée avec un oculaire O placé sur un support.

L'ensemble du système: Lentille L, support évidé D, prismes à réflexion totale p p', est porté sur un plateau horizontal R, muni de trois vis calantes au moyen desquelles on peut assurer la verticalité du support D et, par suite, de l'axe de dilatation du trépied S.

Les deux prismes p p' sont montés dans une boîte qui est maintenue en position par un ressort on peut donc facilement enlever l'ensemble des prismes, les remettre en place sans dérégler l'appareil, au moyen du bouton E. Un manchon cylindrique G à double enveloppe coiffe la partie supérieure du support évidé D et entoure complètement le prisme et la lentille. Il entre à frottement doux sur le tube ne laissant qu'un étroit orifice de sortie à la cage d'air où est logé le trépied S; une bague intérieure le maintient à hauteur convenable.

MARCHE DES OPÉRATIONS ET CONDUITE DE L'EXPÉRIENCE DE MESURE D'UNE DILATATION

1° **Préparation de l'échantillon.** — On moule ou on use la matière en forme de prisme ayant environ 1 cent. 5 de côté et une hauteur minima de 25 millimètres, on polit l'une des bases du prisme.

2° **Réglage de l'appareil.** — On s'assure de la verticalité du support évidé, en rendant horizontal le plateau de l'appareil au moyen des vis calantes: on est ainsi assuré d'une incidence normale des rayons lumineux sur la lentille et sur la base du prisme. Puis après avoir allumé le bec Bunsen et chargé la spirale, plongée dans la flamme, de carbonate de soude fondu qui la rend très éclairante, on place cette source de lumière au foyer principal de la lentille L, position qui correspond à un éclairage uniforme de toute la lentille.

On regarde dans le tube horizontal l'image d'un objet réfléchissant placé sur la lentille L et on met en place l'oculaire O.

3° **Marche de l'expérience.** — La partie la plus délicate de l'expérience est la mise en place du prisme dans son support S. On place le support sur une glace plane, les têtes des trois tiges filetées affleurant exactement le plan supérieur des blocs; on desserre les vis de pression horizontales $\nu \nu' \nu''$, on glisse le prisme entre les trois pointes des vis, la base polie reposant sur la glace. Puis, maintenant le support entre le pouce et le troisième doigt de la main gauche, et appuyant avec l'index sur la tête du prisme, pour le maintenir contre la glace, on serre les trois vis successivement avec la main droite.

La face polie du prisme est alors exactement dans le plan des trois pointes A B C, du support. Ceci fait, on retourne le support S sens dessus dessous et on applique sur la base du prisme la lentille L enlevée, avec sa monture, du support évidé; on voit apparaître par réflexion les anneaux colorés en lumière blanche, on tourne deux des tiges filetées d'une fraction de tour de manière à faire disparaître les anneaux. Cette disparition donne l'assurance que le plan et la lentille ne sont plus tangents l'un à l'autre, puis on serre les contre-écrous $e e' e''$; on met alors le support S sur la lentille L remise en place et on observe avec la lumière jaune; les anneaux qui avaient disparu en lumière blanche se montrent de nouveau en lumière monochromatique; on coiffe le support D du manchon cylindrique muni d'un thermomètre, on laisse ainsi l'appareil le temps nécessaire pour que l'équilibre de température s'établisse dans toutes ses parties.

On note la température puis on observe la nature du centre des anneaux, centre blanc ou centre noir, ainsi que sa forme approximative, si les anneaux ne sont pas réguliers; on note l'heure et on fait passer un courant de vapeur dans le manchon à double enveloppe G, on suit soigneusement le mouvement des anneaux.

Le support S, étant plus près que le prisme du manchon cylindrique G, s'échauffe le premier, et il s'ensuit le plus souvent que le prisme commencera par s'éloigner de la lentille, dans ce cas les anneaux se rapprocheront du centre; si le coefficient du prisme est moindre que celui du support, ce mouvement continuera, s'il est plus grand, les anneaux s'éloigneront du centre.

Dans l'un et l'autre cas on doit suivre avec un grand soin la marche des anneaux. Au bout d'un certain temps le phénomène se régularise, l'extinction ou l'apparition des cercles noirs se fait à

intervalles de temps égaux, de sorte qu'en notant les heures on se met à l'abri d'une distraction qui pourrait faire compter une onde de trop ou de moins.

Bientôt l'équilibre s'établit entre la chambre à air et le cylindre; à ce moment les anneaux ne bougent plus, l'opération est terminée.

4° Calcul du Coefficient de dilatation. —

Soient :

λ La demi-longueur d'onde de la lumière monochromatique du sodium exprimée en mètres; or, on sait que $\lambda = 0,0000002944 = \overline{10}^{-10} 2944$.

t_0 La température initiale du support et de l'enveloppe: dans les expériences faites à l'École des Mines par MM. E. Damour, Chatenet et Grenet, cette température a oscillé entre 12° et 22°.

t La température finale qui est celle de l'ébullition de l'eau; elle ne varie qu'avec la pression atmosphérique et peut être mesurée soit par un thermomètre à mercure, soit au baromètre.

δ Le Coefficient de dilatation moyen du support entre t_0 et t .

x Le Coefficient de dilatation cherché, du prisme entre les mêmes températures

Ces deux coefficients sont variables avec les températures t_0 et t ; mais, en raison des très faibles écarts qu'ont présentés les expériences, on peut admettre que ces variations sont négligeables et que, quels que soient t_0 et t les coefficients obtenus sont les coefficients moyens entre 15° et 100°; dans ces conditions la seule donnée nécessaire à la mesure d'une dilatation est la différence

$$t - t_0 = \theta$$

des températures initiale et finale.

f Le nombre de franges observées; comme on peut apprécier le 1/4 de frange, f peut être un nombre fractionnaire.

l La longueur utile du prisme au-dessous du plan de suspension. Cette longueur est de 2 centimètres ou en mètres, $\overline{10}^{-2} 2$.

Exprimons que le déplacement $f\lambda$ de la base du prisme et de la lentille est égal à la différence des allongements du prisme et du support,

$$(1) \quad f\lambda = (t - t_0) l (x - \delta)$$

dans cette formule nous prendrons le signe + quand la dilatation du corps est plus grande que celle du support, c'est-à-dire quand les anneaux s'éloignent du centre, le signe - dans le cas contraire.

On aura donc le coefficient par la formule

$$(2) \quad x = \delta \pm \frac{f\lambda}{\theta l}$$

Ou en mettant en valeurs numériques :

$$(3) \quad x = \delta \pm \frac{f}{\theta} \overline{10}^{-8} 1472$$

La formule (3) implique la connaissance de la dilatation du support; aussi ne suffit-il pas de connaître le coefficient de dilatation du métal qui le constitue; pour éliminer toute cause d'erreur, il est préférable de faire une mesure directe par une expérience préliminaire portant sur un prisme de quartz taillé suivant l'axe, de dilatation connue.

La même équation (1) servira à faire le calcul; mais c'est alors δ qui est l'inconnue, x étant la dilatation moyenne du quartz entre 15° et 100°.

D'après les travaux de M. Benoit, cette dilatation s'exprime par la formule :

$$\text{Dilatation du quartz} = x = [711,1 + 0,86(t + t')] \overline{10}^{-8}$$

t et t' étant les températures extrêmes.

Les expériences faites à l'École des Mines ont donné pour δ 1 1112 1 106 1 109.

On a adopté pour δ dilatation du support 1 110.

La formule numérique donnant la dilatation moyenne d'un corps entre 15° et 100° est donc :

$$x = 1 110 - \frac{1472 f}{\theta} \times \overline{10}^{-8}$$

Exemple : Mesure faite sur un verre obtenu par la fusion d'un mélange de 84,8 verre de Saint-Gobain, 15,2 Borax.

Il y a eu 16 passages de centre noir donc $f = 16$

température initiale $t_0 = 18^{\circ}8$

température finale $t = 100^{\circ}2$

Hauteur barométrique $H = 766$.

$$\theta = t - t_0 = 81,4$$

$$x = 1 110 - \frac{1472 \times 16}{81,4} \times \overline{10}^{-8} = 821 \times \overline{10}^{-8}$$

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

La connaissance exacte des coefficients de dilatation permet d'éviter en fabrication les pertes qui résultent des pièces qui tressaillent ou écaillent.

(Société de physique, février 1897. Mémoires de MM. Emilio Damour et L. Grenet, Ingénieurs civils des Mines. Bulletins de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. Février et Juin 1897).

FOCOMÈTRES

Ces appareils destinés à déterminer le foyer des lentilles sont basés sur la propriété suivante des lentilles.

Un objet placé exactement au double de la distance focale principale d'une lentille, donne, sur un écran placé à la même distance de l'autre côté de la lentille, une image de même grandeur que l'objet.

70 Focomètre de Silbermann modèle simple, (Fig. 37).. . . . 300 fr.

pour la mesure des distances focales des lentilles convergentes ou divergentes. Dans ce modèle on déplace successivement la lentille L et le micromètre D' au moyen de pignons engrenant sur une crémaillère existant sur toute la longueur de la règle LL', on tâtonne jusqu'à ce que l'image du micromètre D' donnée par la lentille à mesurer soit en coïncidence avec le micromètre D, observé au moyen d'un oculaire.

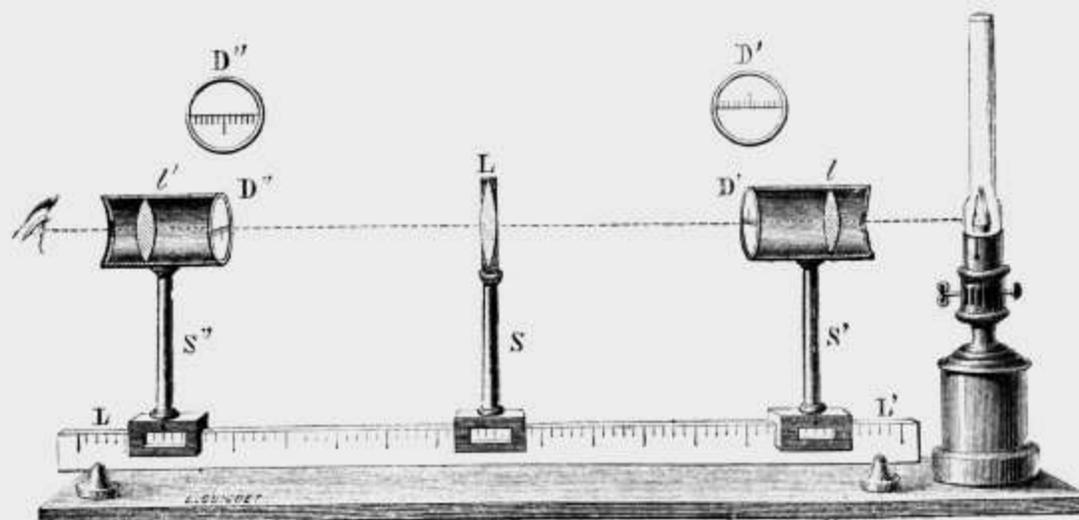


Fig. 37.

71 Focomètre de Silbermann modèle perfectionné (Fig. 38). 450 fr.

Dans ce modèle la lentille L dont on veut mesurer le foyer est placée sur un support fixe qui possède tous les mouvements nécessaires pour le réglage de la position de la lentille; le bouton L la centre dans le plan vertical en hauteur, celui F en direction, enfin le bouton G lui donne un mouvement de bascule. Un bouton B actionne simultanément les deux crémaillères qui portent les bonnettes sur lesquelles sont fixés les micromètres.

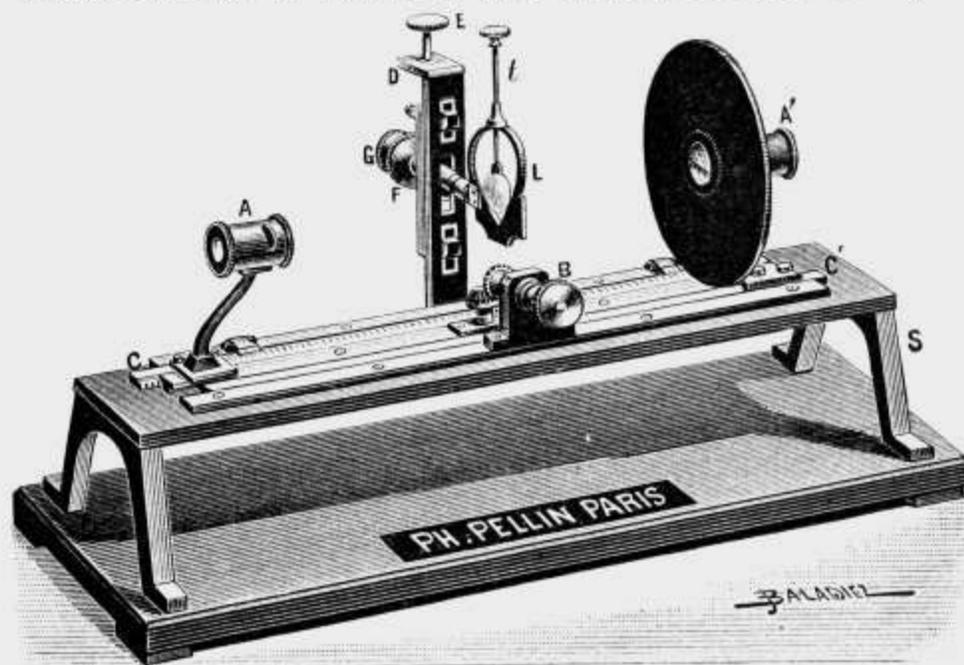


Fig. 38.

On peut mesurer le foyer des lentilles jusqu'à 11 centimètres avec les numéros 70, 71.

Focomètre rapide à vis à filets droits et gauches modèle de MM. Damien et Ph. Pellin, (Fig. 39).

Il se compose d'un banc triangulaire en bronze au centre duquel est fixé, le porte-lentille muni de tous ses mouvements de réglage, une vis à filets droits et gauches actionnée par une manivelle M fait avancer ou reculer de quantités égales les deux divisions micrométriques, tracées sur verre dépoli, celle éclairée par la lampe ou la lumière du jour qui vient faire, au moyen de la lentille à étudier, son image sur la division observée par un oculaire.

Une division tracée sur la règle indique la puissance de la lentille.

Les mesures se font facilement et très rapidement.

72 Focomètre rapide de MM. Damien et Ph. Pellin, (Fig. 39) mesurant les foyers jusqu'à 13 centimètres..... **250 fr.**

73 Le même, mesurant les foyers jusqu'à 25 centimètres..... **350 fr.**

74 Le même, mesurant les foyers jusqu'à 50 centimètres..... **500 fr.**

75 Micromètres tracés sur verre dépoli, montés en barillet avec oculaire et lentilles éclairantes, plateforme avec support en V pour placer la lentille dont on veut mesurer le foyer **75 fr.**

Ces pièces sont disposées pour être placées sur les tourillons des colonnes des bancs d'interférences. (Pour les laboratoires qui possèdent ces modèles).

On peut avec le banc de 1 mètre 20 mesurer les lentilles jusqu'à 25 centimètres de foyer et avec celui de 1 mètre 80 jusqu'à 40 centimètres de foyer.

76 Focomètre universel de M. Weiss..... 125 fr.

Il se compose d'une lunette astronomique ayant un objectif d'une puissance de 10 Dioptries, d'un oculaire micrométrique avec vis d'un 1/2 millimètre, tambour divisé en 50 parties donnant le 1/100 de millimètre.

On vise avec cette lunette, à travers le système optique à mesurer, une division C de 10 cent., 1 cent., 1 mill., ou un micromètre au 1/100 suivant la puissance de ce système. Si la grandeur, dans ces conditions, de l'image au foyer du focomètre est de n divisions du tambour, c'est que le diamètre apparent de l'image à l'infini à travers le système à mesurer est de $n \times 10^4$.

Ce diamètre apparent est le quotient de la grandeur de la division par la distance focale cherchée f. Si on prend pour unité la grandeur C, c'est-à-dire le décimètre, le centimètre, le millimètre, le dixième ou le centième de millimètre suivant les cas, la puissance du système mesuré sera toujours donnée par la formule indiquée plus haut.

(Séances de la Société de Physique, 1^{er} février 1895).

77 Chambre noire de M. Calmette, pour la mesure des grossissements.

M. Calmette professeur au Prytanée militaire de La Flèche, emploie depuis longtemps et a indiqué dans le Journal de Physique élémentaire de M. A. Buquet (août 1894) une méthode générale pour la mesure du grossissement des appareils d'optique, au moyen de la chambre photographique. Il obtient des photographies des dimensions homologues, photographies d'échelles divisées, qu'il peut superposer, formant une sorte de vernier et permettant de mesurer le grossissement au 1/50.

78 Dynamètre de Ramsden, en boîte gainée..... 30 fr.

Pour déterminer le grossissement d'une lunette astronomique réglée à l'infini, par le rapport du diamètre utile de l'objectif de la lunette au diamètre de l'anneau oculaire ou anneau de Ramsden, que l'on mesure directement avec le dynamètre.

M. G. Meslin a montré que le dynamètre de Ramsden donne le grossissement quel que soit le nombre des lentilles dont est composé l'oculaire. La propriété sur laquelle il repose est absolument générale.

(Journal de Physique élémentaire 1888).

79 Focomètre de M. Cornu, pour la détermination expérimentale des principaux éléments d'un système optique..... 400 fr.

L'appareil se compose d'un microscope à long foyer, placé sur un support fixé à l'extrémité d'un banc en fonte raboté, sur lequel glisse un chariot mobile le long d'une règle divisée; un index, muni d'un vernier au dixième, permet d'estimer au demi-dixième de millimètre le déplacement du chariot.

Le chariot porte un support sur lequel on peut centrer les systèmes optiques à étudier, soit en les adaptant dans son tube, soit en les fixant avec de la cire molle sur des pièces rentrant dans ce tube.

Un collimateur, muni d'une fente ou d'un diaphragme portant un réticule, est placé à l'autre extrémité du banc.

Le système optique étant convenablement diaphragmé et centré sur le chariot porte-support; l'expérience complète, avec les vérifications, consiste en six observations analogues.

1^o On dirige l'axe optique principal de l'appareil sur un objet situé à une distance connue ap-

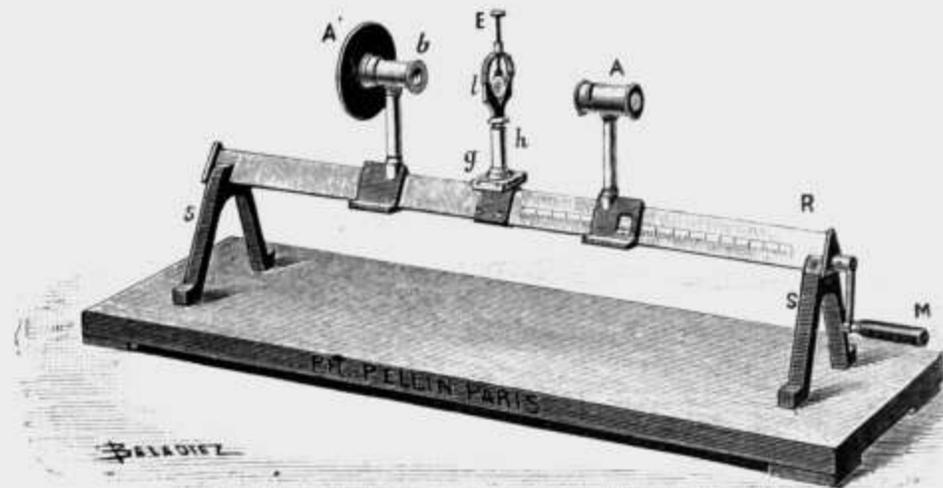


Fig. 39.

proximativement et égale à plusieurs centaines de fois la distance focale du système étudié et l'on fait voyager le chariot jusqu'à ce que l'image de cet objet formée par le système optique vienne se faire au foyer φ , au plan de visée du microscope, c'est-à-dire lorsque l'image nette et redressée de l'objet sera en coïncidence avec le plan du réticule. La précision de cette coïncidence dépend évidemment de la perfection de l'image visée et de la construction du microscope; on l'augmente jusqu'à une certaine limite, en accroissant le pouvoir de l'oculaire du microscope et en plaçant un verre rouge en arrière de cet oculaire. Lorsque la coïncidence de l'image est aussi parfaite que possible, on lit la position de l'index sur la règle : soit $\bar{\gamma}'_0$ la lecture ou mieux la moyenne de plusieurs lectures faites en amenant le chariot par des mouvements de sens inverse.

2° On rapproche le chariot jusqu'à ce qu'un point tracé sur la surface la plus voisine, soit perçue nettement dans le microscope; on lit la nouvelle position de l'index : soit $\bar{\gamma}'_1$ cette lecture ou moyenne de lectures.

3° On rapproche encore le chariot, jusqu'à voir distinctement dans le microscope un point tracé sur la surface opposée du système : soit $\bar{\gamma}'_2$ la nouvelle position de l'index; si l'objet visé est suffisamment éloigné, on a

4° 5° 6° On retourne le système optique bout pour bout et l'on fait les trois lectures analogues. $\bar{\gamma}_0$ $\bar{\gamma}_1$ $\bar{\gamma}_2$ ou alors

$$d' = \bar{\gamma}'_1 - \bar{\gamma}'_0$$

$$d' + \varepsilon = \bar{\gamma}'_2 - \bar{\gamma}'_0$$

$$d = \bar{\gamma}_1 - \bar{\gamma}_0$$

$$d + \varepsilon = \bar{\gamma}_2 - \bar{\gamma}_0$$

D'où l'on conclut :

$$f^2 = + (\bar{\gamma}_1 - \bar{\gamma}_0) (\bar{\gamma}'_2 - \bar{\gamma}'_0)$$

$$f^2 = + (\bar{\gamma}'_1 - \bar{\gamma}'_0) (\bar{\gamma}_2 - \bar{\gamma}_0)$$

Les deux valeurs de f^2 doivent être les mêmes, ce qui fournit la vérification.

(*Journal de Physique* tome VI, année 1877, pages 276 et 308; *Physique* de M. Pellat, tome I, Paul Dupont, éditeur. *Leçons de Physique. — Optique* de M. Foussereau.)

80 Appareil de M. Ch. Féry, pour les essais des objectifs photographiques par le procédé de la mire oblique.

Surface couverte,	9 × 12	300 fr.
—	18 × 24	350 fr.
—	24 × 30	450 fr.

Avec cet appareil on détermine, la distance focale — le foyer chimique — la courbure du champ — l'astigmatisme — la distorsion — la finesse — le centrage des verres — la surface nettement couverte.

(*Bulletin de la Société Française de Photographie*, Février 1896).

81 Focomètre du Docteur Guilloz, donnant rapidement la puissance en dioptries des verres de lunettes ou de pince-nez (Fig. 40, 41). 80 fr.

Ce focomètre se compose d'un trou stanopéique P, d'un écran E sur lequel sont tracés des cercles concentriques équidistants d'un millimètre, d'un diaphragme circulaire D portant deux fils réticulaires suivant deux diamètres perpendiculaires et d'un support de lentilles.

L'ouverture du diaphragme D est telle que le cône ayant P pour sommet et cette ouverture pour base, découpe un cercle de 20 millimètres de diamètre sur un plan passant par le milieu des deux mors et perpendiculaire à l'axe P C.

L'écran E et le trou P sont fixes. Eloignés l'un de l'autre de 20 centimètres, ils sont à égale distance du milieu des mors MM'.

Pour déterminer un verre on le place entre les pinces MM' de manière que l'image du centre des cercles concentriques soit sur la ligne de visée, on vise les cercles périphériques du champ limité par le diaphragme et on en détermine le numéro d'ordre.

Si le verre est plan, on voit vingt cercles, un plus grand nombre s'il est concave, un plus petit s'il est convexe.

1° *Le verre est sphérique*, on perçoit un nombre n de cercles; la puissance dioptrique du verre est donnée avec son signe par la formule $D = 20 - n$.

2° *Le verre est cylindrique*. Il y a un diamètre du champ suivant lequel apparaissent vingt cercles : c'est celui qui détermine l'axe du cylindre. Suivant un diamètre perpendiculaire à celui là on compte n cercles aperçus. La puissance dioptrique du verre est $D = 20 - n$.

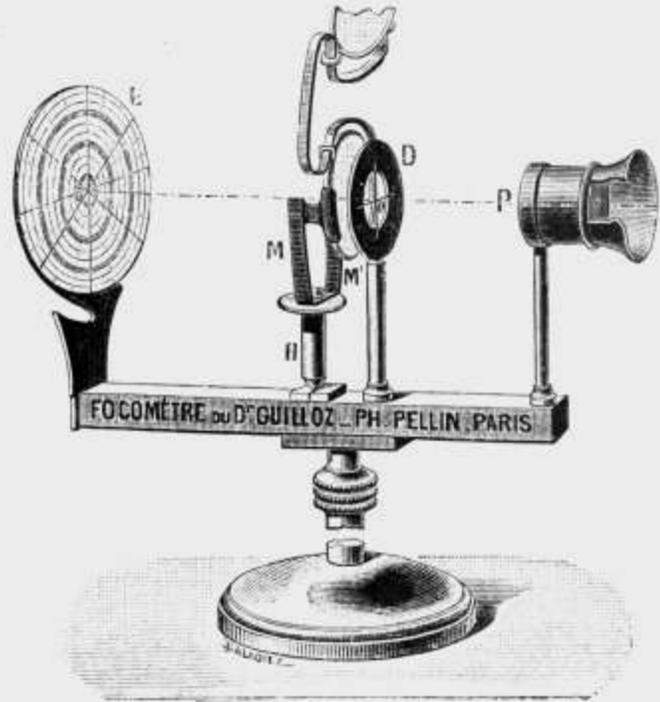


Fig. 40.

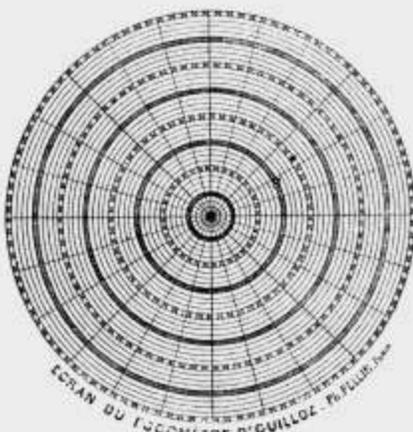


Fig. 41.

3° *Le verre est sphéro-cylindrique.* Dans un diamètre on perçoit n nombre minimum de cercles, dans le diamètre perpendiculaire n' nombre maximum de cercles. Ces deux diamètres déterminent la position des deux méridiens principaux qui ont respectivement comme puissance

$$\begin{aligned} D &= 20 - n \\ D_1 &= 20 - n' \end{aligned}$$

La théorie de cet appareil est exposée dans les comptes rendus du Congrès pour l'Avancement des Sciences, Bordeaux 1895.

DIASPORAMÈTRES

Ces appareils permettent d'obtenir directement le rapport des angles de deux prismes et de déterminer rapidement les conditions d'achromatisme des prismes d'angle faible.

82 Diasporamètre de Rochon... 200 fr.

Cet appareil consiste en deux prismes de même matière et de même angle de faible valeur. Ces prismes sont disposés de façon que les faces qui se regardent soient parallèles et très voisines l'une de l'autre.

Ils peuvent tourner l'un par rapport à l'autre d'une même quantité, au moyen d'un pignon actionnant deux engrenages circulaires, autour d'un axe perpendiculaire aux deux faces parallèles. Un cercle gradué avec vernier indique l'angle de rotation.

L'appareil est réglé de manière qu'étant à zéro les faces extérieures des prismes soient parallèles, celui-ci forme alors un prisme d'angle nul et un rayon qui traverse le diasporamètre n'est pas dévié.

83 Diasporamètre Rochon, modèle simple 150 fr.

Dans ce modèle un seul prisme tourne.

84 Diasporamètre de Boscowitz grand modèle, le prisme a 80 millimètres de côté et 90 millimètres de hauteur... 180 fr.

Cet appareil consiste en un prisme de 60° dont une des faces est creusée d'une cavité hémicylindrique à génératrices parallèles aux arêtes de ce prisme, un demi-cylindre formé de même matière et de même rayon que la cavité peut la remplir et compléter le prisme.

La face plane du demi cylindre peut être amenée parallèlement à l'une des faces du prisme ou faire avec chacune d'elles un angle de 60° . Une division avec index indique l'angle de rotation. Ce diasporamètre de grandes dimensions, combiné avec un prisme en flint lourd d'angle faible, est très commode pour montrer en projection la théorie du prisme à vision directe **Amici-Janssen**.

On supprime la déviation d'un rayon en laissant subsister la dispersion, ou on obtient la déviation d'un rayon avec achromatisme.

85 Diasporamètre de Govi, ce prisme solide, à angle variable est composé d'un parallélépipède de verre avec cavité demi-sphérique et d'une demi-sphère de même rayon et de même matière. On a ainsi un prisme dont l'angle peut varier de 0 à 90° ... 160 fr.

L'ouverture de cet angle est mesurée par un cercle gradué.

86 Lunette Goniométrique de M. L. Soret 70 fr.

Cet appareil permet à un observateur d'évaluer rapidement l'angle sous lequel il voit un objet de grandes dimensions.

87 Téléstéréomètre du Dr G. Le Bon... 150 fr.

Pour la mesure de grandeurs d'images et de distances angulaires servant de base à tous les calculs.

(Les *Levers photographiques et la photographie en voyage* par le Dr G. Le Bon, Gauthier-Villars et Fils, éditeurs).

88 Ellipsomètre de M. Jannetaz

(Fig. 42), pour déterminer l'orientation des axes elliptiques isothermes sur les plaques cristallines... 450 fr.

La lunette L à prisme biréfringent donnant un dédoublement variable est mobile, le long d'une colonne verticale et autour d'un axe horizontal avec mouvement rapide et mouvement lent à rappel à vis.

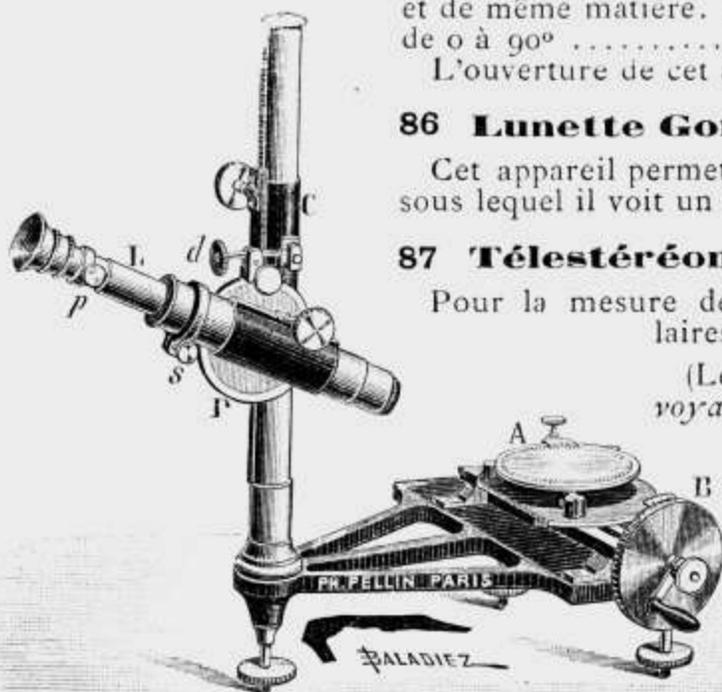


Fig. 42.

La plateforme A sur laquelle on place les cristaux est montée à centre, elle est munie d'une division et d'un vernier, le déplacement latéral de la plateforme, s'obtient par une vis

actionnée par une manivelle, une division en indique la valeur, et un tambour B les fractions.

On peut ainsi 1° orienter les axes des ellipses, 2° mesurer les longueurs de ces axes ainsi que les angles qu'ils font avec des directions connues.

Cette disposition permet de s'assurer que certaines courbes isothermes sont bien circulaires, ce qui est très important dans les cas limités en Cristallographie physique, car les points d'intersection des deux images d'un cercle sont sur une droite de direction constante.

On peut aussi étudier des courbes quelconques et en particulier reconnaître si une courbe possède un axe de symétrie et comment il est placé.

(Séances de la Société de Physique, 16 décembre 1892.)

(Bulletin de la Société Française de Minéralogie, tome XV, numéros 8 et 9, Décembre 1892.)

APPAREILS DIVERS POUR MESURES

89 Support universel de M. Cornu, pour le réglage et l'étude des anomalies focales des réseaux concaves. **550 fr.**

Cet appareil, monté sur pied à vis calantes, possède deux mouvements de rotation, rapide et lent, avec rappel à pompe, un, horizontal, perpendiculaire au plan du réseau et un, vertical, passant par la surface du réseau. Ces deux mouvements sont montés sur de longs centres donnant une stabilité parfaite. La platine porte-réseau est réglable par trois boutons agissant sur tension de ressorts.

(Ecole Polytechnique, 1893.)

90 Support de M. G. Meslin, pour le réglage d'expériences délicates, interférences, étude spectroscopique des protubérances solaires. **390 fr.**

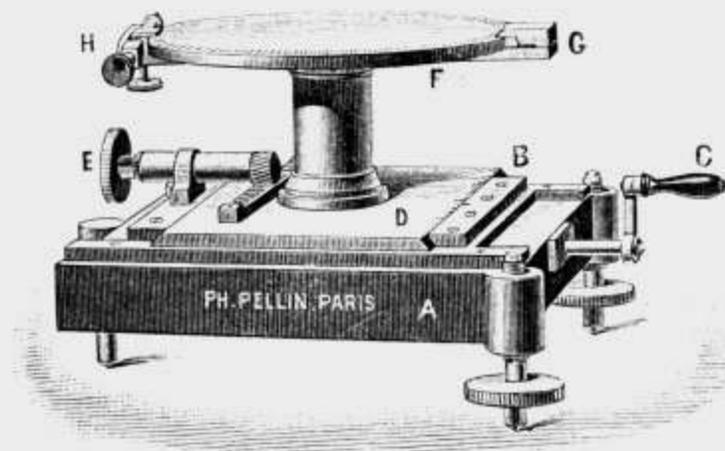


Fig. 43.

Il se compose d'un fort pied carré A (Fig. 43) à vis calantes sur lequel sont montés deux chariots B D à mouvements rectangulaires, le premier B est actionné par une vis de rappel au moyen d'une manivelle C, le second D par un pignon et crémaillère à denture hélicoïdale, sur ce chariot est fixée une colonne à centre dans lequel tourne un plateau de 20 centimètres de diamètre divisé en demi-degrés avec vernier donnant la minute, il possède un mouvement de rotation rapide et un mouvement lent avec rappel à pompe.

91 Support universel d'optique de M. G. Meslin. **140 fr.**

Se place sur les tourillons des colonnes du banc de diffraction. Il se compose d'une plate-forme carrée portant quatre rainures, dans lesquelles se fixent à volonté deux blocs carrés à bouton de serrage, une pince pour cristaux avec mouvement d'élévation, d'inclinaison et de rotation au moyen de boutons de réglage, une pince spéciale pour recevoir les petites lentilles.

92 Support spécial pour Nicols, ou pour tous polariseurs. **150 fr.**

92bis Le même, avec mouvement à la cardan pour la manœuvre à distance. **175 fr.**

Se compose d'une forte collerette tournant à centre sur une plaque fixe supportée par une colonne à rentrant, fixée sur un pied lourd; cette collerette mobile est refendue sur toute sa circonférence et est actionnée par un pignon à denture hélicoïdale au moyen d'un bouton ou d'un mouvement à la cardan.

La division avec vernier donne la minute.

Modèle exécuté pour Ecole Normale. MM. Violle-Brillouin. Ecole Polytechnique. M. Cornu Sorbonne. M. Sagnac. Laboratoire de M. Bouty. Faculté des Sciences, Dijon, M. Brunhes.

93 Support à cadran, pour nicols analyseurs. **125 fr.**

Ce support monté sur pied, a la forme de nos cadrans de polarimètres à pénombres. La division avec vernier donne la minute.

94 Lunettes collimatrices et d'observation de M. Cornu. **500 fr.**

Ces lunettes sont à rentrant avec coulant divisé, collier de serrage, montées chacune sur un fort support en fonte avec vis calantes.

Diamètre des objectifs 50 millimètres, foyer 50 centimètres, fente variable, nicol à l'oculaire pour l'observation des interférences des rayons polarisés. Modèle construit pour l'Ecole Polytechnique, Faculté des Sciences de Lille, M. Damien, Ecole de Physique et Chimie, M. Baillie.

Ces divers modèles nos 89, 90, 91, 92, 93, 94, sont très commodes pour l'installation de certaines expériences délicates dans les Laboratoires.

95 Chronographe enregistreur photographique à trois vitesses 650 fr.

La feuille de papier sensible est enroulée sur le cylindre A qui a 20 centimètres de longueur, et un développement de 31 centimètres, elle est maintenue par deux pinces aa' sur ce cylindre qui tourne autour de son axe. Le tout est enfermé dans une boîte B à couvercle mobile (Fig. 44).

Une ouverture rectiligne de largeur variable C donne passage à la lumière ou fait obturateur, sa position est déterminée par le bouton D.

L'ensemble de la boîte B guidé par des coulisses, place l'axe du cylindre en contact avec le mouvement d'entraînement au moyen de l'embrayage E.

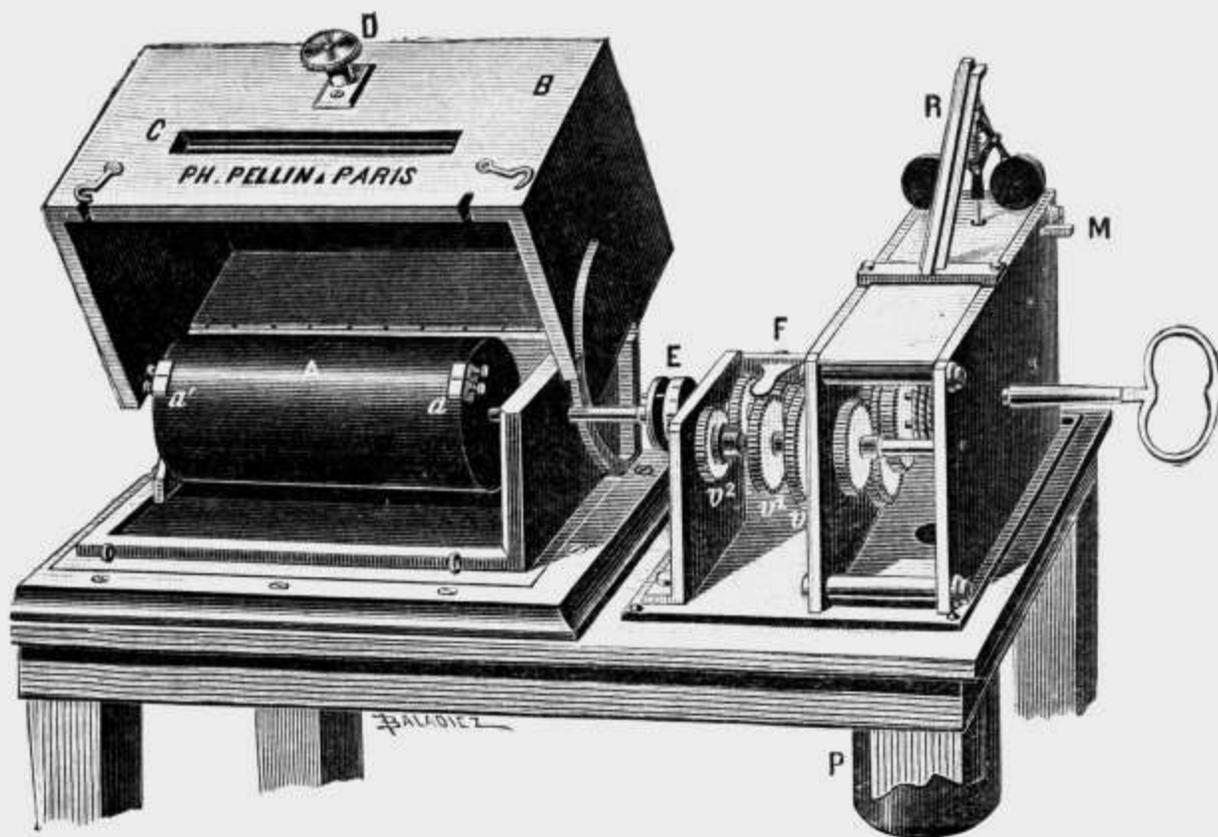


Fig. 44.

Le mouvement à poids possède un régulateur Foucault et un train d'engrenages, donnant à volonté trois vitesses différentes au moyen du levier F.

Le poids P a des rondelles supplémentaires pour faire varier les vitesses. Les trois vitesses varient comme les nombres 1. 2. 4.

Ecole Polytechnique, M. Cornu. Conservatoire des Arts-et-Métiers, M. Le Verrier.

Appareils enregistreurs de M. Mascart.

96 Enregistreur photographique pour le magnétisme terrestre (Fig. 45), avec sa pendule, sa lanterne à trois projections, sa lampe à gazogène, son chassis

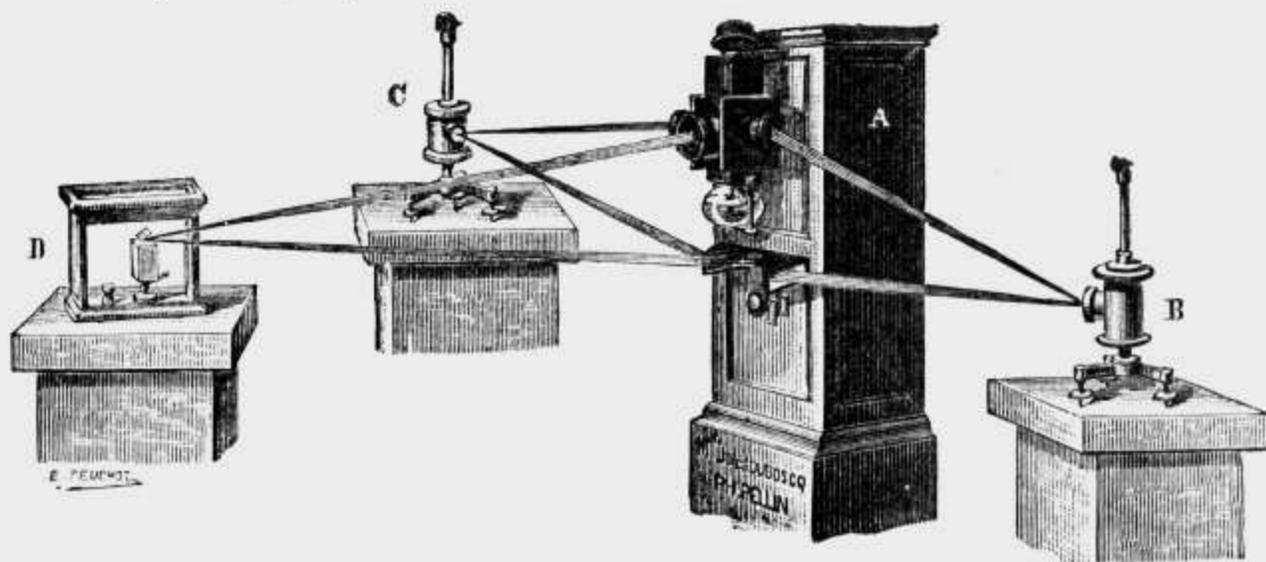


Fig. 45.

à indications horaires, indications de la déclinaison, de la composante horizontale et de la composante verticale (Fig. 46)..... **670 fr.**

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur.

- 97 **Déclinomètre de M. Mascart**..... 550 fr.
 98 **Bifilaire de M. Mascart**..... 550 fr.

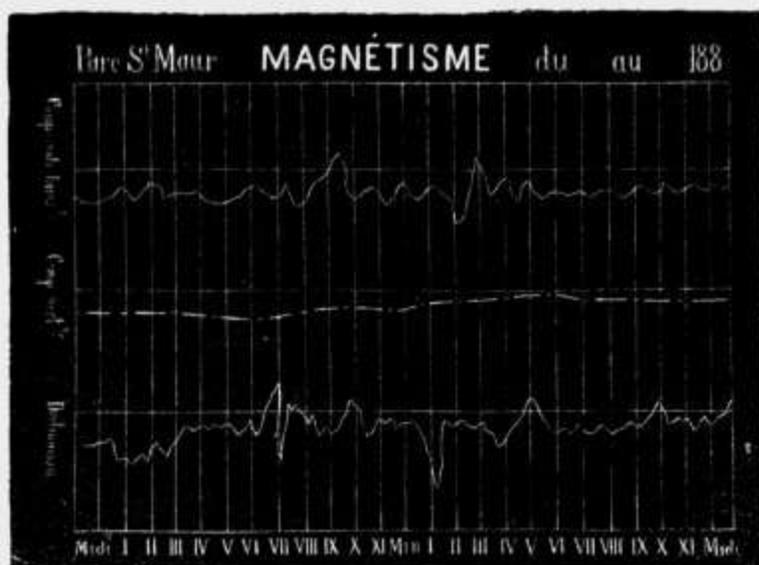


Fig. 46.

- 99 **Balance magnétique de M. Mascart**, pour mesurer la composante verticale..... 550 fr.

Les nos 97, 98, 99, 101 sont construits par Carpentier.

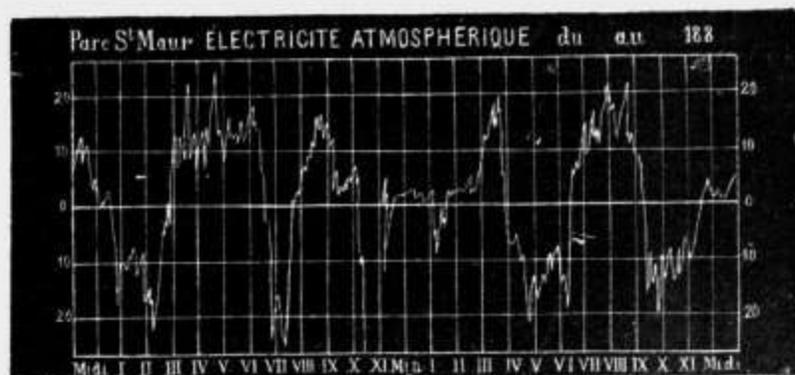


Fig. 47.

- 100 **Enregistreur photographique pour l'électricité atmosphérique**, (Fig. 48), avec sa pendule, sa lanterne de projection, sa lampe à gazogène, son chassis à indications horaires (Fig. 47)..... 580 fr.

- 101 **Electromètre de M. Mascart**..... 300 fr.

Ces instruments fonctionnent dans les principaux Observatoires météorologiques de France et de l'Étranger.

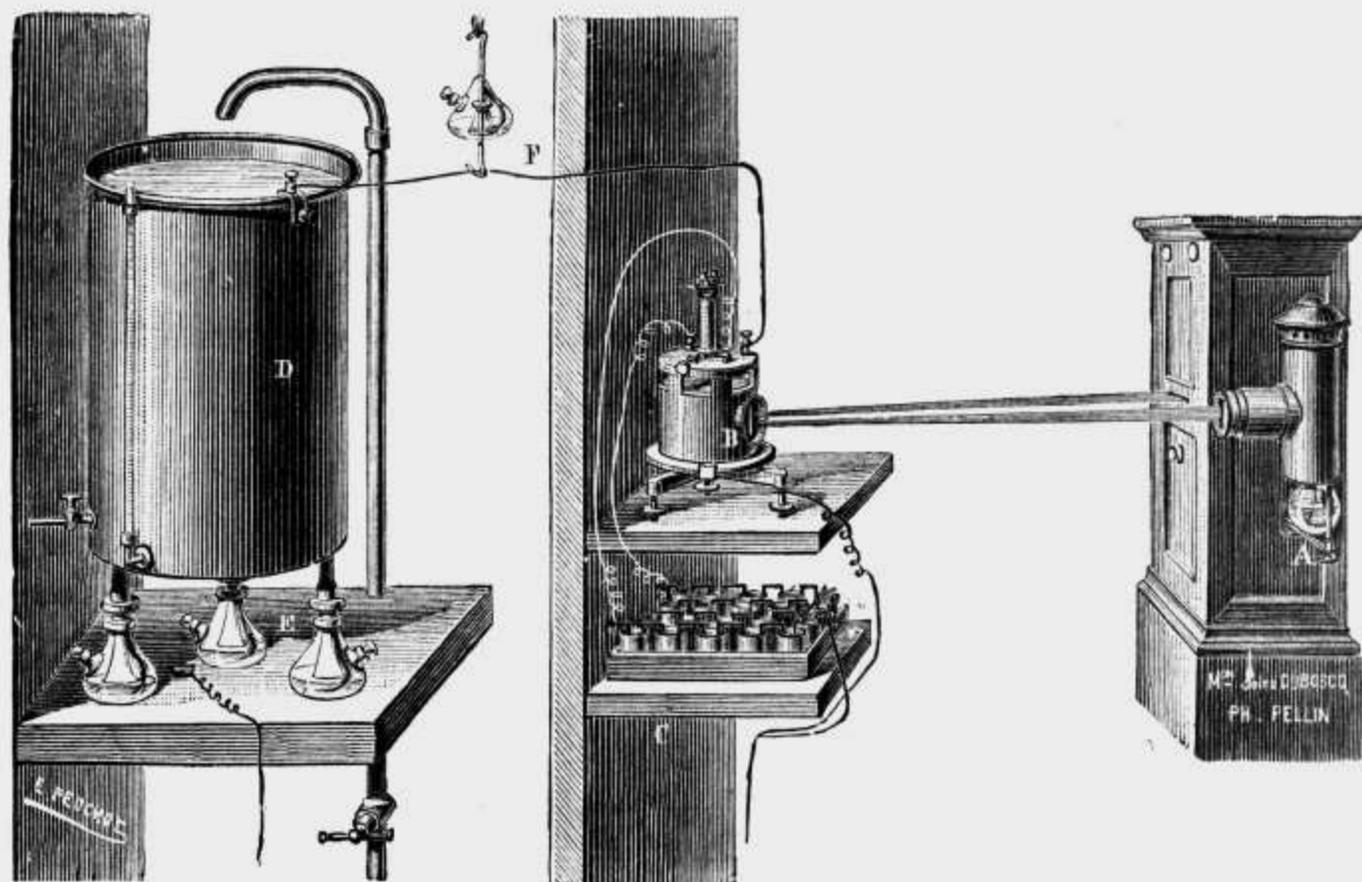


Fig. 48.

Journal de Physique, t. X, 1881, *Instructions Météorologiques*, Gauthier-Villars, éditeur.

- 102 **Miroirs de Galvanomètre**, Diam. 15 m/m. **Foyer** 0,50 — 0,75. — 1 m. 4 fr. 50.
 103 — — — — — **Plans** — — 3 fr. 50.

Photomètres — Spectrophotomètres, Fascicule n° III.

Interférences — Diffraction. — Polarisation — Double réfraction, Fascicule n° IV.

Spectroscopes. — Spectromètres, Fascicule n° VI.

Polarimètres — Saccharimètres — Colorimètres — Chromatomètres, Fascicule n° VIII.

Le Catalogue complet comprend 10 Fascicules.

I et II. — Sources lumineuses et Appareils de projection.

Lumière solaire — Héliostats — Porte-lumière — Lumières artificielles
Lumière oxhydrique — Oxyéthérique — Lumière électrique
Lanternes diverses — Cônes de projection, modèle simple et perfectionné
Prisme redresseur — Microscopes solaires — Appareil vertical — Polyorama
Mégascope — Appareils de projection dans la lumière polarisée.

III. — Photométrie.

Unités diverses — Unité étalon — Photomètres — Spectrophotomètres
Mesure des intensités — Photopolarimètre.

IV. — Interférences — Diffraction — Polarisation — Double réfraction.

Appareils pour les expériences d'interférences — Diffraction — Anneaux colorés
Réseaux — Polariseurs — Analyseurs — Appareils divers.

V. — Réflexion — Réfraction — Vision.

Miroirs plans, concaves, convexes, cylindriques, coniques, magiques
Prismes — Décomposition et recombinaison de la lumière — Achromatisme
Lentilles concaves, convexes, périscopiques — à échelons — achromatiques
Focomètres — Diasporamètres
Chambres claires — Chambres noires — Lunettes astronomiques — Télescopes
Microscopes — Jumelles — Œils artificiels, différents modèles
Ophtalmoscopes — Optomètres — Persistance des impressions sur la rétine
Illusions d'optique — Stéréoscopes — Appareils de photographie.

VI. — Spectroscopie — Fluorescence — Phosphorescence.

Spectroscopes et Spectromètres divers modèles — Accessoires
Hématospectroscopes et Spectroscopes biologiques — Phosphoroscopes — Radiophone.

VII. — Appareils de mesure.

Sphéromètres — Lunettes viseurs — Machines à diviser — Micromètres
Goniomètres divers — Réfractomètres de recherche — Réfractomètres industriels — Dilatamètre
Focomètres — Diasporamètres — Ellipsomètre — Chronographe enregistreur.
Enregistreurs pour le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique.

VIII. — Polarimétrie — Colorimétrie.

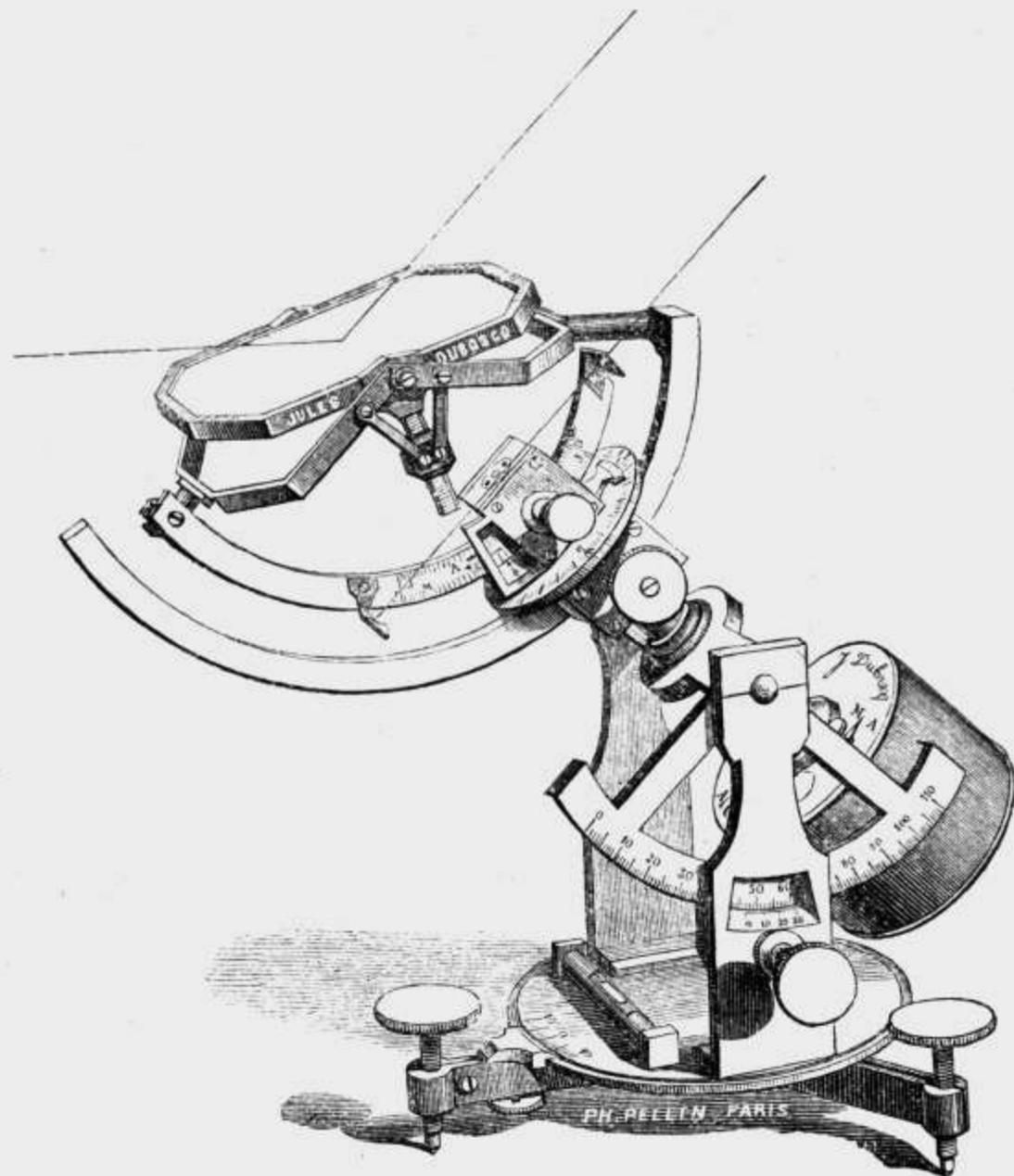
Polarimètres — Saccharimètres à lumière jaune et à lumière blanche
Diabétomètres — Colorimètres — Chromatomètres

IX. — Acoustique en projection.

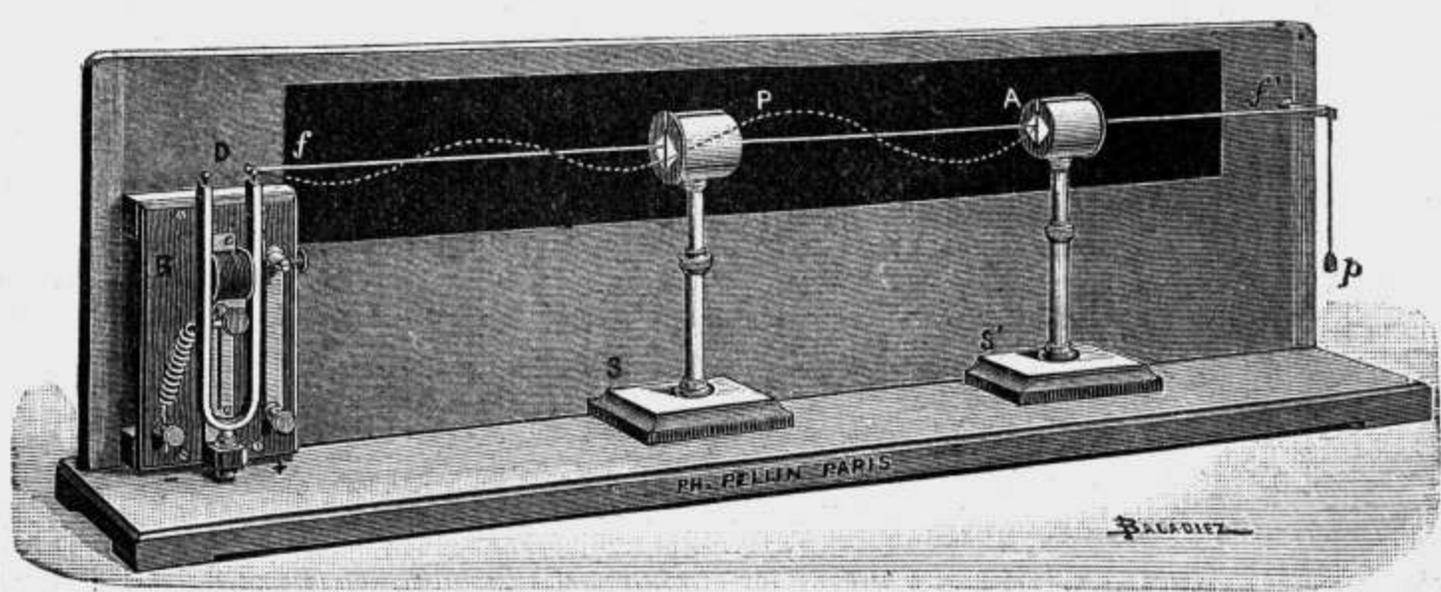
Appareils divers.

X. — Météorologie.

Appareils employés dans les Observatoires météorologiques.



HÉLIOSTAT SILBERMANN ET TOUS HÉLIOSTATS



POLARISEUR ET ANALYSEUR ACOUSTIQUES DE M. MACÉ DE LÉPINAY