081.4
P3
Sci Tech
WITHDRAWN from THE LIBRARY
21208

INSTRUMENTS D'OPTIQUE
Et de Précision

PH. PELLIN ✻ I. O ✻ ✠

Ingénieur des Arts et Manufactures

SUCCESSEUR DE JULES DUBOSCQ O. ✻, ✠ A. O

MAISON FONDÉE PAR SOLEIL PÈRE ✻, 1819

MAGASIN	ATELIERS
21, rue de l'Odéon, 21	30, rue Monsieur-le-Prince, 30

PARIS

IIIE FASCICULE

SMITHSONIAN
15 1958
LIBRARY

PHOTOMÉTRIE

PHOTOMÈTRES

Bouguer. — Rumford. — Foucault. — M. Crova. — Bunsen. — Foucault-Violle. Lummer et Brodhun. — Wheatstone. — M. Cornu. — M. Mascart. — MM. Mascart et Ph. Pellin. — MM. A. Blondel et A. Broca. M. G. Meslin. — M. Janssen. — MM. Dr Nicati et Macé de Lépinay. — Babinet. — M. Ed. Becquerel. MM. Desains et Godard.

MICROPHOTOMÈTRE DE M. CORNU

Pyromètre optique de M. Le Chatelier.

SPECTROPHOTOMÈTRES

Spectrophotomètres sans polarisation. — M. Cornu. — M. d'Arsonval. MM. Baille et Ch. Féry. — M. Dupré. — MM. Dr Parinaud et Ph. Pellin.

Spectrophotomètres avec polarisation. — Govi. — M. Crova. M. Violle. — M. Gouy. — M. Mélander.

MESURE DES INTENSITÉS

Cyanopolarimètre Arago. — Cyanomètre de M. Crova. — Lunette photométrique Arago. — Actinomètre Desains. — Actinomètres M. Crova. — M. Violle. Actinomètre enregistreur M. Crova. Appareil de polarisation atmosphérique M. H. Becquerel.

PHOTOPOLARIMÈTRE DE M. CORNU

Appareils divers.

Envoi franco du Catalogue sur demande

51755

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

Ph. PELLIN

1886. — Chevalier de l'Ordre Militaire du Christ du 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.
1895. — Anvers — **DIPLOME D'HONNEUR.**
1896. — Paris — Exposition du Théatre 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

PHOTOMÉTRIE

21208

1° *L'intensité de la lumière émanant d'un point et reçue par une surface, varie en raison inverse du carré des distances.*

2° *Cette intensité est proportionnelle au cosinus de l'angle d'incidence que fait la direction du rayon lumineux avec la normale à la surface.*

Les premières recherches sur la comparaison des intensités lumineuses, ont été faites par **Huygens-Maurolicus** (1525), Le Capucin **François Marie** (1700), **Celsius**, mais c'est **Bouguer** (1729) qui le premier établit la loi photométrique fondamentale.

Les Photomètres sont des appareils destinés à comparer entre elles les intensités lumineuses de deux sources dont l'une est généralement prise pour unité.

Les unités sont les suivantes :

Le Congrès International des Electriciens, en 1884, sur la proposition de M. **J. Violle**, *a adopté pour unité étalon ou unité absolue, la radiation émise normalement par une surface de un centimètre carré de platine fondant.*

Elle est sensiblement par centimètre carré 11 fois celle de la lampe Carcel, le chiffre exact est 10, 92.

La flamme de la Carcel tout entière vaut 0,48 de l'étalon. **En France**, l'unité d'intensité encore employée, est d'après **Fresnel**, celle fournie par une lampe Carcel brûlant à l'heure 42 grammes d'huile de colza épurée.

En Angleterre, celle d'une bougie de blanc de baleine brûlant 7 grammes 77, par heure avec une flamme de 45 millimètres.

En Allemagne, celle d'une bougie de paraffine de 0,02 de diamètre, brûlant avec une flamme de 50 millimètres.

Le Congrès International des Électriciens, en 1889, a recommandé pour les mesures des foyers électriques, l'emploi de la bougie décimale définie comme étant le $\frac{1}{20}$ de l'étalon.

On a donc les rapports suivants :

Unités	Violle	Carcel	b. Allem.	b. Angl.	b. décimale
Violle	1	2.08	16.6	19.5	20
Carcel	0.48	1	8	9.35	9.6
Bougie Allemande	0.06	0.125	1	1.17	1.20
Bougie Anglaise	0.051	0.107	0.86	1	1.02
Bougie décimale	0.05	0.104	0.84	0.98	1

Le Congrès sur la proposition de M. **Crova** a adopté :

Le degré d'incandescence d'une lampe est le quotient des intensités (relatives à la Carcel) des radiations de la longueur d'onde $\lambda = 582$ et des radiations de la longueur d'onde $\lambda = 657$.

Le principe de tout photomètre est le suivant : *Faire varier d'une manière continue et déterminée les éclairements produits par les deux sources sur une surface donnée.* On obtient ce résultat soit en faisant varier les distances des deux sources : Photomètres **Bouguer — Lambert Rumford — Foucault — Wheatstone — Bunsen**, de MM. **J. Violle — A. Blondel** et **A. Broca — Yvon**, soit en faisant varier les sections de passage de la lumière : Photomètres de MM. **Cornu — Crova — Mascart — A. Blondel** et **A. Broca**, soit enfin en se servant de la méthode imaginée par **Celsius** basée sur l'acuité visuelle, MM. **Macé de Lépinay** et **Nicati**.

L'affaiblissement des rayons lumineux par des milieux absorbants peut donner d'excellents résultats lorsque les deux sources, que l'on compare, émettent de la lumière de même teinte, mais si ce n'est pas le cas, l'absorption n'est plus égale pour les deux foyers et il y a des actions secondaires dont il est difficile de tenir compte.

L'emploi des lames prismatiques enfumées a été indiqué par de **Maistre** en 1803.

La lumière polarisée se prêtant à une extinction graduelle, on utilise cette propriété, ce qui permet de ne pas déplacer les sources lumineuses.

Les appareils imaginés à cet effet par **Arago** reposent sur la loi de **Malus**. Les deux faisceaux à comparer, polarisés à angle droit, sont reçus sur un analyseur que l'on fait tourner jusqu'à ce que les deux images données par l'appareil paraissent égales.

Pour constater l'égalité des images on peut, soit les faire empiéter l'une sur l'autre : Photomètre de **Babinet**, soit les amener au contact : Photomètre **Ed. Becquerel**.

Dans tous ces Photomètres on compare toujours entre eux des mélanges de lumière simple en proportions souvent très différentes ce qui rend les comparaisons fort difficiles et incertaines.

En 1850 **Govi** eut le premier l'idée d'un photomètre analyseur : Les deux lumières sont reçues sur deux prismes rectangles disposés sur une fente, renvoyées par réflexion sur une lentille achromatique et dispersées par un prisme ou un réseau.

Les deux spectres juxtaposés sont reçus sur un écran **Foucault**, un écran opaque ne laisse

passer que les radiations correspondantes des deux spectres; on ramène l'égalité en faisant varier les distances des deux sources de lumière.

Ce Photomètre construit par la maison fut essayé à la Sorbonne, au Laboratoire de M. **Despretz** qui, au nom de **Govi** le présenta à l'Académie des sciences, 16 janvier 1860.

Dans sa description, **Govi** indique déjà à cette époque l'emploi des appareils polariseurs avec lesquels on a composé des appareils beaucoup plus précis et désignés sous le nom de **Spectrophotomètres, Govi — MM. Crova — Gouy — Violle — Mélander.**

M. **Vierordt** s'est servi en 1870 du principe de la décomposition de la lumière proposé par **Govi**. Dans son appareil on ramène l'égalité par les différences de largeur des fentes d'admission des lumières.

Du reste l'emploi de la polarisation n'est pas nécessaire pour la construction d'un spectrophotomètre, le dispositif employé par M. **Cornu** permet de comparer les différentes radiations indépendamment de la polarisation, mais il faut bien tenir compte que dans chaque spectre il doit y avoir toute la lumière envoyée par chaque source — **Spectrophotomètres** de MM. **Cornu d'Arsonval-Dupré-Dr Parinaud** et **Ph. Pellin.**

On peut aussi faire des mesures suffisamment exactes avec les photomètres, en se servant de la méthode de M. **Crova**, qui a montré, que si on compare deux lumières de teintes très différentes telles que le Soleil et la Carcel, *les intensités totales, sont entre elles dans le même rapport que les intensités mesurées dans la région du spectre de la longueur d'onde* $\lambda = 582$.

Il en est sensiblement de même pour les autres lumières de teintes intermédiaires entre le Soleil et la Carcel.

Les Photomètres ordinaires permettent de mesurer l'intensité des sources lumineuses, mais cette intensité ne fournit qu'un des éléments du problème pratique. Ce qu'il importe de connaître en réalité, c'est l'éclairement ou la *clarté* produite.

Cette clarté générale ou localisée dépend non seulement de l'intensité et du nombre de foyers lumineux, mais aussi, pour une très grande part, de circonstances extérieures extrêmement variées telles que la lumière réfléchie par des écrans, ou diffusée par les murs et les plafonds.

C'est pour ces études que M. **Mascart** a imaginé un photomètre portatif qui permet de déterminer avec facilité et précision la quantité de lumière qui existe en un endroit et sous une incidence donnés.

Enfin MM. **A. Blondel** et **A. Broca** ont réalisé un *appareil unique* qu'ils appellent *Photomètre universel*, basé sur la méthode de l'œil-de-chat **Bouguer-Cornu** et sur l'emploi des écrans diffuseurs (déjà utilisés par M. **Crova**) qui permet à lui seul d'accomplir, avec une facilité et une précision au moins égales à celles des meilleurs instruments, *toutes les mesures, dont on peut avoir besoin dans le domaine de la photométrie*, aussi bien pour les recherches scientifiques que pour les applications industrielles.

PHOTOMÈTRES

1 Photomètre Bouguer, est le plus ancien de tous les Photomètres (1729).. **60** fr.

Il se compose d'une boite en forme de parallélipipède, divisée en deux parties dans le sens de sa longueur, par une cloison opaque, l'extrémité tournée du côté des sources lumineuses est libre, l'autre du côté de l'observateur est fermée par un écran en verre dépoli. Chaque source éclaire la moitié de l'écran.

En déplaçant convenablement l'une des sources suivant une direction perpendiculaire à l'écran, on obtient l'égalité d'éclairement.

2 Photomètre Rumford, imaginé par **Lambert** (1760)..... **30** fr.

Il se compose d'une tige opaque *m*, et d'un écran opaque blanc (fig. 1).

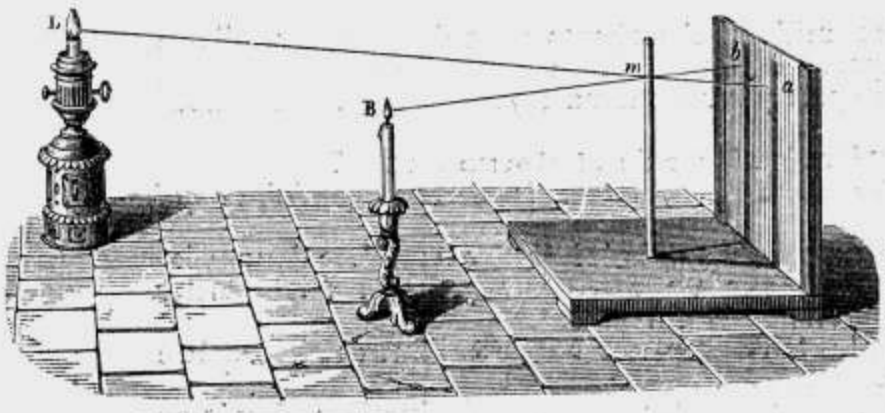


Fig. 1.

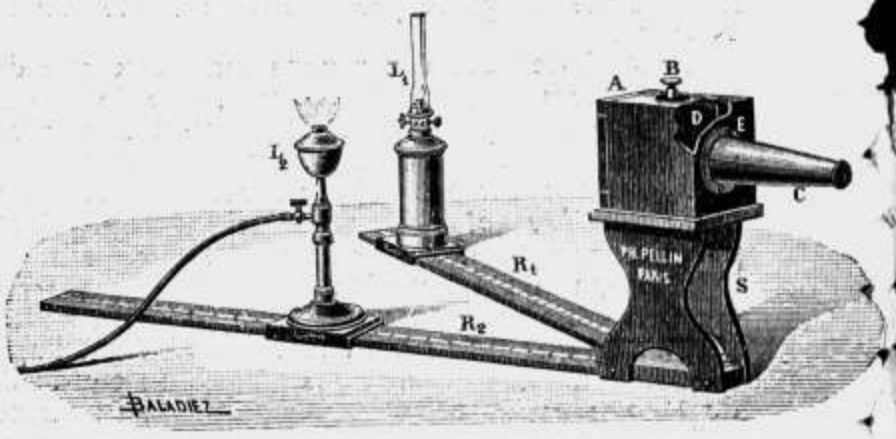


Fig. 2.

La source L, projette en *a* une ombre de la tige qui n'est éclairée que par la source B, l'ombre *b* déterminée par la source B, n'est illuminée que par la source L.

En déplaçant convenablement les sources L, B, on obtient un même éclairement en *a* et *b*.
Ce photomètre est très simple, mais on ne peut compter que sur une approximation de 10 à 15 o/o.

3 **Le même,** se transformant en **photomètre Bunsen** ..... **45** fr.

Dans ce modèle l'écran opaque est remplacé par une feuille de papier blanc avec tache Bunsen. Les sources de lumière sont alors placées de part et d'autre de la feuille de papier et on les déplace suivant une ligne perpendiculaire au plan de l'écran.

Photomètre Foucault. Ce photomètre se compose d'une boîte cubique A (fig. 2), qu'une cloison D, mobile dans son propre plan, partage en deux compartiments égaux. Le fond de la boîte qui fait face à l'observateur est formé par un écran mat E ; en avant un cône avec un œilleton C, fixe la position de l'œil de l'observateur. La paroi opposée fait défaut et c'est par là que les rayonnements des deux sources pénètrent librement et isolément dans leur compartiment respectif.
La cloison D se mouvant dans son propre plan au moyen d'un bouton B peut prendre la position nécessaire pour amener exactement les deux ombres au contact.
Recueil des Travaux scientifiques de L. Foucault, mis en ordre par M. Gariel.

4 **Photomètre Foucault,** la cloison D se déplace au moyen d'une glissière. **45** fr.

5 **Le même,** la cloison se déplace au moyen d'un pignon et d'une crémaillère... **55** fr.

TABLES

Donnant la valeur de l'intensité d'une source de lumière en fonction de l'étalon-unité employé, et s'appliquant à tous les photomètres dans lesquels l'appareil photométrique, proprement dit, étant fixe, on fait varier la distance de l'une des sources de lumière, l'autre source étant fixée à 1 m. 30 du photomètre, tels que :
Photomètres Bouguer, n° 1, Rumford, n° 2, Foucault, n° 4, 5, 6, etc.
On voit par ces tables qu'avec 2 règles divisées, ayant chacune 1 m. 30 c., on peut mesurer des intensités de 0,05, à 18,77 de l'étalon employé, quel qu'il soit.

PREMIER CAS

La source à étudier est plus intense que l'étalon employé comme unité.

On fixe sur l'une des règles et à la division 1 m. 30, la source à étudier.
On fait varier, sur l'autre règle, la distance de la source étalon jusqu'à ce que l'œil n'apprécie plus de différence d'intensité entre les deux plages du photomètre. On regarde alors la division à laquelle on a arrêté la source étalon : on cherche cette division dans la colonne A et on a, en regard dans la colonne B, l'intensité de la source étudiée par rapport à la source étalon.

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.30	18.77	0.51	6.49	0.72	3.26	0.93	1.95	1.14	1.30
0.31	17.58	0.52	6.25	0.73	3.17	0.94	1.91	1.15	1.27
0.32	16.50	0.53	6.01	0.74	3.08	0.95	1.87	1.16	1.25
0.33	15.51	0.54	5.76	0.75	3.00	0.96	1.83	1.17	1.23
0.34	14.61	0.55	5.58	0.76	2.92	0.97	1.79	1.18	1.21
0.35	13.79	0.56	5.38	0.77	2.85	0.98	1.75	1.19	1.19
0.36	13.04	0.57	5.20	0.78	2.77	0.99	1.72	1.20	1.17
0.37	12.34	0.58	5.02	0.79	2.70	1.00	1.69	1.21	1.15
0.38	11.70	0.59	4.85	0.80	2.64	1.01	1.65	1.22	1.13
0.39	11.11	0.60	4.69	0.81	2.57	1.02	1.62	1.23	1.11
0.40	10.56	0.61	4.54	0.82	2.51	1.03	1.59	1.24	1.09
0.41	10.05	0.62	4.39	0.83	2.45	1.04	1.56	1.25	1.08
0.42	9.58	0.63	4.25	0.84	2.39	1.05	1.53	1.26	1.06
0.43	9.14	0.64	4.12	0.85	2.33	1.06	1.50	1.27	1.04
0.44	8.72	0.65	4.00	0.86	2.28	1.07	1.47	1.28	1.03
0.45	8.34	0.66	3.87	0.87	2.23	1.08	1.44	1.29	1.01
0.46	7.98	0.67	3.76	0.88	2.18	1.09	1.42	1.30	1.00
0.47	7.65	0.68	3.65	0.89	2.13	1.10	1.39		
0.48	7.33	0.69	3.54	0.90	2.08	1.11	1.37		
0.49	7.03	0.70	3.44	0.91	2.04	1.12	1.34		
0.50	6.76	0.71	3.33	0.92	1.99	1.13	1.32		

(Déposé).

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

DEUXIÈME CAS

La source à étudier est moins intense que l'étalon employé comme unité

On fixe sur l'une des règles et à la division 1 m. 30, la source étalon employée comme unité.

On fait varier, sur l'autre règle, la distance de la source à étudier jusqu'à ce que l'œil n'apprécie plus de différence d'intensité entre les plages du photomètre. On regarde alors la division à laquelle on a arrêté la source étudiée ; on cherche cette division dans la colonne A et on a, en regard dans la colonne B, l'intensité de la source étudiée par rapport à la source étalon.

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.30	0.05	0.55	0.17	0.80	0.37	1.05	0.65	1.30	1.00
0.35	0.07	0.60	0.21	0.85	0.42	1.10	0.71		
0.40	0.09	0.65	0.25	0.90	0.47	1.15	0.78		
0.45	0.11	0.70	0.28	0.95	0.53	1.20	0.85		
0.50	0.14	0.75	0.33	1.00	0.59	1.25	0.92		

6 **Le même**, monté sur socle, avec règles divisées de 1 m. 30 sur lesquelles glissent les supports portant les sources lumineuses à comparer (fig. 2)..... **100** fr.

7 **Support** à hauteur variable pour les nos 4, 5, 6..... **40** fr.

8 **Photomètre de M. Crova avec écran diffuseur Foucault et diaphragme variable**..... **350** fr.

Cet appareil se compose d'un écran **Foucault** dont une moitié est éclairée par une lampe Carcel qui sert d'étalon. Cette lampe est placée dans une boîte noircie, munie d'un tube de 50 centimètres qui laisse arriver la lumière sur l'écran sous une incidence de 45°, l'autre moitié de l'écran reçoit la lumière du diffuseur qui est situé à l'extrémité d'un tube horizontal de même longueur que le précédent et auquel il est perpendiculaire, de cette manière les deux portions de l'écran reçoivent la lumière sous une incidence de 45°; derrière le diffuseur se trouve un écran dont on fait varier la surface au moyen de volets actionnés par une vis micrométrique.

9 **Photomètre Bunsen** modifié par **Edge-Burel**..... **75** fr.

Le principe de ce photomètre est le suivant : *une tache d'huile ou de graisse sur une feuille de papier, paraît sombre sur un fond brillant quand on regarde le papier par réflexion et brillante sur un fond sombre quand on observe par transmission. Si le papier est également éclairé des deux côtés, la tache disparaît.*

L'expérience montre que dans certains cas, il peut y avoir disparition de la tache, malgré une

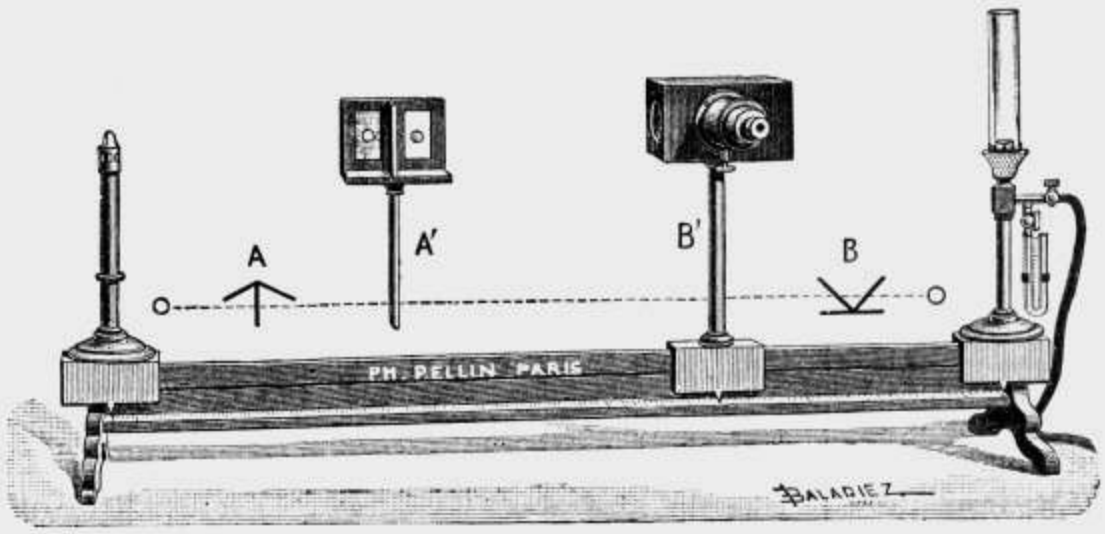


Fig. 3.

différence d'éclairement, mais cette disparition ne se produit que d'un seul côté du papier, il faut donc pour avoir toute la sensibilité de l'écran, en observer simultanément les deux faces.

Ce résultat s'obtient par le dispositif **Edge-Burel**, au moyen de deux miroirs convenablement inclinés (fig. 3 AA'). L'observateur voit simultanément les deux faces de l'écran.

L'écran photométrique est placé verticalement sur un support A', il reçoit normalement

sur chacune de ses faces la lumière émise par les sources de lumière qui sont fixées aux extrémités du banc.

En déplaçant convenablement le photomètre par rapport aux deux sources, on arrive toujours à trouver une position pour laquelle les taches brillante et sombre disparaissent simultanément.

Cette position détermine l'égalité d'éclairement de l'écran.

L'écran photométrique doit être fait avec soin, le papier doit être sans grain et la tache peu luisante.

Il est utile de faire deux observations, une première comme il est dit plus haut, une seconde en retournant l'écran dans son plan ; on élimine ainsi toute cause d'erreur provenant de l'écran. On peut aussi et c'est même préférable, se servir d'une source auxiliaire, et comparer chaque source à étudier à cette source auxiliaire.

10 **Photomètre Bunsen** modifié par **Edge-Burel**, monté sur banc en chêne de 1 m. 50, règle divisée, trois supports à coulisse (fig. 3 AA') ..... **150** fr.

11 **Le même**, avec banc de 2 mètres ..... **180** fr.

12 **Le même**, avec banc de 3 mètres ..... **220** fr.

13 **Photomètre Foucault** modifié par **M. Violle**, monté sur banc de 1 m. 50 avec trois supports à coulisse ..... **185** fr.

M. Violle a ajouté au photomètre **Foucault** un dispositif de deux glaces placées à 45° de l'axe du photomètre et faisant, entre elles, un angle de 90°, ce qui permetde le placer sur un banc unique (fig. 3 BB') et de le substituer rapidement au photomètre **Bunsen**.

L'écran photométrique **Foucault** est mobile dans un tube qui porte l'œilleton, au moyen d'un pignon et d'une crémaillère; sa position est déterminée par rapport à l'arête des glaces, par la disparition des pénombres, on a ainsi une ligne de séparation parfaitement fine, ni sombre, ni brillante.

On déplace le chariot qui porte le photomètre et on trouve une position pour laquelle on a l'égalité d'éclairement.

14 **Le même**, avec banc de 2 mètres, règle divisée ..... **220** fr.

15 **Le même**, avec banc de 3 mètres, règle divisée ..... **250** fr.

16 **Photomètre Foucault** modifié par **M. Violle**, même modèle que le n° 13, mais à glaces mobiles, pouvant se substituer l'une à l'autre par un mouvement de rotation au moyen d'un pignon et d'une roue dentée.

On élimine ainsi, par ce retournement, les erreurs provenant de la différence d'absorption et de réflexion des glaces.

Ce modèle, monté sur banc de 1 m. 50 avec trois supports à coulisse ..... **250** fr.

17 **Le même**, avec banc de 2 mètres, règle divisée ..... **280** fr.

18 **Le même**, avec banc de 3 mètres, règle divisée ..... **310** fr.

19 **Photomètre avec écran optique** d'après **Lummer** et **Brodhun** avec prisme à double réflexion pour l'observation dans un plan perpendiculaire au plan des deux sources de lumière.

La face hypoténuse d'un prisme a la forme d'une surface sphérique, coupée suivant un petit cercle par un plan que l'on appuie fortement sur la surface hypoténuse d'un second prisme. Les rayons provenant d'une des sources, traversent cette surface sans aucune réflexion ou réfraction et on obtient un champ elliptique dans la face hypoténuse uniformément éclairée du second prisme. Ce champ elliptique est nettement délimité et la ligne de démarcation disparait complètement au moment de l'égalité.

Ce photomètre est à retournement ..... **160** fr.

20 **Le même avec cercle gradué** pour essayer les sources sous différentes incidences ..... **180** fr.

21 **Le même** avec banc de 1 m. 50, règle divisée ..... **250** fr.

22 **Le même** avec banc de 2 mètres, règle divisée ..... **280** fr.

23 **Le même** avec banc de 3 mètres, règle divisée ..... **310** fr.

24 **Photomètre à relief**, modèle de **M. Yvon**.

L'écran est formé par un prisme de 90° en plâtre albatrine, chaque face de l'angle droit reçoit la lumière d'une des sources.

L'égalité d'éclairement des deux faces se constate facilement, car le prisme apparait comme une seule surface plane éclairée uniformément et dans laquelle l'arête de l'angle droit du prisme, n'est plus perceptible.

Les intensités lumineuses des deux foyers, sont alors dans le rapport inverse des carrés de leurs distances à l'arête du prisme.

25 Photomètre de Wheatstone (basé sur la durée de la sensation lumineuse). **35** fr.

Il se compose d'une boule brillante fixée sur un disque placé excentriquement sur une roue dentée qui engrène sur la circonférence intérieure d'une couronne dentée.

En faisant mouvoir rapidement la boule au moyen d'une manivelle agissant sur le jeu d'engrenages et éclairant l'appareil avec deux sources de lumière, on obtient deux figures dont on détermine l'égalité lumineuse en déplaçant les deux sources ou en se déplaçant avec le photomètre entre ces deux sources.

L'inverse du carré des distances des deux sources au photomètre donne la valeur relative des deux sources de lumière.

Cet appareil peut s'employer en plein jour.

BANCS D'OPTIQUE EN FONTE AVEC PHOTOMÈTRE DE PRÉCISION

Le Banc d'optique a trois mètres de longueur, il est en fonte, raboté, calibré, monté sur pieds à vis calantes, il porte une règle divisée en millimètres sur toute sa longueur et divisions indiquant directement le rapport d'intensité des sources lumineuses.

Sur ce banc sont montés trois chariots, dont deux à glissement, pince de serrage et index, destinés à recevoir l'un la lampe Carcel étalon, l'autre la source à mesurer ou les différents supports.

Le troisième chariot monté avec galets à gorge roule sur le banc; frein, pince de serrage, index, il reçoit le photomètre monté sur colonne à hauteur variable à crémaillère.

26 Banc de trois mètres avec **photomètre Bunsen-Edge-Burel.**
Opposition des taches ..... **430** fr.

27 Banc de trois mètres avec **photomètre Foucault-Violle.**
Juxtaposition des champs ..... **550** fr.

28 Banc de trois mètres avec **photomètre d'après Lummer et Brodhun** avec arc gradué pour essayer les sources sous différentes incidences.
Champs concentriques ..... **550** fr.

Accessoires pour ces photomètres

29 Support surmonté d'une plate-forme en ébonite, à hauteur variable avec pignon et crémaillère, mouvement de la plate-forme à rotule, il est destiné à recevoir les lampes à incandescence.
Se place sur un des chariots ..... **55** fr.

30 Support pour lampes à incandescence, mobile dans le plan de rotation vertical et horizontal avec cercles divisés pour essayer les lampes sous différentes incidences, sans changer de place, avec colonne et pied, se place sur un des chariots. **210** fr.

31 Miroir auxiliaire mobile dans tous les plans, cercles divisés, arc gradué, monté sur colonne et pied.
Se place sur un des chariots ..... **190** fr.

32 Lentille de dispersion Perry et Ayrton (Journal de Physique, tome IX, 1880) montée sur colonne et pied et chariot en supplément ..... **75** fr.

33 Lentilles de différents foyers, pouvant se substituer à la précédente, montées sur colonne et pied ..... **35** fr.

34 Lampe Carcel étalon modèle perfectionné ..... **140** fr.
Le centre de la flamme de la carcel est environ à 50 centimètres de la base de la lampe.

35 Étalons secondaires de M. Blondel voir nos 45, 46.

35 bis Étalon à acétylène de M. Ch. Féry, (fig. 3bis, 3ter) ..... **45** fr.

L'acétylène donne en brûlant une flamme très blanche dont la teinte est à peu près la moyenne de celles données par les sources à haute température employées aujourd'hui; d'autre part, ce gaz possédant une constitution chimique bien définie doit donner des résultats toujours identiques si on le brûle dans les mêmes conditions. Ce sont ces raisons qui l'ont déjà fait employer par **M. Violle** dans un étalon photométrique.

L'étalon de M. Féry est constitué en principe par un jet d'acétylène brûlant à l'air libre à l'extrémité d'un tube bien calibré. Il emploie à cet effet un tube en verre épais à canal capillaire comme ceux qui servent à faire les thermomètres. (*Ces tubes ont déjà été utilisés pour des lampes pratiques par différents constructeurs*).

Afin d'obtenir une intensité variant peu avec la hauteur de la flamme, l'image de cette dernière est projetée sur un

écran divisé en millimètres, au moyen d'une lentille F ; Cet écran, percé d'une fenêtre rectangulaire, découpe dans la région la plus brillante de la flamme un petit rectangle. Une seconde lentille F', de foyer convenable, appliquée sur cette ouverture donne une grande homogénéité au cône lumineux ainsi produit par la lampe.

Dans ces conditions, l'expérience montre que les variations d'intensité produites sur un photomètre, quand la flamme passe de 20 à 30 millimètres de hauteur sont de l'ordre de grandeur des erreurs photométriques.

Le tube de verre ne s'encrasse pas et peut être en tous cas facilement renouvelé en coupant la pointe au diamant.

La valeur de cet étalon est d'environ 1/4 de carcel.

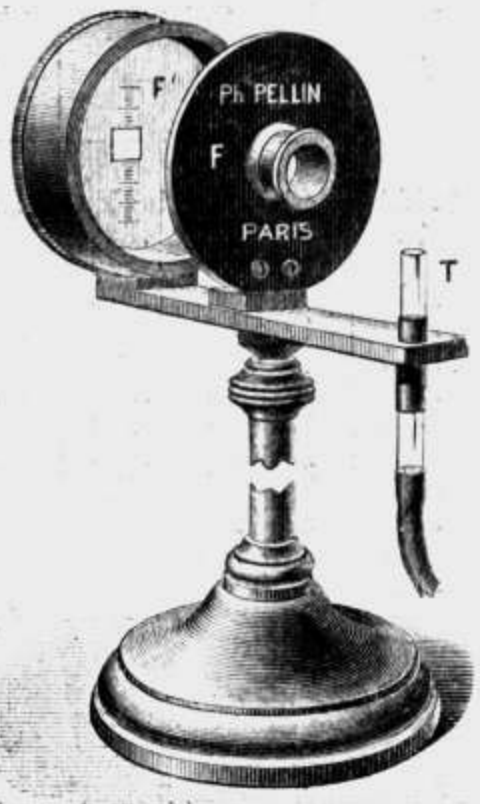


Fig. 3 *bis*.

36 Appareil pour mesurer la hauteur de la flamme d'une source lumineuse ..... 135 fr.

Il se compose d'un tube portant à l'une de ses extrémités un objectif et à l'autre une échelle divisée sur glace.

Fig. 3 *ter*.

La distance du foyer de l'objectif à l'échelle divisée est égale au double de sa distance focale, l'échelle est mobile dans une coulisse verticale au moyen d'un pignon et d'une crémaillère.

Pour faire une mesure on place l'appareil de manière que son objectif soit à la même distance de la source que de l'échelle divisée, l'image de la source doit être bien nette sur l'échelle de verre ; à ce moment l'image de la flamme est égale à la flamme elle-même.

On lit sa hauteur sur l'échelle divisée.

TABLES

Donnant la valeur de l'intensité d'une source de lumière en fonction de l'étalon employé, s'appliquant aux Photomètres **Bunsen** (**Foucault—Violle**), **Lummer** et **Brodhun**, **Wheatstone** et en général à tous les photomètres dans lesquels l'appareil photométrique se déplace entre les deux sources, fixées aux extrémités du banc.

Banc de 1m50

La *lampe* à essayer est placée à o.

La *lampe type* est placée à 1m50.

La colonne A indique la position, variable, de l'index du photomètre ; la colonne B donne la valeur de l'intensité de la lampe à essayer par rapport à la lampe type.

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.20	0.023	0.58	0.397	0.72	0.852	0.855	1.75	0.925	2.58
0.25	0.040	0.59	0.420	0.73	0.898	0.860	1.80	0.930	2.66
0.30	0.062	0.60	0.444	0.74	0.948	0.865	1.85	0.935	2.73
0.35	0.092	0.61	0.469	0.75	1.000	0.870	1.90	0.940	2.81
0.40	0.132	0.62	0.496	0.76	1.05	0.875	1.96	0.945	2.89
0.45	0.183	0.63	0.524	0.77	1.11	0.880	2.01	0 950	2.98
0.50	0.250	0.64	0.553	0.78	1.17	0.885	2.07	0.955	3.07
0.51	0.265	0.65	0.584	0.79	1.23	0.890	2.12	0.960	3.16
0.52	0.281	0.66	0.617	0.80	1.30	0.895	2.18	0.965	3.25
0.53	0.298	0.67	0.651	0.81	1.37	0.900	2.25	0.970	3.34
0.54	0.316	0.68	0.687	0.82	1.45	0.905	2.31	0.975	3.44
0.55	0.335	0.69	0.725	0.83	1.53	0.910	2.37	0 980	3.55
0.56	0.354	0.70	0.765	0.84	1.61	0.915	2.44	0.985	3.65
0.57	0.375	0.71	0.807	0.85	1.71	0.920	2.51	0.990	3.76

Banc de 1m 50 *(suite)*

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.995	3.88	1.060	5.80	1.125	9.00	1.190	14.73	1.255	26.23
1.000	4.»»	1.065	5.99	1.130	9.32	1.195	15.35	1.260	27.56
1.005	4.12	1.070	6.19	1.135	9.66	1.200	16.00	1.265	28.98
1.010	4.24	1.075	6.39	1.140	10.02	1.205	16.68	1.270	30.48
1.015	4.37	1.080	6.61	1.145	10.40	1.210	17.40	1.275	32.11
1.020	4.51	1.085	6.83	1.150	10.79	1.215	18.17	1.280	33.85
1.025	4.65	1.090	7.06	1.155	11.20	1.220	18.98	1.285	35.72
1.030	4.80	1.095	7.31	1.160	11.64	1.225	19.84	1.290	37.73
1.035	4.95	1.100	7.56	1.165	12.09	1.230	20.75	1.295	39.90
1.040	5.11	1.105	7.82	1.170	12.57	1.235	21.71	1.300	42.25
1.045	5.27	1.110	8.10	1.175	13.07	1.240	22.74		
1.050	5.44	1.115	8.38	1.180	13.59	1.245	23.83		
1.055	5.62	1.120	8.68	1.185	14.15	1.250	25.00		

(Déposé).

Banc de 2 mètres

La lampe à essayer est placée à o.
La lampe type est placée à 2 mètres.
La colonne A indique la position, variable, de l'index du photomètre ; la colonne B donne la valeur de l'intensité de la lampe à essayer par rapport à la lampe type.

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.20	0.012	0.79	0.426	1.070	1.32	1.245	2.71	1.420	5.99
0.25	0.020	0.80	0.444	1.075	1.35	1.250	2.76	1.425	6.14
0.30	0.031	0.81	0.463	1.080	1.37	1.255	2.83	1.430	6.29
0.35	0.044	0.82	0.482	1.085	1.40	1.260	2.89	1.435	6.45
0.40	0.062	0.83	0.503	1.090	1.43	1.265	2.96	1.440	6.61
0.45	0.084	0.84	0.524	1.095	1.46	1.270	3.02	1.445	6.77
0.50	0.111	0.85	0.546	1.100	1.49	1.275	3.09	1.450	6.95
0.51	0.117	0.86	0.569	1.105	1.52	1.280	3.16	1.455	7.12
0.52	0.123	0.87	0.592	1.110	1.55	1.285	3.22	1.460	7.31
0.53	0.129	0.88	0.617	1.115	1.58	1.290	3.29	1.465	7.49
0.54	0.136	0.89	0.642	1.120	1.61	1.295	3.37	1.470	7.69
0.55	0.143	0.90	0.669	1.125	1.65	1.300	3.44	1.475	7.89
0.56	0.151	0.91	0.696	1.130	1.68	1.305	3.52	1.480	8.10
0.57	0.158	0.92	0.725	1.135	1.72	1.310	3.60	1.485	8.31
0.58	0.166	0.93	0.755	1.140	1.75	1.315	3.68	1.490	8.53
0.59	0.175	0.94	0.786	1.145	1.79	1.320	3.76	1.495	8.76
0.60	0.183	0.95	0.818	1.150	1.83	1.325	3.85	1.500	9.00
0.61	0.192	0.96	0.852	1.155	1.86	1.330	3.94	1.505	9.24
0.62	0.201	0.97	0.886	1.160	1.90	1.335	4.03	1.510	9.49
0.63	0.211	0.98	0.923	1.165	1.94	1.340	4.12	1.515	9.75
0.64	0.221	0.99	0.960	1.170	1.98	1.345	4.21	1.520	10.02
0.65	0.231	1.000	1.00	1.175	2.02	1.350	4.31	1.525	10.30
0.66	0.242	1.005	1.02	1.180	2.07	1.355	4.41	1.530	10.59
0.67	0.253	1.010	1.04	1.185	2.11	1.360	4.51	1.535	10.89
0.68	0.265	1.015	1.06	1.190	2.15	1.365	4.62	1.540	11.20
0.69	0.277	1.020	1.08	1.195	2.20	1.370	4.72	1.545	11.53
0.70	0 289	1.025	1.10	1.200	2.25	1.375	4.84	1.550	11.86
0.71	0.302	1.030	1.12	1.205	2.29	1.380	4.95	1.555	12.21
0.72	0.316	1.035	1 15	1.210	2.34	1.385	5.07	1.560	12.57
0.73	0.330	1.040	1.17	1.215	2.39	1.390	5.19	1.565	12.94
0.74	0.344	1.045	1.19	1.220	2.44	1.395	5.31	1.570	13.33
0.75	0.360	1.050	1.22	1.225	2.49	1.400	5.44	1.575	13.73
0.76	0.375	1.055	1.24	1.230	2.55	1.405	5.57	1.580	14.15
0.77	0.391	1.060	1.27	1.235	2.60	1.410	5.71	1.585	14.58
0.78	0.408	1.065	1.29	1.240	2.66	1.415	5.85	1.590	15.03

Banc de 2 mètres (*suite*)

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.595	15.50	1.640	20.75	1.685	28.61	1.730	41.05	1.775	62.23
1.600	16.00	1.645	21.47	1.690	29.72	1.735	42.86	1.780	65.45
1.605	16.51	1.650	22.22	1.695	30.88	1.740	44.78	1.785	68.92
1.610	17.04	1.655	23.01	1.700	32.11	1.745	46.82	1.790	72.65
1.615	17.59	1.660	23.83	1.705	33.40	1.750	49.00	1.795	76.66
1.620	18.17	1.665	24.70	1.710	34.76	1.755	51.31	1.800	81.00
1.625	18.77	1.670	25.60	1.715	36.21	1.760	53.77		
1.630	19.40	1.675	26.56	1.720	37.73	1.765	56.40		
1.635	20.06	1.680	27.56	1.725	39.34	1.770	59.22		

(Déposé).

Banc de 3 mètres

La lampe à essayer est placée à o.
La lampe type est placée à 3 mètres
La colonne A indique la position variable de l'index du photomètre ; la colonne B donne la valeur de l'intensité de la lampe à essayer par rapport à la lampe type.

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.30	0.012	1.34	0.651	1.720	1.80	1.920	3.16	2.120	5.80
0.35	0.017	1.35	0.669	1.725	1.83	1.925	3.20	2.125	5.89
0.40	0.023	1.36	0.687	1.730	1.85	1.930	3.25	2.130	5.99
0.45	0.031	1.37	0.706	1.735	1.88	1.935	3.29	2.135	6.09
0.50	0.040	1.38	0.725	1.740	1.90	1.940	3.34	2.140	6.19
0.55	0.050	1.39	0.745	1.745	1.93	1.945	3.39	2.145	6.29
0.60	0.062	1.40	0.765	1.750	1.96	1.950	3.44	2.150	6.39
0.65	0.076	1.41	0.786	1.755	1.98	1.955	3.49	2.155	6.50
0.70	0.092	1.42	0.807	1.760	2.01	1.960	3.55	2.160	6.61
0.75	0.110	1.43	0.829	1.765	2.04	1.965	3.60	2.165	6.72
0.80	0.132	1.44	0.852	1.770	2.07	1.970	3.65	2.170	6.83
0.85	0.156	1.45	0.875	1.775	2.09	1.975	3.71	2.175	6.95
0.90	0.183	1.46	0.898	1.780	2.12	1.980	3.76	2.180	7.06
0.95	0.214	1.47	0.923	1.785	2.15	1.985	3.82	2.185	7.18
1 mèt.	0.250	1.48	0.948	1.790	2.18	1.990	3.88	2.190	7.31
1.05	0.289	1.49	0.973	1.795	2.21	1.995	3.94	2.195	7.43
1.10	0.335	1.50	1.00	1.800	2.25	2.000	4.00	2.200	7.56
1.11	0.344	1.51	1.02	1.805	2.28	2.005	4.06	2.205	7.69
1.12	0.354	1.52	1.05	1.810	2.31	2.010	4.12	2.210	7.82
1.13	0.365	1.53	1.08	1.815	2.34	2.015	4.18	2.215	7.96
1.14	0.375	1.54	1.11	1.820	2.37	2.020	4.24	2.220	8.10
1.15	0.386	1.55	1.14	1.825	2.41	2.025	4.31	2.225	8.24
1.16	0.397	1.56	1.17	1.830	2.44	2.030	4.37	2.230	8.38
1.17	0.408	1.57	1.20	1.835	2.48	2.035	4.44	2.235	8.53
1.18	0.420	1.58	1.23	1.840	2.51	2.040	4.51	2.240	8.68
1.19	0.432	1.59	1.27	1.845	2.55	2.045	4.58	2.245	8.84
1.20	0.444	1.60	1.30	1.850	2.58	2.050	4.65	2.250	9.00
1.21	0.456	1.61	1.34	1.855	2.62	2.055	4.72	2.255	9.16
1.22	0.469	1.62	1.37	1.860	2.66	2.060	4.80	2.260	9.32
1.23	0.482	1.63	1.41	1.865	2.70	2.065	4.87	2.265	9.49
1.24	0.496	1.64	1.45	1.870	2.73	2.070	4.95	2.270	9.66
1. 5	0.510	1.65	1.49	1.875	2.76	2.075	5.03	2.275	9.84
1.26	0.524	1.66	1.53	1.880	2.81	2.080	5.11	2.280	10.02
1.27	0.538	1.67	1.57	1.885	2.85	2.085	5.19	2.285	10.21
1.28	0.553	1.68	1.61	1.890	2.89	2.090	5.27	2.290	10.40
1.29	0.569	1.69	1.66	1.895	2.94	2.095	5.35	2.295	10.59
1.30	0.584	1.70	1.71	1.900	2.98	2 100	5.44	2.300	10.79
1.31	0.600	1.705	1.73	1.905	3 02	2.105	5.53	2.305	10.99
1.32	0.617	1.710	1.75	1.910	3.07	2.110	5.62	2.310	11.20
1.33	0.634	1.715	1.78	1.915	3.11	2.115	5.71	2.315	11.42

Banc de 3 mètres (*suite*)

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2.320	11.64	2.400	16.00	2.480	22.74	2.560	33.85	2.640	53.77
2.325	11.86	2.405	16.33	2.485	23.28	2.565	34.76	2.645	55.51
2.330	12.09	2.410	16.68	2.490	23.83	2.570	35.72	2.650	57.32
2.335	12.32	2.415	17.04	2.495	24.40	2.575	36.70	2.655	59.22
2.340	12.57	2.420	17.40	2.500	25.»»	2.580	37.73	2.660	61.20
2.345	12.81	2.425	17.78	2.505	25.60	2.585	38.79	2.665	63.28
2.350	13.07	2.430	18.17	2.510	26.23	2.590	39.90	2.670	65.45
2.355	13.33	2.435	18.57	2.515	26.89	2.595	41.05	2.675	67.74
2.360	13.59	2.440	18.98	2.520	27.56	2.600	42.25	2 680	70.14
2.365	13.87	2.445	19.40	2.525	28.25	2.605	43.49	2.685	72.65
2.370	14.15	2.450	19.84	2.530	28.98	2.610	44.78	2.690	75.29
2.375	14.44	2.455	20.29	2.535	29.72	2.615	46.13	2.695	78.07
2.380	14.73	2.460	20.75	2.540	30.48	2.620	47.53	2.700	81.00
2.385	15.03	2.465	21.22	2.545	31.28	2.625	49.00		
2.390	15.35	2.470	21.71	2.550	32.11	2.630	50.52		
2.395	15.67	2.475	22.22	2.555	32.96	2.635	52.11		

(Déposé.)

37 Photomètre de M. Cornu ..... **250** fr.

Cet appareil est basé sur la propriété suivante des lentilles :

L'image focale est, comme forme, indépendante de la grandeur et de la forme de l'ouverture de la lentille, et comme intensité, proportionnelle à la surface de cette ouverture.

L'appareil se compose de deux objectifs aussi identiques que possible, dont les axes optiques principaux se croisent au double environ de leur distance focale commune, sous un angle d'une quinzaine de degrés environ. Chacun d'eux produit sur un écran blanc l'image d'un petit dia-

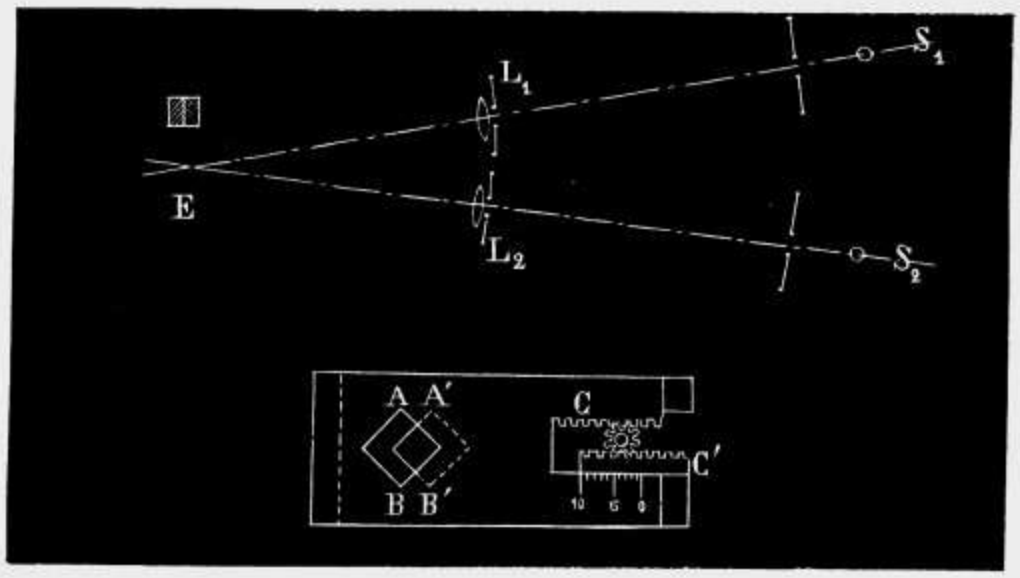


Fig. 4. — Comparaison de l'éclat intrinsèque d'images réelles reçues sur un écran blanc.

phragme rectangulaire de 5 m/m sur 10 m/m placé sensiblement au foyer conjugué de l'écran ; on a donc sur cet écran deux images tangentes, dont l'ensemble fait un carré de 10 m/m sur 10 m/m ; derrière chacun de ces petits diaphragmes, on place les deux sources de lumière S_1 S_2 ou mieux la partie des sources de lumière dont on veut comparer l'éclat.

On amène l'égalité des éclairements des deux images en faisant varier la surface de l'un des objectifs ; à cet effet, chaque objectif est couvert de deux plaques métalliques glissant l'une sur l'autre par l'effet d'un pignon commun à deux crémaillères CC' portant chacune une ouverture carrée AB A'B', dont on peut ainsi faire varier la surface ; il en résulte que le centre du carré variable reste fixe devant le centre de l'objectif, et que le côté du carré varie de 0 à 20 m/m (*Fig.* 4).

Les ouvertures présentent un côté gradué. On calcule les éclats intrinsèques relatifs en prenant les inverses des carrés des graduations.

TABLES

Photomètre de M. Cornu n° 37 — **Spectrophotomètre de M. Cornu** n° 55

PREMIER CAS

La source de lumière à étudier est plus intense que l'étalon employé : on la place devant le diaphragme mobile B, l'étalon étant devant le diaphragme fixe A.

On égalise les éclats ou les intensités par le jeu des volets du diaphragme mobile B, puis on cherche dans la colonne B de la table la division indiquée par le vernier du diaphragme mobile et on a en regard dans la colonne $\frac{A^2}{B^2}$ la valeur de la source à étudier en fonction de l'étalon employé.

A diaphragme fixe ayant 20 mm $A^2 = 400$ mm carrés.

B diaphragme mobile varie de 0 à 20 mm B^2 varie de 0 à 400 mm carrés.

B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$	B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$	B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$
1.	1.	400.	6.3	39.69	10.07	11.6	134.56	2.97
1.1	1.21	330.57	6.4	40.96	9.76	11.7	136.89	2.92
1.2	1.44	277.77	6.5	42.25	9.46	11.8	139.24	2.87
1.3	1.69	236.68	6.6	43.56	9.18	11.9	141.61	2.82
1.4	1.96	204.08	6.7	44.89	8.91	12.	144.	2.77
1.5	2 25	177.77	6.8	46.24	8.65	12.1	146.41	2.73
1.6	2.56	156.25	6.9	47.61	8.40	12.2	148.84	2.68
1.7	2.89	138.40	7.	49.	8.16	12.3	151.29	2.64
1.8	3.24	123.45	7.1	50.41	7.93	12.4	153.76	2.60
1.9	3.61	110.80	7.2	51.84	7.71	12.5	156.25	2.56
2.	4.	100.	7.3	53.29	7.50	12.6	158.76	2.51
2.1	4.41	90.70	7.4	54.76	7.30	12.7	161.29	2.48
2.2	4.84	82.62	7.5	56.25	7.11	12.8	163.84	2.44
2.3	5.29	75.61	7.6	57.76	6.92	12.9	166.41	2.40
2.4	5.76	69.44	7.7	59.29	6.74	13.	169.	2.36
2.5	6.25	64.	7.8	60.84	6.57	13.1	171.61	2.33
2.6	6.76	59.17	7.9	62.41	6.40	13.2	174.24	2.29
2.7	7.29	54.86	8.	64.	6.25	13.3	176.89	2.26
2.8	7.84	51.02	8.1	65.61	6.09	13.4	179.56	2.22
2.9	8.41	47.56	8.2	67.24	5.94	13.5	182.25	2.19
3.	9.	44.44	8.3	68.89	5.80	13.6	184.96	2.16
3.1	9.61	41.62	8.4	70.56	5.66	13.7	187.69	2.13
3.2	10.24	39.06	8.5	72.25	5.53	13.8	190.44	2.10
3.3	10.89	36.73	8.6	73.96	5.40	13.9	193.21	2.07
3.4	11.56	34.60	8.7	75.69	5.28	14.	196.	2.04
3.5	12.25	32.65	8.8	77.44	5.16	14.1	198.81	2.01
3.6	12.96	30.86	8.9	79.21	5.04	14.2	201.64	1.98
3.7	13.69	29.22	9.	81.	4.93	14.3	204.49	1.95
3.8	14.44	27.70	9.1	82.81	4.83	14.4	207.36	1.92
3.9	15.21	26.29	9.2	84.64	4.72	14.5	210.25	1.90
4.	16.	25.	9.3	86.49	4.62	14.6	213.16	1.87
4.1	16.81	23.79	9.4	88.36	4.52	14.7	216.09	1.85
4.2	17.64	22.67	9.5	90.25	4.43	14.8	219.04	1.82
4.3	18.49	21.63	9.6	92.16	4.34	14.9	222.01	1.80
4.4	19.36	20.66	9.7	94.09	4.25	15.	225.	1.77
4.5	20.25	19.75	9.8	96.04	4.16	15.2	231.04	1.73
4.6	21.16	18.90	9.9	98.01	4.08	15.4	237.16	1.68
4.7	22.09	18.10	10.	100.	4.	15.6	243.36	1.64
4.8	23.04	17.36	10.1	102.01	3.92	15.8	249.64	1.60
4.9	24.01	16.65	10.2	104.04	3.84	16.	256.	1.56
5.	25.	16.	10.3	106.09	3.77	16.2	262.44	1.52
5.1	26.01	15.37	10.4	108.16	3.69	16.4	268.96	1.48
5.2	27.04	14.79	10.5	110.25	3.62	16.6	275.56	1.45
5.3	28.09	14.23	10.6	112.36	3.55	16.8	282.24	1.41
5.4	29.16	13.71	10.7	114.49	3.49	17.	289.	1.38
5.5	30.25	13.22	10.8	116.64	3.42	17.5	306.25	1.30
5.6	31.36	12.75	10.9	118.81	3.36	18.	324.	1·23
5.7	32.49	12.31	11.	121.	3.30	18.5	342.25	1.16
5.8	33.64	11.89	11.1	123.21	3.24	19.	361.	1.10
5.9	34.81	11.49	11.2	125.44	3.18	19.5	380.25	1.05
6.	36.	11.11	11.3	127.69	3.13	20.	400.	1.
6.1	37.21	10.74	11.4	129.96	3.07			
6.2	38.44	10.40	11.5	132.25	3.02			

(Déposé.)

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

DEUXIÈME CAS

La source de lumière à étudier est moins intense que l'étalon.

On place l'étalon devant le diaphragme mobile B, la source étant devant le diaphragme fixe A.

On égalise les éclats ou les intensités par le jeu des volets du diaphragme mobile. On cherche dans la colonne B de la table la division indiquée par le vernier du diaphragme mobile et on a en regard dans la colonne $\frac{B^2}{A^2}$ la valeur de la source à étudier en fraction de l'étalon.

A diaphragme fixe ayant 20 m/m×20 mm $A^2 = 400$ mm carrés.
B diaphragme mobile varie de 0 à 20 mm B^2 varie de 0 à 400 mm carrés.

B	B^2	$\frac{B^2}{A^2}$	B	B^2	$\frac{B^2}{A^2}$	B	B^2	$\frac{B^2}{A^2}$
6.5	42.25	0.10	13.	169	0.42	17	289	0.72
7	49	0.12	13.5	182.25	0.45	17.5	306.25	0.76
8	64	0.16	14.	196	0.49	18	324	0.81
9	81	0.20	14.5	210.25	0.52	18.5	342.25	0.85
10	100	0.25	15.	225	0.56	19	361	0.90
11	121	0.30	15.5	240.25	0.60	19.5	380.25	0.95
12	144	0.36	16.	256	0.64	20	400	1
12.5	156.25	0.39	16.5	272.25	0.68			

(Déposé.)

Comme exemple instructif d'observation, M. Cornu cite la comparaison de l'éclat intrinsèque d'une lampe à pétrole à mèche plate avec celui de la même flamme vue de tranche: On trouve que l'éclat de la flamme vue de tranche est plus de dix fois supérieur à l'éclat de la flamme vue de face.

Pour effectuer cette comparaison, on prend une sourceauxiliaire comme une lampe modérateur à double courant d'air, à verre cylindrique et on la place en S_1 on choisit comme point de comparaison une partie de la flamme qui paraisse bien homogène, en particulier le bord de la flamme qui possède un éclat vif et constant.

On dispose en S_2 la lampe à pétrole sur un support tournant autour d'une verticale passant par l'axe de la mèche, de sorte qu'une rotation de 90° place la flamme alternativement de face et de tranche.

On compare ainsi l'éclat de chacun des deux aspects de la flamme à celui d'une source auxiliaire : si on a soin de laisser constante l'ouverture de l'objectif correspondant à cette source, le rapport cherché est égal à l'inverse des carrés des lectures sur l'autre objectif.

La méthode basée sur l'emploi d'une source auxiliaire pour mesurer deux sources de lumière élimine les inégalités de construction des diaphragmes ou de transparence des objectifs, et c'est cette méthode que M. Cornu a adoptée pour l'appareil suivant.

38 Microphotomètre de M. Cornu..... **400** fr.

Dans cet appareil les deux objectifs O_1 O_2 sont à angle droit, l'un d'eux O_1

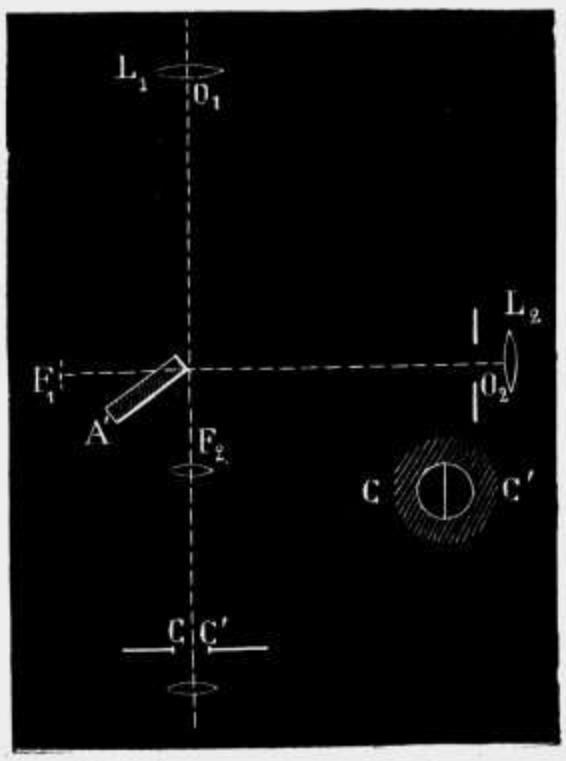


Fig. 5.

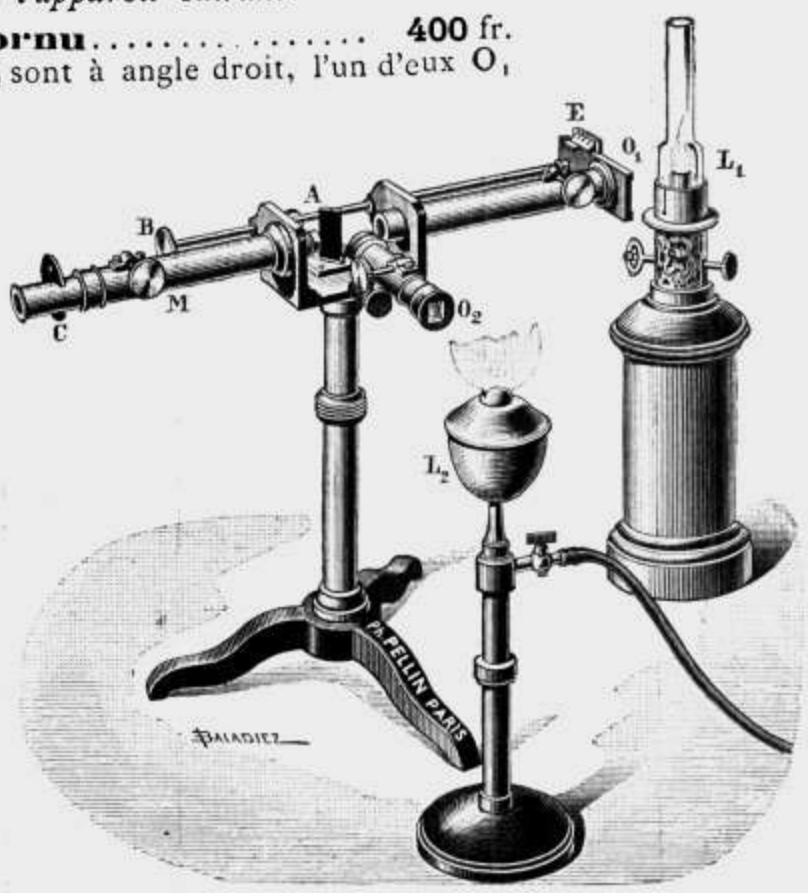


Fig. 6.

possède un diaphragme à œil-de-chat avec divisions. Les plans focaux AF_1, AF_2 sont réglés de manière à passer rigoureusement par l'arête très fine d'une glace noire (*Fig. 5, 6*), un microscope à faible grossissement (25 à 50 diamètres environ) permet de voir simultanément de part et d'autre de l'arête rectiligne, les deux images des deux sources.

En réglant convenablement la position des sources, on arrive à amener en contact avec l'arête les deux plages à comparer. Pour rendre la comparaison encore plus précise on isole les deux plages à l'aide d'un diaphragme circulaire CC' introduit dans le plan focal de l'oculaire du microscope.

Le champ visible consiste alors en un petit cercle séparé en deux moitiés égales par l'arête presqu'invisible de la glace noire, l'une des moitiés correspondante à L_2 présente une intensité fixe, l'autre correspondante à L_1, une intensité variable à l'aide de l'écran photométrique.

On aura soin de mettre la source la plus intense devant l'objectif O_1, muni du diaphragme variable.

Le rapport des intensités sera égal à l'inverse des carrés des lectures ou aux carrés de ces lectures, suivant les positions relatives de la source à étudier et de la source auxiliaire, par rapport à leurs positions devant les objectifs O_1, O_2. Les plages à comparer peuvent-être extrêmement petites, si les images focales sont bien pures et obtenues à l'aide d'objectifs achromatiques; le microscope qui sert d'oculaire pouvant les amplifier dans de grandes proportions.

L'appareil ne répond à sa propriété fondamentale que si la pupille reçoit toute la lumière qui a passé par l'ouverture des objectifs ou qui provient de la source ; il importe donc de vérifier par l'observation de *l'anneau oculaire* du microscope (à l'aide d'une loupe rappelant le dynamètre de Ramsden) :

1° Que l'ouverture carrée minimum du photomètre O_1, est entièrement visible dans l'anneau oculaire, 2° que l'ouverture de l'objectif O_2 ou bien l'image de la source est aussi entièrement visible et bien concentrique à l'image de l'ouverture carrée.

Si on veut avec les photomètres de M. Cornu déterminer l'éclairement de deux sources, on devra mettre devant chaque objectif et au contact un écran photométrique **Foucault** *verre dépoli, etc.*

(Etudes Photométriques de M. Cornu, *Journal de Physique*, tome X, 1881).

TABLE

Microphotomètre de M. Cornu

On place la source de lumière, *la plus intense, devant le diaphragme mobile* B, (O_1 sur la figure), variable de 0 à 20 mm B^2 de 0 à 400 mm carrés et l'autre source devant le diaphragme fixe A ayant 10 mm × 10 mm A^2 = 100 mm carrés. (O_2 de la figure).

On égalise les éclats ou les intensités, on cherche dans la colonne B de la table le nombre indiqué par le vernier de la division, et on a en regard dans la colonne $\frac{A^2}{B^2}$ *la valeur de la source placée devant le diaphragme mobile en fonction de la source placée devant le diaphragme fixe.*

B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$	B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$	B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$
1	1	100	2.9	8.41	11.89	4.8	23.04	4.34
1.1	1.21	82.64	3	9	11.11	4.9	24.01	4.16
1.2	1.44	69.44	3.1	9.61	10.40	5	25	4
1.3	1.69	59.17	3.2	10.24	9.76	5.1	26.01	3.84
1.4	1.96	51.02	3.3	10.89	9.18	5.2	27.04	3.69
1.5	2.25	44.44	3.4	11.56	8.65	5.3	28.09	3.55
1.6	2.56	39.06	3.5	12.25	8.16	5.4	29.16	3.42
1.7	2.89	34.60	3.6	12.96	7.71	5.5	30.25	3.30
1.8	3.24	30.86	3.7	13.69	7.30	5.6	31.36	3.18
1.9	3.61	27.70	3.8	14.44	6.92	5.7	32.49	3.07
2	4	25	3.9	15.21	6.57	5.8	33.64	2.97
2.1	4.41	22.67	4	16	6.25	5.9	34.81	2.87
2.2	4.84	20.66	4.1	16.81	5.94	6	36	2.77
2.3	5.29	18.90	4.2	17.64	5.66	6.1	37.21	2.68
2.4	5.76	17.36	4.3	18.49	5.40	6.2	38.44	2.60
2.5	6.25	16	4.4	19.36	5.16	6.3	39.69	2.51
2.6	6.76	14.79	4.5	20.25	4.93	6.4	40.96	2.44
2.7	7.29	13.71	4.6	21.16	4.72	6.5	42.25	2.36
2.8	7.84	12.75	4.7	22.09	4.52	6.6	43.56	2.29

Table du microphotomètre de M. Cornu *(suite)*

B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$	B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$	B	B^2	$\frac{A^2}{B^2}$
6.7	44.89	2.22	8.4	70.56	1.41	11.2	125.44	0.79
6.8	46.24	2.16	8.5	72.25	1.30	11.4	129.96	0.76
6.9	47.61	2.10	8.6	73.96	1.35	11.6	134.56	0.74
7	49	2.04	8.7	75.69	1.32	11.8	139.24	0.71
7.1	50.41	1.98	8.8	77.44	1.29	12	144	0.69
7.2	51.84	1.92	8.9	79.21	1.26	12.5	156.25	0.64
7.3	53.29	1.87	9	81	1.23	13	169	0.59
7.4	54.76	1.82	9.2	84.64	1.18	13.5	182.25	0.54
7.5	56.25	1.77	9.4	88.36	1.13	14	196	0.51
7.6	57.76	1.73	9.6	92.16	1.08	14.5	210.25	0.47
7.7	59.29	1.68	9.8	96.04	1.04	15	225	0.44
7.8	60.84	1.64	10	100	1	16	256	0.39
7.9	62.41	1.60	10.2	104.04	0.96	17	289	0.34
8	64	1.56	10.4	108.16	0.92	18	324	0.30
8.1	65.61	1.52	10.6	112.36	0.88	19	361	0.27
8.2	67.24	1.48	10.8	116.64	0.85	20	400	0.25
8.3	68.89	1.45	11	121	0.82			

(Déposé.)

38 *bis*. **Pyromètre optique de M. Le Chatelier**..... **250** fr.

M. Le Chatelier nous a fait construire sur le principe du Microphotomètre de M. Cornu, un pyromètre optique *permettant d'évaluer rapidement les températures*.

La variation extrêmement rapide de l'intensité des radiations rouges émises par les corps incan-

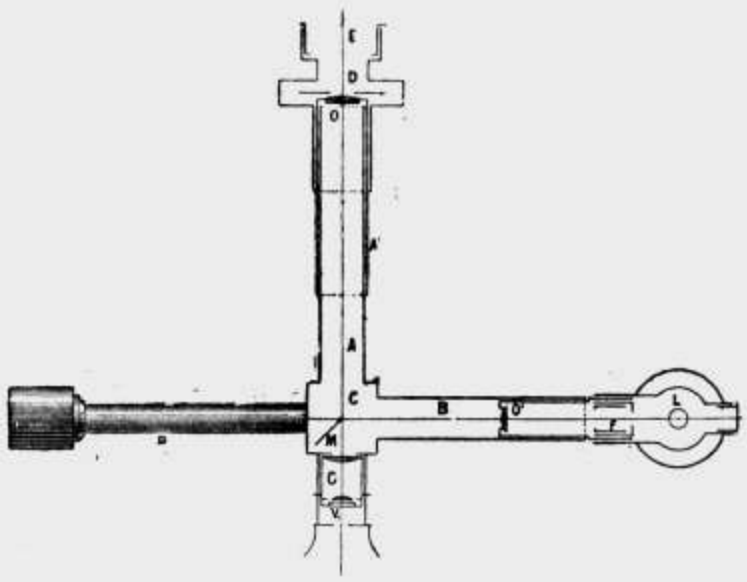


Fig. 7.

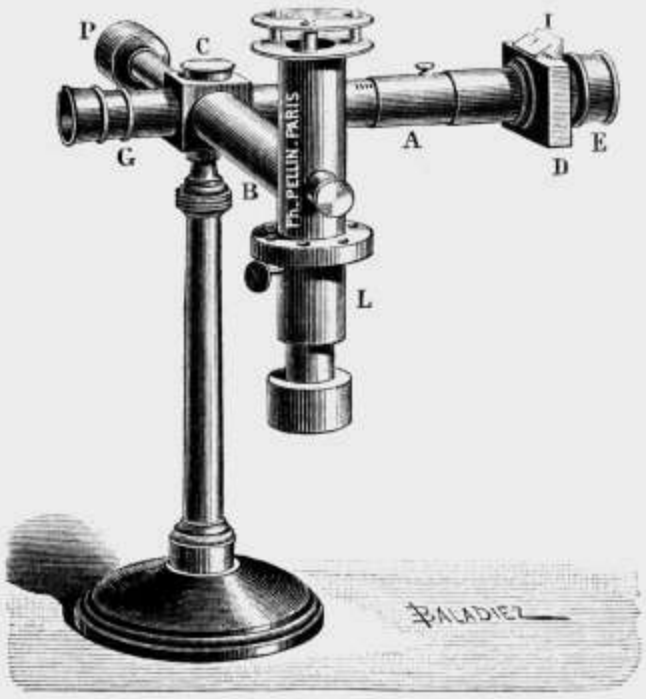


Fig. 8.

descents (dans le rapport de 1 à 1.000.0000 entre 600° et 1.800°), permet d'obtenir avec des mesures photométriques d'une précision moyenne des déterminations très exactes de température.

Académie des Sciences, 1er février 1892. — *Industrie Electrique*, 10 avril 1892. — *Journal de Physique*, 3e série, t. I, mai 1892. (Notice spéciale).

39 Héliophotomètre de M. Cornu.

Cet appareil est destiné à comparer directement l'intensité de la lumière circumsolaire avec celle du centre du disque du soleil pour avoir une mesure de l'état du ciel ; donnée importante en météorologie.

A l'aide d'un des dispositifs photométriques, *indépendants de la polarisation*, imaginés par M. Cornu, on amène côte à côte l'image du centre du soleil(affaiblie dans un rapport connu par une double réflexion sur une glace sans tain) et l'image du ciel à une ou deux minutes du bord solaire : l'égalisation des deux champs fournit le rapport cherché.

Lorsque la différence de couleur des deux images (l'une est jaune, l'autre est bleue) devient trop gênante, on remplace l'oculaire par un spectroscope.

Académie des Sciences, 20 décembre 1886. (*Bulletin astronomique*, mars 1887).

40 Photomètre de M. Mascart (fig. 9, 10) ..... **500** fr.

Le **Photomètre** de **M. Mascart**, qu'on peut appeler un **Lucimètre**, fournit des mesures comparatives et en donnant à l'écran récepteur toutes les directions possibles dans une salle éclairée, on peut compléter les renseignements par une étude de la distribution de la lumière.

On détermine avec cet appareil l'éclairement ou la **Clarté** produite, c'est-à-dire la quantité de

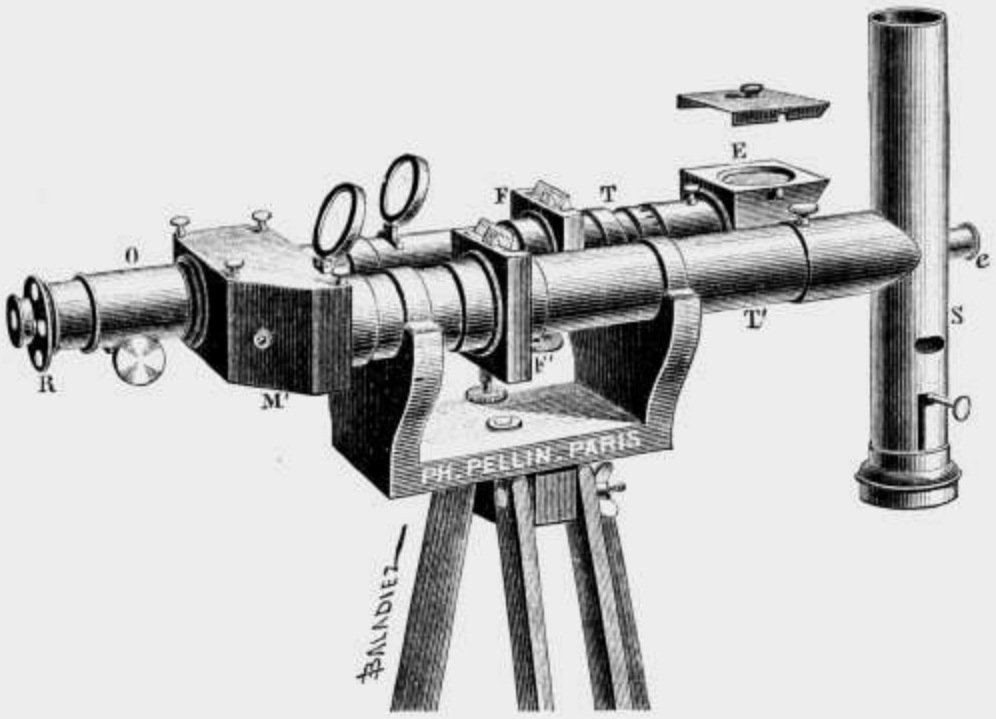


Fig. 9

lumière dont on dispose pour se diriger et voir les obstacles quand il s'agit de l'éclairage des rues ou des places publiques, l'éclat que prennent les objets pour le travail manuel, la lumière que reçoit une feuille de papier pour la lecture. *Cette clarté générale ou localisée dépend non seulement de l'intensité et du nombre des foyers lumineux, mais aussi, pour une très grande part, de circonstances extérieures extrêmement variées, telles que la lumière réfléchie par des écrans ou diffusée par les murs et les plafonds.*

L'éclairage, dont on veut mesurer l'intensité, est reçu sur un écran E en papier très fin (**Ecran récepteur**) derrière lequel se trouve un miroir réflecteur M à 45° et l'ensemble est monté sur un

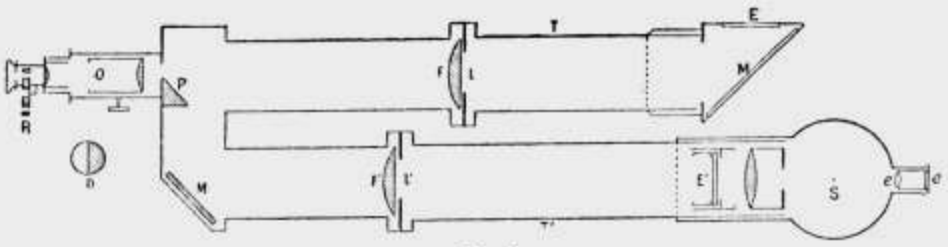


Fig. 10.

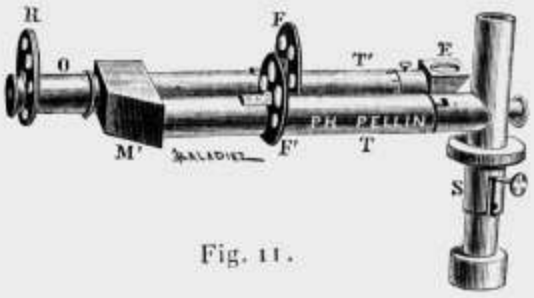


Fig. 11.

tube horizontal T, de manière que la normale à l'écran puisse prendre toutes les directions dans un plan vertical. Une lentille L forme l'image de l'écran dans le plan du diaphragme D.

La Lampe de comparaison S est montée à l'extrémité d'un tube parallèle T'; c'est une lampe à essence minérale à flamme plate, un diaphragme limite la hauteur de la flamme employée.

Le faisceau de lumière émis par la lampe, rendu à peu près parallèle par une lentille de champ, éclaire un écran semblable E', dont l'image donnée par la lentille L' se forme aussi dans le plan D après réflexions sur un miroir M' et un prisme p ; des vis de rappel permettent de régler l'inclinaison du miroir et du prisme.

Le diaphragme D porte un verre dépoli fin (**verre d'épreuve**) muni d'une ouverture circulaire et se trouve en contact avec le prisme, de sorte que les deux moitiés de l'image sont éclairées respectivement par les deux systèmes ; on vise à l'aide d'une loupe oculaire O. Les lentilles LL' sont en partie cachées par des ouvertures rectangulaires FF' dont les volets se rapprochent à volonté à l'aide de boutons et crémaillères, de sorte que la surface libre est proportionnelle à leur distance, il est donc facile d'égaliser les éclairements.

Les volets portent des échelles divisées, deux loupes permettent de lire les divisions, sans que l'œil quitte le plan d'observation.

Lorsque les deux sources sont invariables, les éclats des deux moitiés de l'image sont respectivement proportionnels aux nombres des divisions N et N' qui représentent les largeurs des ouvertures.

Le rapport de ces deux nombres doit alors être constant, c'est ce que vérifie l'expérience.

Si n_0 est la valeur du rapport $\frac{N'}{N}$

N' le nombre des divisions du côté de la lampe de comparaison.

N — — — de l'écran récepteur

quand on éclaire l'écran récepteur E dans une direction normale, par une lampe Carcel à un mètre, n la valeur de ce rapport relative à une autre expérience, le quotient $\frac{n}{n_0}$ est la mesure de la clarté évaluée en **Carcel-mètres**.

Dans les photomètres construits, on a généralement

$$N' = 13 \qquad N = 40$$

$$n_0 = \frac{13}{40} = 0{,}325 = \text{Constante de l'appareil.}$$

Si dans une autre expérience, avec un éclairement différent, on a, je suppose,

$$N' = 26 \qquad N = 40$$

$$\text{le rapport } n = \frac{26}{40} = 0{,}65$$

et on a pour valeur de l'éclairement

$$\frac{n}{n_0} = \frac{0{,}65}{0{,}325} = 2 \text{ Carcel-mètres.}$$

En Résumé

Pour déterminer la constante (n_0) propre à l'appareil :

On place une lampe Carcel type à 1 mètre et normalement à l'écran récepteur, on établit l'égalité d'éclairement par le jeu des diaphragmes, et on divise le nombre des divisions du côté de la lampe de comparaison (N') par le nombre des divisions du côté de l'écran récepteur (N).

$$\text{Soit } \frac{N'}{N} = n_0$$

Pour faire une mesure :

On tourne l'écran récepteur normalement à l'éclairement dont on veut mesurer l'intensité, on fait jouer les diaphragmes pour obtenir l'égalité d'éclairement, puis on divise le nombre de divisions du côté de la lampe de comparaison (N') par le nombre des divisions du côté de l'écran récepteur (N) et par la constante (n_0).

$$\text{Soit } \frac{N'}{N \times n_0} = \text{Carcel-mètres}$$

Le jeu des deux ouvertures permet de comparer des clartés plus grandes ou plus faibles que celle qui correspondrait à des valeurs égales de N et N' ou à la surface totale des deux lentilles.

Il n'y a pas de limite, au moins en théorie, à l'intensité de l'éclairage qu'on peut mesurer.

La lampe S est entourée par une cheminée métallique qui ne laisse à découvert que le côté utile à l'éclairement. Une petite lentille *l* située du côté opposé forme une image de la flamme sur un écran dépoli *e*, qui permet d'en vérifier le mode de combustion.

Enfin, un disque R, mobile autour d'un axe latéral, porte une ouverture libre et des verres colorés que l'on peut amener devant l'oculaire, on peut ainsi comparer les lumières totales ou leurs valeurs relatives à différentes couleurs.

Les expériences très variées de M. de Nerville ont montré que la clarté d'une salle de fête varie de 1 à 4 Carcel-mètres, tandis qu'on atteint facilement 10, 20 ou 30 Carcel-mètres dans une salle éclairée à la lumière du jour.

Cet appareil a environ 90 cent. de longueur, il est monté sur un trépied. (fig. 9.)

La première expérience à faire est donc d'étalonner son appareil avec une lampe Carcel placée à un mètre et de déterminer n_0 qui est variable avec chaque appareil, on devra aussi vérifier ce rapport chaque fois qu'on changera le papier de l'écran récepteur.

41 Photomètre de MM. Mascart et Pellin, petit modèle pour être tenu à la main, figure 11 ..... **190** fr.

M. Pellin, en réduisant les dimensions de l'appareil a construit un petit photomètre de 30 centimètres environ, qui peut être facilement tenu à la main.

La lampe de comparaison est une petite lampe à essence à mèche ronde.

La seule différence de construction consiste en ce que les volets à mouvement continu qui modifient l'ouverture des lentilles sont remplacés par des disques percés de trous de surface déterminée 100, 50, 33, 25, 20

variant comme les nombres $1 \; \frac{1}{2} \; \frac{1}{3} \; \frac{1}{4} \; \frac{1}{5}$

L'éclat des deux portions du verre d'épreuve varie par sauts brusques et l'égalité des deux parties s'obtient, en plus par une ouverture, en moins par la suivante; avec un peu de pratique de l'appareil on détermine un nombre suffisamment approché.

Le rapport des ouvertures des lentilles, quand on éclaire l'écran récepteur dans une direction normale par une lampe Carcel, est une constante n_0 comme dans l'appareil précédent.

Ce modèle est établi pour donner très sensiblement avec N' = 33 N = 100 l'égalité quand la lampe Carcel est à un mètre.

La constante est $n_0 = \frac{33}{100} = 0{,}33 = 1$ Carcel-mètre,

mais on peut facilement modifier cette constante de 0,33 en augmentant ou diminuant l'opacité de l'écran du côté de la lampe, en ajoutant ou retirant des verres dépolis, ou en augmentant ou diminuant le nombre des papiers maintenus entre les deux glaces en avant du condenseur de la lampe, ce qui est facile, tous les diaphragmes se démontant et se remettant en place au moyen de goupilles.

Le tableau suivant indique les divers éclairements que l'on peut mesurer avec les différentes constantes

L'égalité d'éclairement étant obtenue pour une Carcel placée à un mètre.

$n_0 = 0{,}25$	N' = 25	N = 100	N' ouverture du côté de la lampe de comparaison.
$n_0 = 0{,}33$	N' = 33	N = 100	N ouverture du côté de l'écran récepteur.
$n_0 = 0{,}50$	N' = 50	N = 100	
$n_0 = 1$	N' = 100	N = 100	
$n_0 = 2$	N' = 100	N = 50	
$n_0 = 3$	N' = 100	N = 33	

SURFACE du diaphragme côté de l'écran récepteur N	SURFACE du diaphragme côté de la lampe de comparaison N'	CONSTANTES (n_0)					
		0.25	0.33	0.50	1	2	3
		CARCEL-MÈTRES					
100	100	4	3	2	1	0.50	0.33
	50	2	1.50	1	0.50	0.25	0.16
	33	1.33	1	0.66	0.33	0.16	0.11
	25	1	0.75	0.50	0.25	0.12	0.08
	20	0.80	0.60	0.40	0.20	0.10	0.06
50	100	8	6	4	2	1	0.66
	50	4	3	2	1	0.50	0.33
	33	2.66	2	1.33	0.66	0.33	0.22
	25	2	1.50	1	0.50	0.25	0.16
	20	1.60	1.20	0.80	0.40	0.20	0.13
33	100	12	9	6	3	1.50	1
	50	6	4.50	3	1.50	0.75	0.50
	33	4	3	2	1	0.50	0.33
	25	3	2.25	1.50	0.75	0.37	0.25
	20	2.40	1.80	1.20	0.60	0.30	0.20
25	100	16	12	8	4	2	1.33
	50	8	6	4	2	1	0 66
	33	5.33	4	2.60	1.33	0.66	0.44
	25	4	3	2	1	0.50	0.33
	20	3.20	2.40	1.60	0.80	0.40	0.26
20	100	20	15	10	5	2.50	1.66
	50	10	7.50	5	2.50	1.25	0.83
	33	6.60	5	3.3	1.66	0.83	0.55
	25	5	3.75	2.5	1.25	0.62	0.41
	20	4	3	2	1	0.50	0.33

(Déposé)

Il résulte du tableau ci-dessus que les constantes :

$n_0 = 2$,	$n_0 = 3$	sont préférables	pour les	éclairements	faibles
$n_0 = 1$,	$n_0 = 0.50$	»	»	»	moyens
$n_0 = 0.25$,	$n_0 = 0.33$	»	»	»	intenses

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

Photomètre universel de MM. A. Blondel et A. Broca à vision binoculaire et monoculaire .....

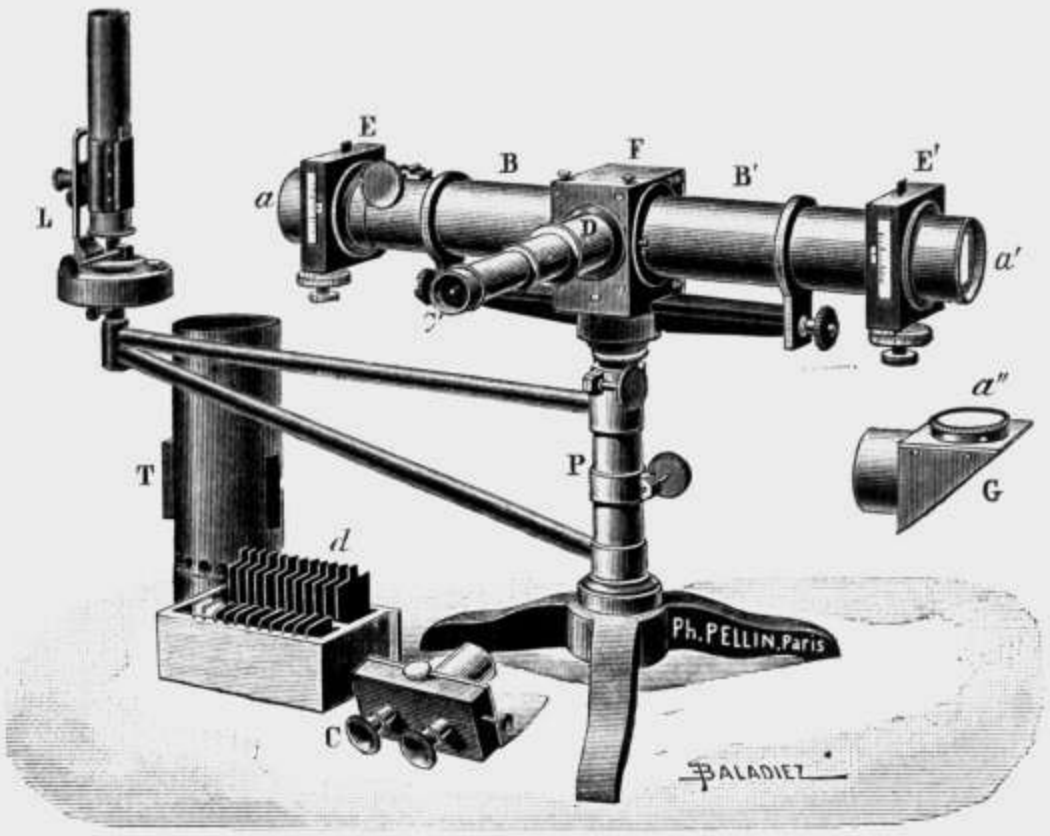


Fig. 12.

Cet appareil basé sur la méthode de l'*œil-de-chat* **Bouguer-Cornu** et sur l'emploi des écrans diffuseurs (déjà utilisés par **M. Crova**), permet d'accomplir avec une facilité et une précision au moins égales à celles des meilleurs instruments *toutes les mesures* dont on peut avoir

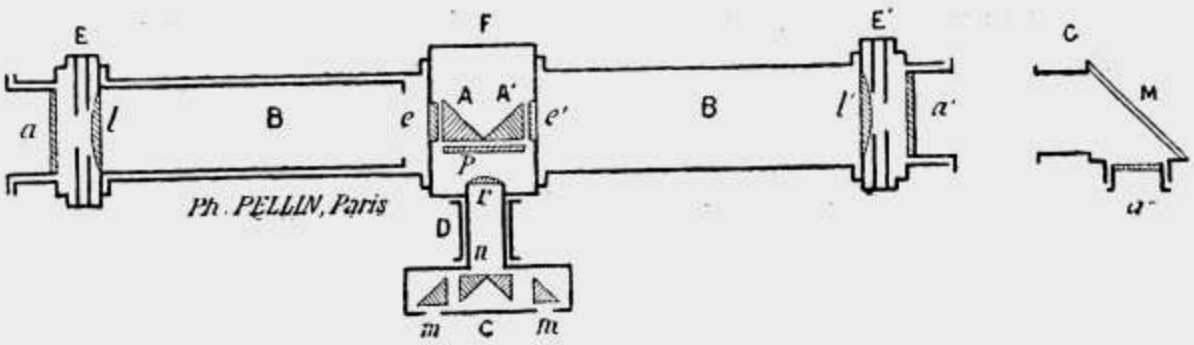


Fig. 13.

besoin dans le domaine de la Photométrie, aussi bien pour les recherches scientifiques que pour les applications industrielles.

Ce photomètre universel, monté sur pied, peut se placer sur le banc d'optique.

Mesures industrielles.

1° Mesure de l'intensité d'une source.

Cette mesure peut se faire avec ou sans banc d'optique, en déplaçant ou ne déplaçant pas les sources, par simple ou double mesure, avec ou sans retournement.

2° Mesure de l'éclairement en un point de l'espace suivant diverses inclinaisons.

3° Mesure de l'éclairement apparent d'une surface même inaccessible.

4° Comparaison de sources et mesure d'éclairement au point de vue de l'acuité visuelle.

5° Photométrie Hétérochrome.

6° Mesure du flux lumineux total des sources de lumière.

Mesures de Laboratoire.

7° Comparaison des éclats intrinsèques, mesures relatives, mesures absolues.

8° Spectrophotométrie.

(*Notice spéciale remise avec chaque appareil*).

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

42 Photomètre universel de MM. A. Blondel et A. Broca, monté sur support à rotation, pied lourd pour expériences de laboratoire, pied à trois branches pour observations industrielles, deux œils-de-chat, à mouvement rapide au moyen de vis, tambours divisés, diaphragmes, miroir réflecteur à 45°. Support et lampe (fig. 12, 13, 14)..... **870** fr.

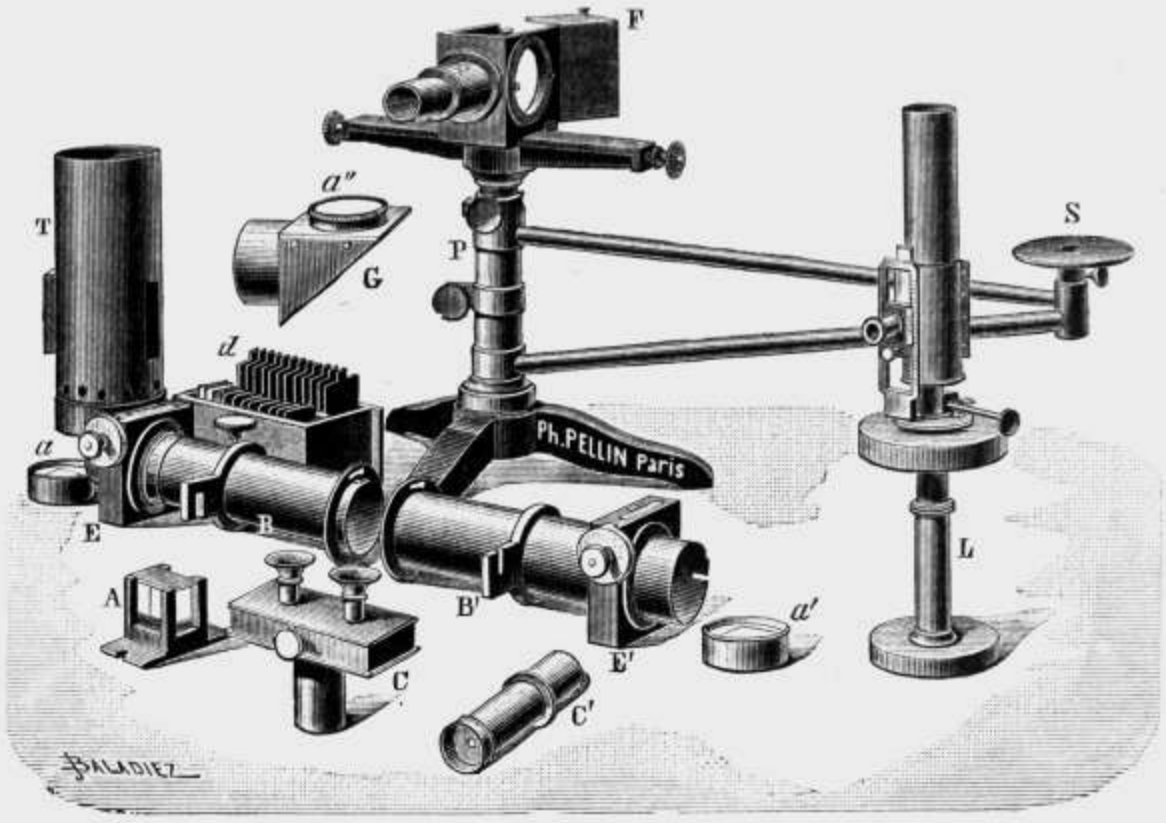


Fig. 14.

A A' Prismes de comparaison.
a a' écrans en albatrine
B B' tubes.
C viseur pour vision binoculaire.
C' viseur pour vision monoculaire.
D lunette d'observation.
D diaphragmes et accessoires.
E E' boites à *œil-de-chat.*
e e' écrans diffuseurs.
F boite centrale contenant les prismes A A'
G bonnette à miroir pour les mesures d'éclairement sous différents angles.
L. petite lampe étalon — ou lampe de comparaison.
m m' petits œilletons pour vision binoculaire.
p Ecrans colorés ou test-objet placés en avant des prismes A A'.
r Lentille employée éventuellement pour la mise au point.
S Support de la lampe.
T Enveloppe de la lampe pour les mesures en plein air.

43 Vision binoculaire, en sus ..... **170** fr.

44 Spectroscope à vision directe, avec oculaire à volets pour spectrophotométrie **100** fr.

45 Etalon secondaire de lumière de M. A. Blondel, avec support **110** fr.

46 Etalon secondaire id. id. plus simple. **55** fr.

47 Coffre en noyer gainé pour le photomètre..... **55** fr.

La lampe étalon de M. A. Blondel est destinée aux mesures industrielles et de laboratoire, elle a pour but de rendre facile la représentation de la bougie décimale.

La lampe est à mèche ronde avec cheminée et simple courant d'air, elle comprend un récipient plat pour éviter les variations trop importantes du niveau du liquide, un porte-mèche contenant une mèche tressée de 80 millimètres, un capuchon percé à sa base pour l'arrivée de l'air et une cheminée en métal noirci fixée à ce capuchon.

Enfin un petit cathétomètre solidaire du porte-mèche permet de mesurer et de repérer la hauteur de la flamme et les éléments de construction de la lampe.

La Lampe s'emploie soit avec l'acétate d'amyle, soit avec un mélange titré de benzine et d'alcool. Ces deux corps se trouvent aisément dans le commerce avec un état de pureté suffisant. Ils présentent le même point d'ébullition et ce fait permet de maintenir la composition du mélange bien constante.

Le point d'ébullition étant beaucoup plus bas que celui de l'acétate d'amyle, la mèche charbonne beaucoup moins.

Diaphragme Photométrique de M. Crova pour la détermination du degré d'incandescence des diverses sources de lumière.

48 Diaphragme photométrique de M. Crova, avec cuve $\lambda = 582$ et verre rouge $\lambda = 657$ disposé pour être monté sur le photomètre Foucault ou sur tout photomètre à observation monoculaire..... **60** fr.

49 Le même pour photomètre Bunsen-Burel, MM. Blondel et Broca et pour photomètre à observation binoculaire ..... **120** fr.

Dans sa séance du 27 août 1889, le Congrès des Électriciens prit la résolution suivante :

« *Le degré d'incandescence d'une lampe est le quotient des intensités (relatives à la Carcel) des radiations de la longueur d'onde $\lambda = 582$ et des radiations de la longueur d'onde $\lambda = 657$.*

« *Pour le déterminer, la lampe est comparée à une Carcel, en plaçant devant l'œil une cuve remplie, sous une épaisseur de 7 millimètres, d'une solution de chlorure de nickel et de fer laissant passer une lumière dont la longueur d'onde est voisine de* $\lambda = 582$ *: soit* a *l'intensité de la lampe dans ces conditions. La même mesure est recommencée en plaçant devant l'œil un verre rouge laissant passer une lumière dont la longueur d'onde est voisine de* $\lambda = 657$ *: soit* b, *l'intensité de la lampe dans ces nouvelles conditions; le rapport* $\frac{a}{b}$ *définit le degré d'incandescence.*

L'emploi des sources intenses de lumière se généralisant de plus en plus, nous avons construit sur les indications de M. **Crova**, une coulisse photométrique pouvant s'adapter à tous les photomètres, mais plus spécialement sur le photomètre **Foucault** tel que nous le construisons, et qui permet à l'observateur, même peu expérimenté, de déterminer, avec une exactitude largement suffisante pour la pratique courante, le degré d'incandescence d'une lampe.

Cette coulisse glissant devant l'ouverture par laquelle on observe l'écran photométrique, peut se fixer successivement dans trois positions.

Dans la première, on regarde l'écran à travers la cuve 582.

Dans la seconde, l'observation se fait à travers le verre rouge 657.

Dans la troisième, l'observation se fait à l'œil nu.

Cette dernière sert seulement à se rendre compte de la différence des teintes de la lampe et de la Carcel.

Les deux premières servent à déterminer le degré d'incandescence.

La cuve est remplie de la solution suivante.

On dissout dans l'eau distillée $22^{gr}321$ de perchlorure de fer anhydre sublimé et $27^{gr}191$ de chlorure de nickel pur cristallisé. On porte à l'ébullition ; après refroidissement on sature le liquide de chlore et on étend d'eau distillée, de manière à obtenir un volume de 100^{cc} à 15°.

Les glaces qui ferment la cuve étant collées au silicate, le liquide se conserve sans altération.

Le pouvoir éclairant d'une lampe augmentant en général avec son degré d'incandescence, on peut se rendre facilement compte de l'avantage que présente cette méthode pour déterminer le meilleur régime à lui donner.

La longueur d'onde 582 étant celle qui assure la comparaison photométrique exacte de la Carcel avec la plupart des sources de lumière, il est avantageux, même dans une observation photométrique ordinaire, de se servir de la cuve 582 ; la lumière est plus douce, fatigue moins l'œil, et les plus légers contrastes entre les deux plages photométriques sont plus facilement constatés que par la vision directe

En résumé, tout se borne à faire deux observations :

La première, à travers la cuve 582, donne immédiatement l'intensité photométrique en Carcels.

La seconde, à travers le verre rouge, donne un nombre différent.

Le quotient de la première détermination par la seconde donne le degré d'incandescence.

Exemples empruntés aux travaux de M. **Crova** :

Pour une lampe à arc, le degré d'incandescence varie de 1,5 à 1,7, le travail électrique absorbé étant respectivement de 1509 à 1660 watts.

Pour une lampe à incandescence de 16 bougies, il a varié de 1,05 à 1,23 selon que la lampe était plus ou moins poussée.

Pour la **Carcel**, il est naturellement égal à l'unité ; il en est de même pour la lampe **Bourbouze** (Gaz d'éclairage et air comprimé, avec corbeille de fils de platine).

Pour un bec **Auer**, il a varié de 1,30 à 1,47, l'intensité photométrique étant respectivement de 4 Carcels 42 à 5 Carcels 35 et la consommation de gaz par Carcel de 21 à 19 litres par heure.

On voit l'utilité de pareilles déterminations pour les becs intensifs et les divers types de lampes électriques.

50 Photomètre à rayons X de M. G. Meslin ..... **70** fr.

Cet appareil permet de se rendre rapidement compte du rendement en rayons X d'un tube de Crookes ; on sait que ce rendement est notablement modifié par la forme du tube, des électrodes, la qualité du verre, la pression du gaz, le mode et la fréquence des interruptions, etc., etc. : la fluorescence développée sur le tube n'est pas toujours en rapport avec l'énergie photographique, certains tubes très lumineux donnant des résultats médiocres au point de vue radiographique. On peut en outre à l'aide de ce photomètre chercher l'action de chacune des régions du tube afin de déterminer la meilleure place à donner au diaphragme et enfin étudier la distribution de l'énergie tout autour du tube producteur, c'est-à-dire explorer le champ.

Le principe de cet appareil est le suivant : *on amène à égalité d'éclat les deux moitiés d'une tache circulaire de platinocyanure de Baryum dont l'une des parties est rendue fluorescente par les rayons X et dont l'autre est rendue fluorescente par la lumière d'une source étalon (bougie, lampe à essence) tamisée au moyen d'un verre convenable pour laisser passer les rayons dont la longueur d'onde est voisine de 460 μ ; ces radiations excitent une fluorescence qui prend un maximum vers 500 μ ce qui est précisément la teinte développée sous l'influence des rayons* **Rontgen**.

Le Platinocyanure de potassium dont la fluorescence est bleue donne de moins bons résultats que le sel de baryum lorsque celui-ci est convenablement préparé.

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 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.**

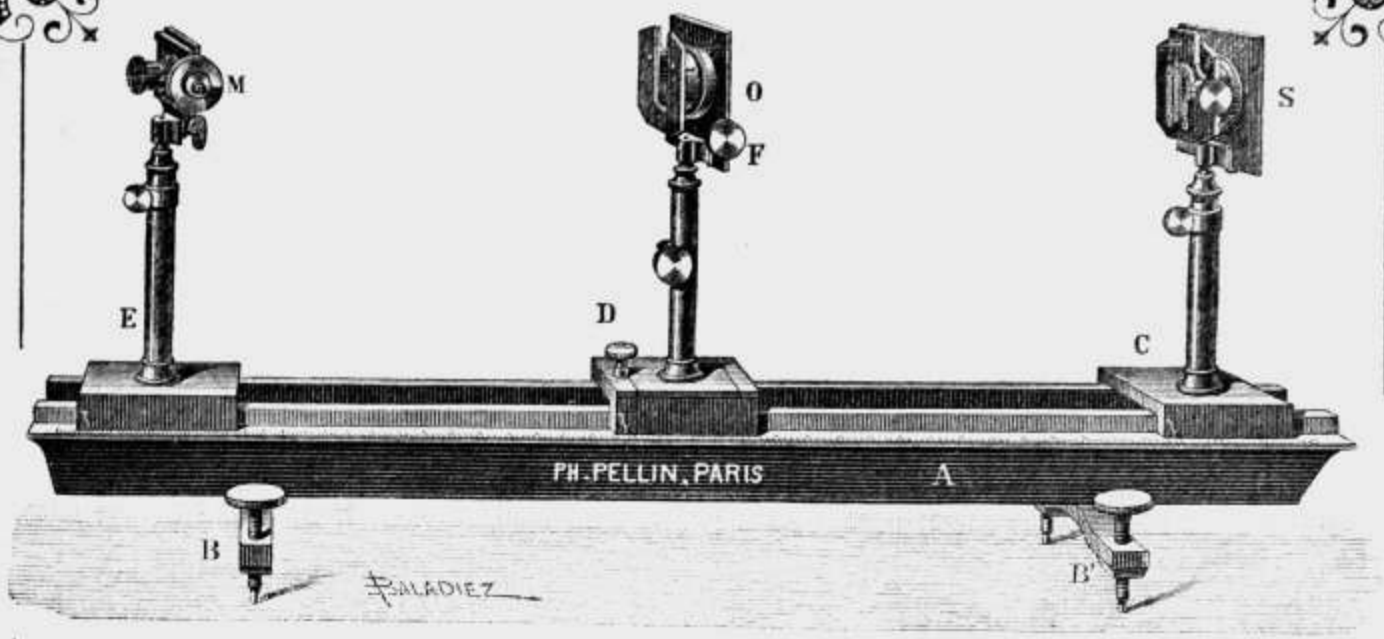
Polarimètres — Saccharimètres à lumière jaune et à lumière blanche
Diabétomètres — Colorimètres — Chromatomètres

IX. — **Acoustique en projection.**

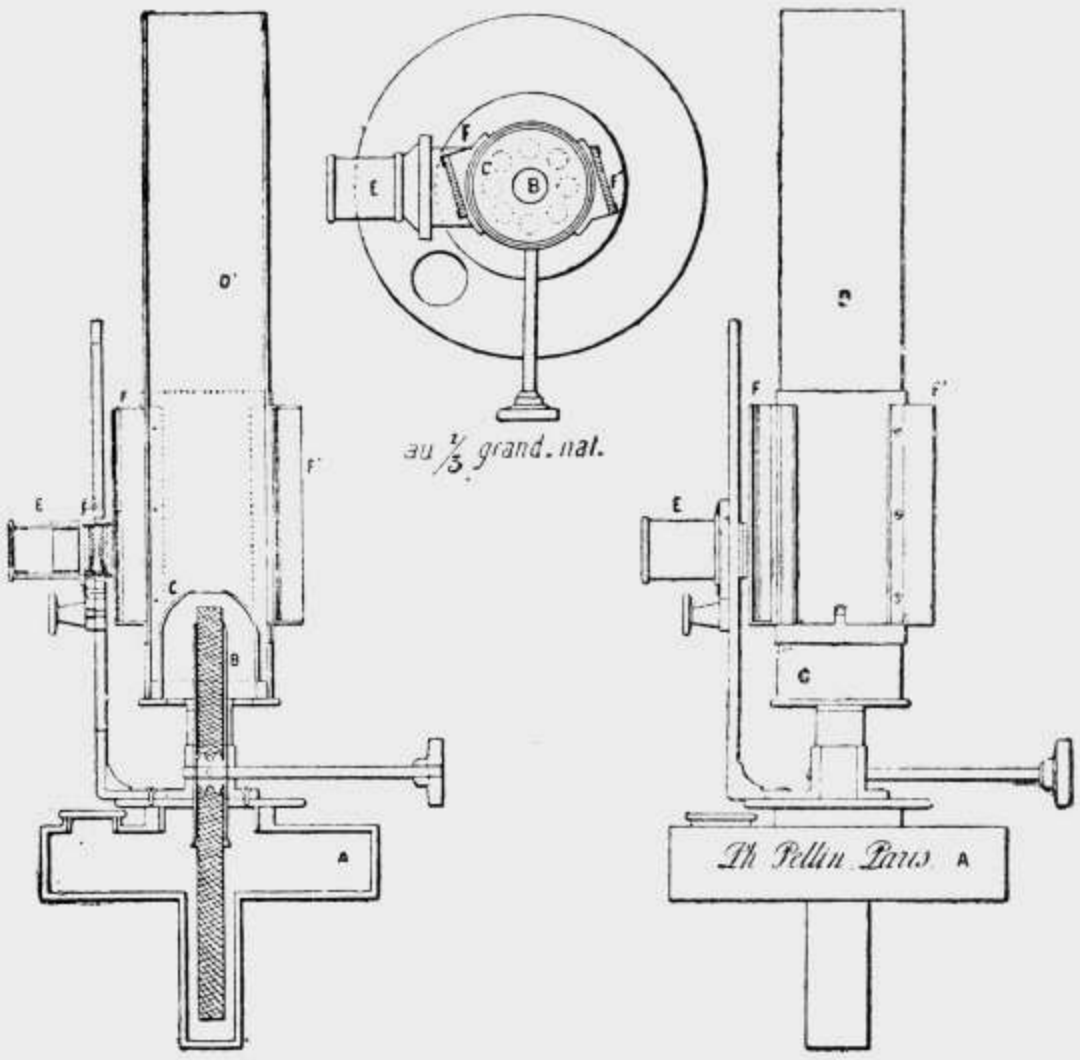
Appareils divers.

X. — **Météorologie.**

Appareils employés dans les Observatoires météorologiques.



INTERFÉRENCES — DIFFRACTION (voir *Fascicule IV*)



LAMPE-ÉTALON DE M. BLONDEL, REPRODUISANT L'UNITÉ HEFNER
(Voir *Fascicule III*, PHOTOMÉTRIE)

Pour faciliter la comparaison, la tache circulaire de platinocyanure posée sur un morceau de velours noir est placée sur le fond à 45° d'une boite divisée en deux par une cloison métallique qui coupe la tache en deux parties. La paroi verticale est formée par deux fenêtres correspondant à ces deux compartiments. L'une reçoit les radiations X et l'autre les rayons lumineux; leur mélange est empêché par la cloison métallique : pour enlever toute trace de radiation diffusée d'un côté ou de l'autre, il est bon de recouvrir l'une des fenêtres d'un carton transparent pour les rayons X et pratiquement opaque pour la lumière de la bougie. De même on mettra le verre violet sur l'autre fenêtre pour achever d'arrêter les radiations X qui tomberaient sur les bords.

La paroi horizontale supérieure est percée d'un trou au-dessus de la tache fluorescente, sur ce trou est vissé un tube à l'extrémité duquel on place l'œil pour voir la tache dont l'une des moitiés doit rester parfaitement obscure lorsqu'on fait agir soit le tube *Crookes*, soit la bougie seulement

En laissant passer simultanément les deux radiations on pourra amener à égalité, les deux plages en déplaçant la bougie ou plutôt la lampe dont il est facile de faire varier l'intensité. Il suffira ensuite de repérer la source lumineuse et le verre pour exprimer d'une façon précise, par exemple en Carcel-mètres, l'éclairement Rontgen au point voulu.

On peut aussi vérifier la loi du carré des distances.

Enfin une coulisse placée devant le carton d'une des deux fenêtres permet d'interposer des substances soit pour étudier l'absorption, soit pour séparer les radiations Rontgen et analyser ce qui correspond à chacune d'elles, si elles sont multiples.

(*Journal de Physique*, mai 1896.)

51 Photomètre Photographique de M. Janssen..... **380** fr.

M. **Janssen** voulant déterminer le rapport du pouvoir lumineux des phénomènes circumsolaires avec celui du globe solaire lui-même a imaginé un photomètre basé sur le principe suivant.

Les intensités lumineuses de deux sources sont entre elles dans le rapport des temps que ces sources emploient pour accomplir des travaux photographiques égaux.

Le photomètre se compose d'une boite cubique fermée d'un côté par un volet mobile, de l'autre par un chassis photographique contenant la plaque sensible, devant laquelle se meut un secteur au moyen d'un mouvement d'horlogerie.

On dirige l'instrument dans la direction de la source à étudier, on ouvre le volet mobile, on embraye le mouvement d'horlogerie. Le secteur mobile découvre alors la plaque photographique pendant des temps successivement croissants de 1 à 10 puis la masque par une rotation brusque. On ferme le volet, on enlève le chassis photographique, on change de plaque.

Lorsque l'expérience a été faite successivement avec les deux sources à comparer, il ne reste plus qu'à chercher dans les deux séries d'images, celles qui présentent des intensités égales. *Le rapport des temps correspondants, donne celui des pouvoirs lumineux photographiques des sources comparées.*

Comptes rendus *Académie des Sciences*, tome CV, 16 aout 1887.

52 Photomètre oxyopique du Dr Nicati et de M. Macé de Lépinay.

C'est une réduction de l'échelle photométrique pour mesures à courte distance, montée sur une roulette métrique et formant un photomètre portatif et pratique.

Les échelles visuelles du Dr **Nicati** sont au nombre de quinze.

1° Echelles oxyopimétriques, servant à mesurer l'acuité visuelle au plus petit angle (*angle limite*) sous lequel sont distingués les traits des lettres ou signes composant l'échelle.

2° Echelles de photométrie oxyopique, mesurant l'acuité visuelle en fonction logarithmique de l'angle limite et par elle l'intensité de la lumière éclairante, double application de la loi psychophysique.

L'unité de mesure est le *Photo*, lumière qui, placée à un mètre de l'échelle donne à la vision monoculaire l'unité d'acuité; il équivaut à l'étalon *Carcel*.

3° Echelles typométriques servant à la graduation typographique des caractères d'imprimerie.

Echelles Visuelles du Dr **Nicati**, *Société d'Editions scientifiques.*

(*Annales de Chimie et Physique*, 5e série, tomes xxiv et xxx.)

PHOTOMÈTRES A POLARISATION

Ces photomètres sont basés sur le principe suivant découvert par **Arago** :

Lorsqu'un faisceau de lumière naturelle tombe sur une pile de glaces sous l'angle de polarisation, la quantité de lumière polarisée par réflexion est égale à la quantité de lumière polarisée par réfraction.

Si donc on reçoit simultanément dans l'axe d'un tube photométrique deux faisceaux lumineux émanant l'un d'une source polarisée par réflexion et l'autre d'une source polarisée par réfraction, ou, d'une manière générale, polarisées à angle droit, leurs intensités étant égales, les quantités de lumière polarisée qu'elles contiennent reproduiront de la lumière naturelle, ce que l'on constate à l'aide d'un polariscope et d'un nicol ; avec la plaque à deux rotations, on aura disparition des couleurs; avec le polariscope Savart disparition des franges.

53 Photomètre Babinet perfectionné par **Soleil père et Jules Duboscq.** **250** fr.

L'œil reçoit simultanément la lumière émise par une des sources après réfraction à travers une pile de glaces, et la lumière de l'autre après réflexion sur cette même pile de glaces.

En faisant varier les distances des sources au photomètre, suivant des directions déterminées par des mires, on obtient l'égalité d'éclairement, que l'on constate au moyen du polariscope.

54 Photomètre d'Edmond Becquerel..... **500** fr.

Cet appareil permet de comparer directement l'éclat des surfaces égales de deux sources de lumière. Il se compose de deux lunettes à objectifs identiques, montées à angle droit sur une boîte cubique. Chaque lunette contient deux nicols, des cercles gradués indiquent la position relative de chaque paire de nicols ; un prisme à réflexion totale, placé dans la boîte cubique, ramène dans l'axe du faisceau direct le faisceau lumineux de la source à angle droit.

On observe les deux surfaces égales avec un même oculaire ; l'égalité s'obtient par une rotation convenable des nicols.

La lumière, ses causes et ses effets. 1867. Firmin Didot frères, éditeurs.

54 *bis* **Double lunette photométrique de MM. Desains et Godard.** (fig. 15). Voir *Journal de Physique*, t. V, 1886..... **450** fr.

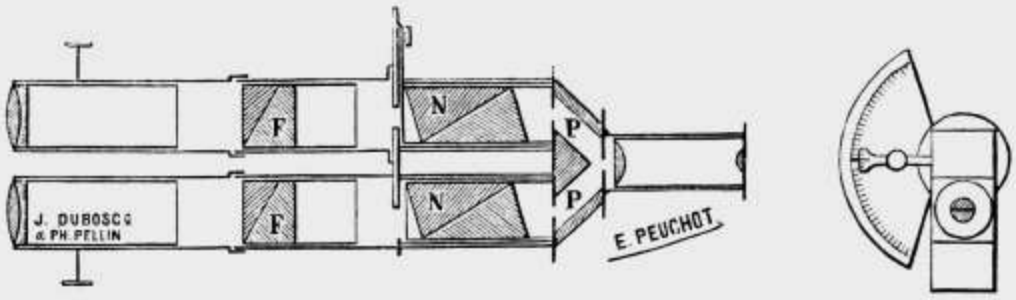


Fig. 15.

SPECTROPHOTOMÈTRES SANS POLARISATION

55 Spectrophotomètre de M. Cornu..... **580** fr.

Ce spectrophotomètre se compose d'un spectroscope à vision directe sur le plan de la fente *f* duquel on fait tomber l'image focale, produite par un objectif L_1 de l'objet lumineux que l'on étudie, et l'image focale produite par un second objectif L_2 de la source auxiliaire.

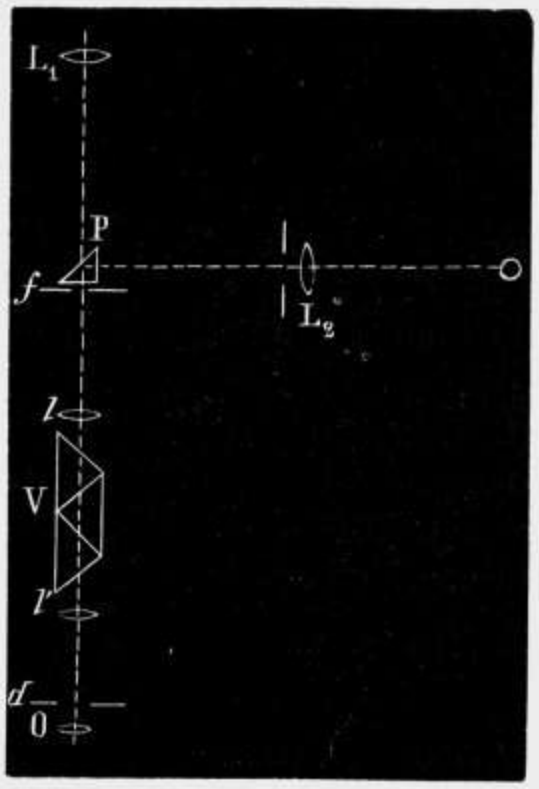


Fig. 16.

Cette seconde image est amenée par réflexion totale sur l'hypoténuse d'un prisme P aussi petit que possible dont les arêtes sont parallèles à la fente.

La moitié supérieure de la fente est éclairée par l'image de l'objet étudié, la moitié inférieure par celle de la source auxiliaire. On obtient ainsi deux spectres superposés, séparés par une ligne noire, qui est l'ombre de la base, vue de tranche, du prisme hypoténuse ; cette ligne peut être rendue très fine et presqu'invisible ; l'astigmatisme inévitable des faces du prisme favorise d'ailleurs le réglage simultané des raies spectrales et de cette ligne noire.

Pour rendre la comparaison plus facile un diaphragme *d* percé d'une fente convenable, placé dans le plan focal de l'oculaire O permet d'isoler une petite région des deux spectres correspondant aux couleurs à comparer.

Le diaphragme est mobile sur une graduation ; chaque position définit une longueur d'onde moyenne, à l'aide d'une comparaison préliminaire faite avec le soleil.

On aura soin de mettre la source la plus intense B devant l'objectif de L_1, muni du diaphragme à œil-de-chat, qui varie de 0 à 20 millimètres soit de 0 à 400 millimètres carrés, et la source auxiliaire A devant l'autre objectif L_2 muni d'un diaphragme fixe de 20 millimètres sur 20 millimètres. On égalisera les intensités pour les diverses radiations des sources lumineuses au moyen du diaphragme mobile.

(Études photométriques; *Journal de Physique*, t. X, 1881). (**Voir table, page 11**.)

Spectrophotomètre différentiel de M. A. d'Arsonval

Cet appareil peut servir à la détermination différentielle de deux sources de lumière, une simple lecture donne la valeur d'éclairement relative des deux sources placées à la même distance du spectrophotomètre, pour les différentes régions du spectre; il permet aussi de comparer le pouvoir absorbant ou la richesse de deux solutions d'une même substance.

En effet si l'on examine au spectroscope, un faisceau de lumière blanche ayant traversé une solution colorée, on voit que la lumière a subi une diminution très inégale dans les différentes régions du spectre. En déterminant, pour certains points, la valeur de cette absorption, on caractérise absolument cette substance au point de pouvoir, *non seulement reconnaître sa présence, mais de plus la doser rigoureusement*, même dans un mélange de matières colorantes.

Ce remarquable procédé optique d'analyse chimique a été introduit en physiologie par *Vierordt*.

L'appareil a *le triple avantage : 1° d'être différentiel et de ne nécessiter, par suite, ni réglage, ni détermination préalable d'aucune constante. 2° de fonctionner sans polarisation comme l'instrument de Vierordt. 3° enfin de pouvoir s'adapter à tous les spectroscopes existants de façon à les transformer en spectrophotomètres.*

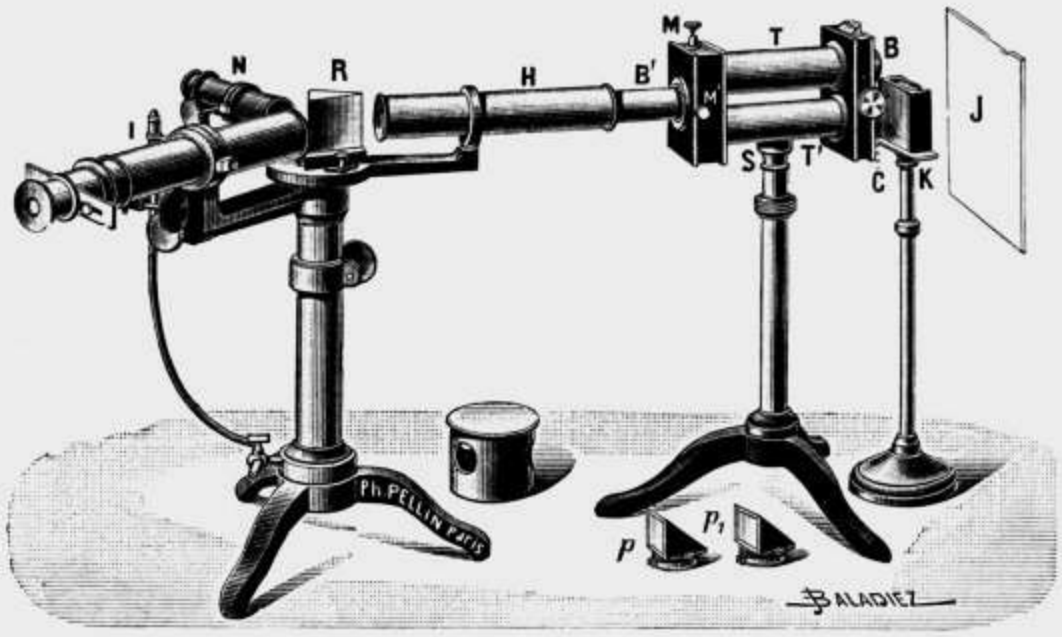


Fig. 17

La partie spectrophotométrique proprement dite se compose de deux tubes parallèles superposés TT' réunis à leur partie antérieure par une boite métallique B dans laquelle joue, au moyen d'une vis à filets droit et gauche, un système de deux volets mobiles VV_1, qui limitent deux ouvertures rectangulaires, de largeur variable en sens inverse, et dont les centres coïncident toujours avec l'axe des tubes TT'.

En face de chaque tube, de l'autre côté des volets mobiles, se trouvent deux lentilles achromatiques semblables LL'. En face de la lentille L' se place la cuve transparente K, contenant la solution colorée qu'on veut analyser.

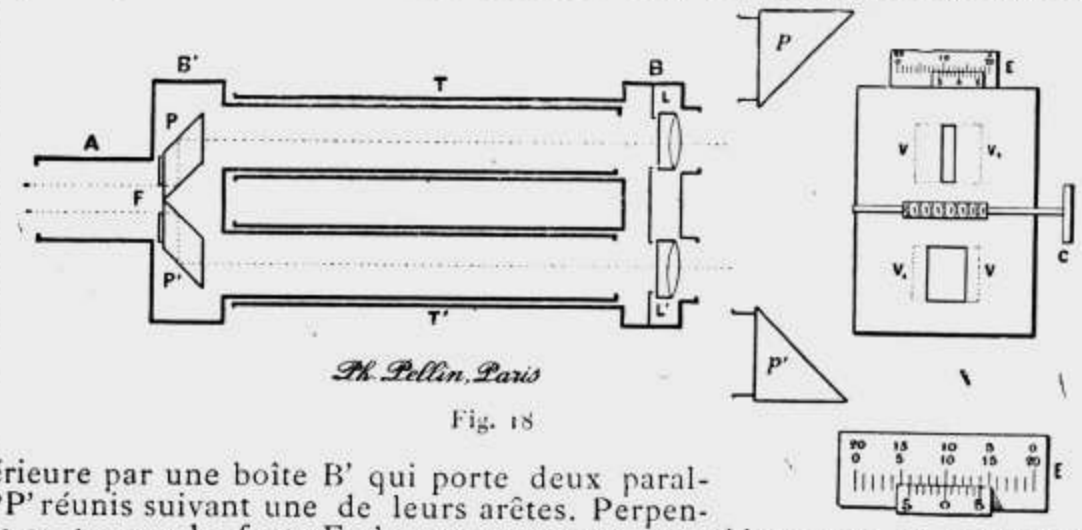


Fig. 18

Les tubes TT' sont réunis à leur extrémité postérieure par une boîte B' qui porte deux parallélipipèdes transparents PP' réunis suivant une de leurs arêtes. Perpendiculairement à cette arête se trouve la fente F du spectroscope, coïncidant avec le diamètre vertical du tube A. Cette fente est à lèvres mobiles au moyen du bouton M'. Un second bouton M permet d'amener l'arête commune des parallélipipèdes PP' à couper la fente du spectroscope en deux parties d'égale hauteur. Une échelle à deux divisions et double vernier donne par une simple lecture le *rapport des surfaces* que les volets découvrent respectivement sur les lentilles LL', c'est-à-dire le *rapport des quantités de lumière* qui traversent à chaque instant respectivement chacun des tubes TT'. Tout le système est fixé sur une colonne F et un pied à trois branches.

On place en A un spectroscope quelconque, dont on a enlevé la fente et dirigeant les lentilles LL' vers une surface uniformément éclairée, une feuille de papier blanc J; la fente F qui est au foyer principal des lentilles LL' est éclairée, par la lentille L dans sa partie supérieure et par la lentille L' dans sa partie inférieure.

Les volets VV_1, étant au milieu de leur course, les lentilles LL' sont également découvertes, elles laissent passer la même quantité de lumière, et comme tout est symétrique dans l'appareil, on obtient deux spectres également éclairés et parfaitement au contact.

Plaçant en L' la solution colorée, on éteint certaines radiations dans le spectre inférieur. Pour ramener l'égalité dans la partie des deux spectres considérés, on isole cette partie au moyen des deux volets de l'oculaire, puis on rétrécit au moyen du bouton C l'ouverture de la lentille L, en augmentant de la même quantité l'ouverture de la lentille L'.

Le rapport des intensités lumineuses de la partie analysée des spectres est donné directement et sans calcul par l'échelle à double division.

On voit que la partie essentielle de cet instrument consiste en un double photomètre à lentilles, rendu différentiel et adapté à la place de la fente d'un spectroscope quelconque.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

Pour la physiologie, M. *d'Arsonval* recommande l'emploi d'un spectroscope à un prisme de 60°. Avec le dispositif figuré ci-dessus les manipulations sont extrêmement faciles, tous les organes sur lesquels on doit agir étant à la portée de l'opérateur.

On peut aussi adapter en avant des deux lentilles LL' les deux prismes à réflexion totale p p' qui sont mobiles autour d'un axe horizontal, on se sert alors de la lumière directe d'une même flamme en inclinant convenablement l'axe de réflexion des prismes.

Pour comparer deux sources de lumière on place ces prismes p p' à 180°.

(*Archives de Physiologie*, janvier 1890).

56 Spectrophotomètre différentiel de M. d'Arsonval comprenant le photomètre, le spectroscope avec oculaire à volets. **670** fr.

56 *bis* Partie Spectrophotométrique pouvant s'adapter à tout spectroscope **350** fr.

57 Spectroscope-photométrique de MM. Baille et Ch. Féry avec prisme de 90° en verre argenté, monté sur colonne et pied..... **425** fr.

MM. Baille et Ch. Féry dans leurs études sur les sources de lumière, se sont servis d'un spectroscope à vision directe, modèle de M. Cornu, monté dans un manchon dans lequel le spectroscope peut tourner autour de son axe, de manière à amener la fente du spectroscope dans une position horizontale ; les rayons lumineux de l'étalon et de la source diffusés par un écran, sont renvoyés dans l'appareil au moyen d'un prisme en verre dont les faces sont argentées.

Un diaphragme situé dans le plan focal de l'oculaire permet d'isoler les diverses radiations.

Pour obtenir l'égalité d'éclairement on fait varier les distances des sources à l'arête du prisme, et en fixant une des sources à 1m30 de cette arête et faisant varier la distance de l'autre, on peut se servir des tables du photomètre Foucault (page 3)

58 Spectrophotomètre et Spectrocolorimètre de M. Dupré *Laboratoire municipal de Paris* ..... **2.000** fr.

Cet appareil plus spécialement destiné à mesurer les absorptions produites dans les différentes

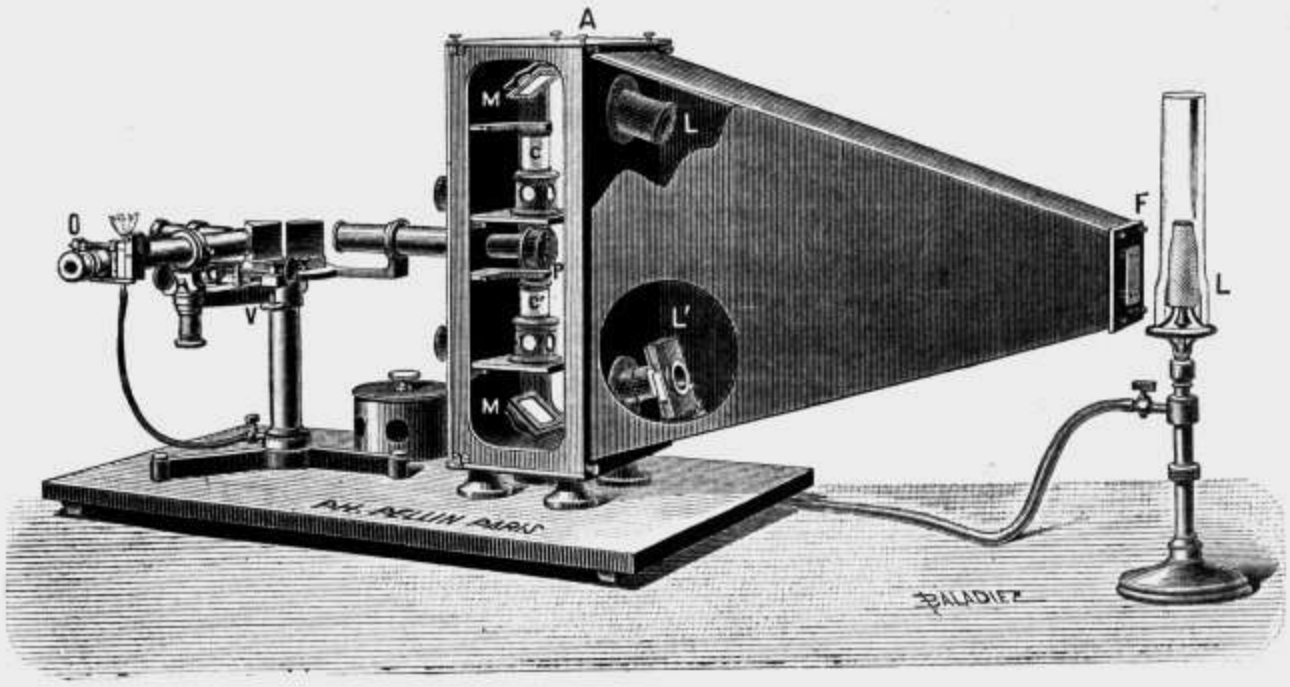


Fig. 19.

parties du spectre par des matières colorantes, peut aussi servir à déterminer les intensités lumineuses de deux sources de lumière.

On adapte dans ce cas en F deux prismes de 90° placés à 180° l'un de l'autre et on projette au moyen de deux objectifs l'image des deux sources, sur chacune des moitiés de la fente correspondant aux deux prismes.

On peut ainsi mesurer les éclats intrinsèques des deux sources ou, en plaçant un diffuseur en F, mesurer les intensités d'éclairement de ces deux sources.

L'égalité s'obtient en faisant varier l'ouverture de l'objectif L', l'ouverture de l'objectif L restant invariable.

Pour la mesure des absorptions on obtient l'égalité soit avec l'ouverture variable de l'objectif L' soit par l'épaisseur des liquides placés dans les godets CC'.

Une source unique de lumière L éclaire dans ce dernier cas la fente F', située à l'extrémité d'un tronc de pyramide, fixé sur un bâti A.

Deux lentilles LL' font, sur un double prisme P placé au foyer principal du collimateur du Spectroscope, l'image conjuguée de la fente F après réflexion sur deux miroirs plans MM' et après avoir traversé les deux cuves CC' à épaisseur variable au moyen de plongeurs; l'une des lentilles L' est munie d'un *œil-de-chat* avec divisions et vernier.

Le spectroscope à grande dispersion qui vient à la suite a donc, pour source de lumière, les images conjuguées de la fente unique F ; à son oculaire se trouve, indépendante du réticule, une fente O variable en largeur au moyen d'une vis micrométrique, la position de la lunette d'observation est définie par une division et un vernier, elle est mobile au moyen d'un rappel à vis micrométrique.

Etudes spectrophotométriques du sang oxycarboné par M. Cherbuliez, *Docteur en médecine.* Rueff et C° Editeurs.

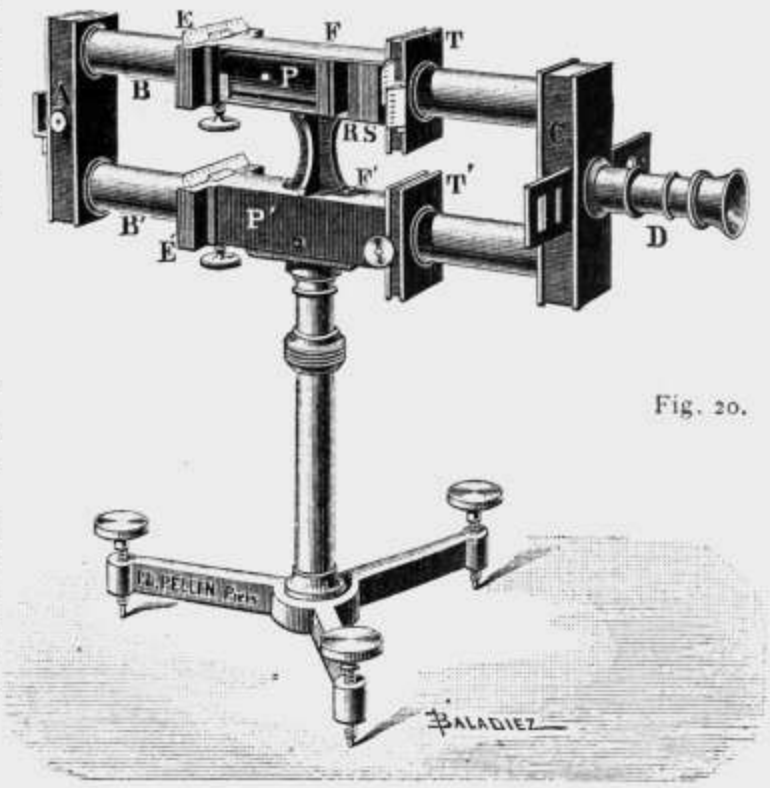


Fig. 20.

59 Spectrophotomètre du docteur Parinaud et Ph. Pellin ..... **850** fr.

Cet appareil, comme le précédent, est plus spécialement destiné aux mesures d'absorption.

L'égalité s'obtient par les variations des ouvertures des diaphragmes à *œil-de-chat* TT'; une seule source de lumière éclaire l'appareil.

Il permet aussi de comparer entre elles les intensités de deux bandes d'absorption qui ne sont pas dans les mêmes régions du spectre.

Notice spéciale.

SPECTROPHOTOMÈTRES A POLARISATION

60 Spectrophotomètre de G. Govi... ..... **1000** fr.

Les faisceaux de lumière émis par les deux sources à comparer sont polarisés à angle droit, amenés au contact d'un appareil de dispersion, à prisme ou à réseau ; un analyseur ramène à l'égalité les parties correspondantes des deux spectres.

61 Spectrophotomètre de M. Crova .... **650** fr.

Cet appareil se compose essentiellement d'un spectroscope à vision directe avec prisme à grande dispersion Amici-Janssen. La lunette porte dans son plan focal une fente oculaire dont on peut faire varier l'écartement et la position. On peut ainsi isoler dans le champ de l'oculaire la partie correspondante des spectres qu'on veut observer. Une vis tangente fait mouvoir la lunette dans un plan horizontal autour d'un axe vertical passant par le centre de l'objectif. Sa position est déterminée par un vernier qu'elle entraîne devant un secteur gradué, fixé au support de l'instrument.

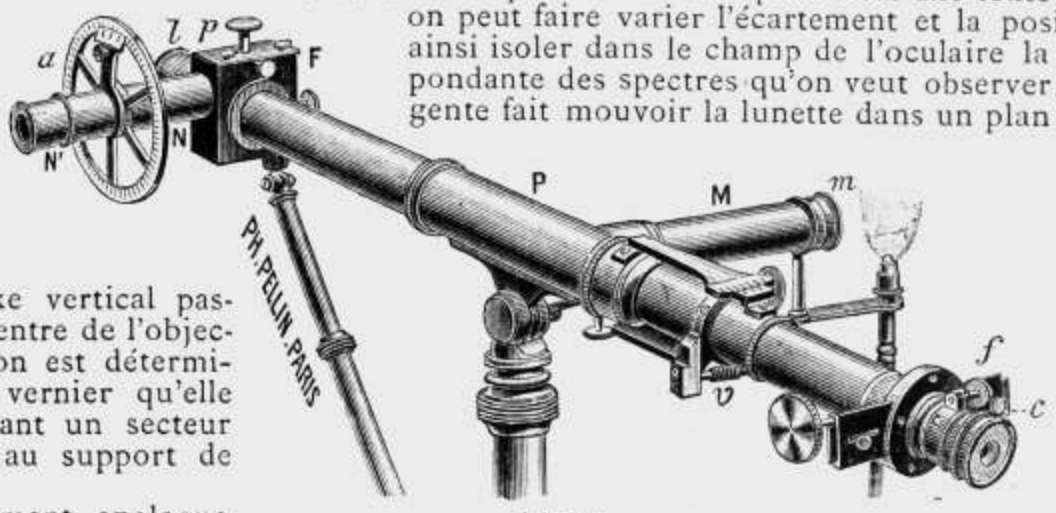


Fig. 21.

Un mouvement analogue déplace le micromètre photographié, à collimateur, qui est éclairé par un petit bec à papillon

On peut donc graduer le spectrophotomètre en longueur d'onde, soit par rapport au secteur gradué avec vernier, soit par rapport aux divisions de l'échelle du micromètre.

La fente rectiligne qui porte le collimateur du spectroscope reçoit directement dans sa partie inférieure la lumière fournie par une source et dans sa partie supérieure la lumière fournie par une seconde source lumineuse placée à 90° de la première, après qu'elle a traversé un polariseur et un analyseur, composés de deux nicols à faces normales, disposés de telle façon qu'une rotation de 90° doit éteindre un rayon solaire transmis dans le sens de leur axe ; un prisme à double réflexion totale renvoie ce faisceau dans le corps de l'appareil.

Les deux faisceaux traversent le prisme à vision directe et donnent deux spectres superposés parfaitement au contact.

Une rotation convenable de l'analyseur établit l'égalité successivement dans les différentes régions du spectre, donnant ainsi la valeur relative des éclairements, ou la valeur de l'absorption que fait éprouver un liquide placé dans le faisceau direct de l'appareil.

Analyse photométrique.

On place la source lumineuse la moins intense devant la demi-fente libre, la lumière la plus intense est seule affaiblie par la rotation de l'analyseur, le rapport des intensités est représenté par la formule

$$\frac{I}{I'} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \text{ dans laquelle}$$

$\frac{I}{I'}$ représente le rapport de la lumière la plus intense à la plus faible, α l'angle des sections des deux nicols ; la sensibilité est variable avec α et atteint son maximum pour $\alpha = 45°$.

On a ainsi les rapports d'intensités des diverses radiations de même longueur d'onde, prises dans les spectres des deux sources à comparer.

Analyse photométrique quantitative d'une source lumineuse.

Dans ce cas on prend comme type l'étalon Carcel disposé sur la balance automatique de manière à ramener les rapports d'intensité à un terme de comparaison invariable.

Analyse chimique quantitative.

On éclaire la demi-fente libre devant laquelle est placée la cuve destinée à recevoir la solution dont on veut mesurer l'absorption et la demi-fente recouverte par le prisme réflecteur,

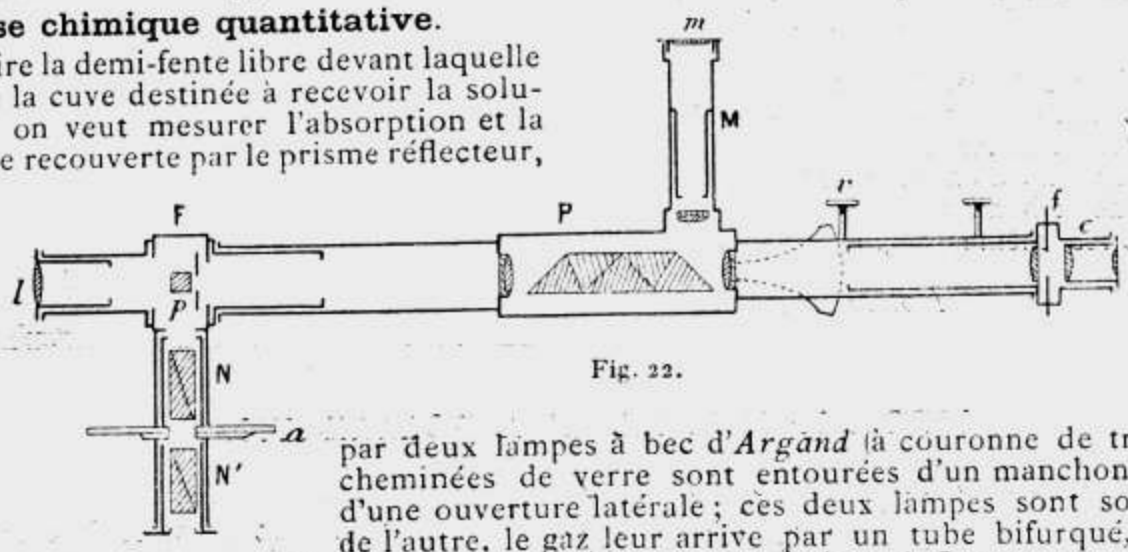


Fig. 22.

par deux lampes à bec d'*Argand* (à couronne de trous) dont les cheminées de verre sont entourées d'un manchon en tôle percé d'une ouverture latérale ; ces deux lampes sont solidaires l'une de l'autre, le gaz leur arrive par un tube bifurqué, de sorte que les variations que peut subir sa pression exerçent une même influence sur leur pouvoir éclairant. Au moyen d'un robinet adapté à chaque lampe, on fait varier l'intensité de l'une d'elles de manière que l'intensité soit la même dans toutes les régions du spectre de la demi-fente libre recouverte par la cuve pleine d'eau distillée, et de la demi-fente qui reçoit la lumière de l'appareil polariseur dont l'alidade est au zéro.

On substitue à l'eau distillée, après ce réglage, la solution à analyser, les rotations qui amènent l'égalité d'intensité dans les régions déterminées du spectre donneront, au moyen des formules logarithmiques, le titre de la solution examinée.

Spectropyromètre pour la mesure des hautes températures.

Le spectrophotomètre permet de mesurer la température d'un corps incandescent, lorsque l'on connaît la loi de l'émission des radiations simples de ce corps porté à des températures de plus en plus élevées.

Dans ce cas on se sert pour terme de comparaison d'une lampe à modérateur bien réglée, amenée au bout d'une demi-heure de combustion à son régime normal, qu'elle conserve pendant une ou deux heures sans qu'il soit nécessaire de la placer sur la balance automatique.

On observe les rotations qui donnent l'égalité d'intensité pour des positions de la fente oculaire correspondantes à $\lambda = 582$, et de ces rotations on déduit le degré optique de la source incandescente.

Comptes rendus, Académie des Sciences, t. LXXXVII - XC - XCII — *Journal de Physique*, 1re série, t. VIII.

Annales de Chimie et Physique, 5e série, t. XIX-XXIX 1883.

62 Spectrophotomètre de M. J. Violle ..... **1250** fr.

Prisme de 60° en flint avec sa monture, pouvant se substituer au prisme d'Amici **80** fr.

Cet appareil se compose d'un banc optique sur lequel sont montés indépendants les uns des autres, un collimateur C dont la fente verticale reçoit sur chacune de ses moitiés l'un des faisceaux à étudier, un Nicol N à faces normales placé au centre d'un cercle gradué permettant de mesurer sa rotation, un Wollaston W à arête réfringente horizontale, un polariscope formé d'une lame de quartz Q, un peu épaisse, parallèle à l'axe, et d'un Nicol N' à faces normales, enfin un prisme d'*Amici* ou un prisme à 60° en flint et une lunette oculaire L.

Le Wollaston donne deux images de chacune des moitiés de la fente ; l'image ordinaire de l'une des moitiés se superpose en partie à l'image extraordinaire de l'autre moitié.

Ces deux images superposées, polarisées à angle droit, tombant sur le polariscope, donnent après leur passage à travers le prisme un spectre doublement cannelé (Franges de Fizeau et Foucault), les cannelures disparaissent dans la région observée, quand les deux faisceaux superposés sont amenés à l'égalité dans cette région du spectre par une rotation convenable du polariseur.

Soient α l'angle que fait la section principale du Nicol avec celle du Wollaston, II' les intensités de l'étalon et de la lumière à étudier, on a :

$$I \cos^2 \alpha = I' \sin^2 \alpha \text{ d'où } I' = I \cos^2 \alpha$$

La sensibilité de l'appareil s'évalue facilement dans chaque cas, la valeur exacte de α étant comprise entre deux limites qui correspondent, l'une à la distinction encore nette d'un système de franges en prolongement avec celles de la partie libre du spectre supérieur, l'autre à l'apparition du système de franges en prolongement avec les franges de la partie libre du spectre inférieur.

On peut ainsi toujours déterminer la vraie valeur de α ; et l'expérience montre que dans toute la partie moyenne du spectre l'erreur ne dépasse pas $\frac{1}{200}$, aux deux extrémités la précision est moindre.

Le seul défaut des spectrophotomètres à superposition est d'absorber une fraction considérable (75 pour 100 environ) de la lumière incidente ; ils ne peuvent s'appliquer qu'aux rayonnements assez intenses.

M. Violle fait remarquer que suivant les cas, le spectrophotomètre à faisceaux contigus ou le spectrophotomètre à faisceaux superposés convient mieux l'un que l'autre, mais que néanmoins l'emploi simultané des deux instruments permet d'obtenir souvent un contrôle utile des résultats.

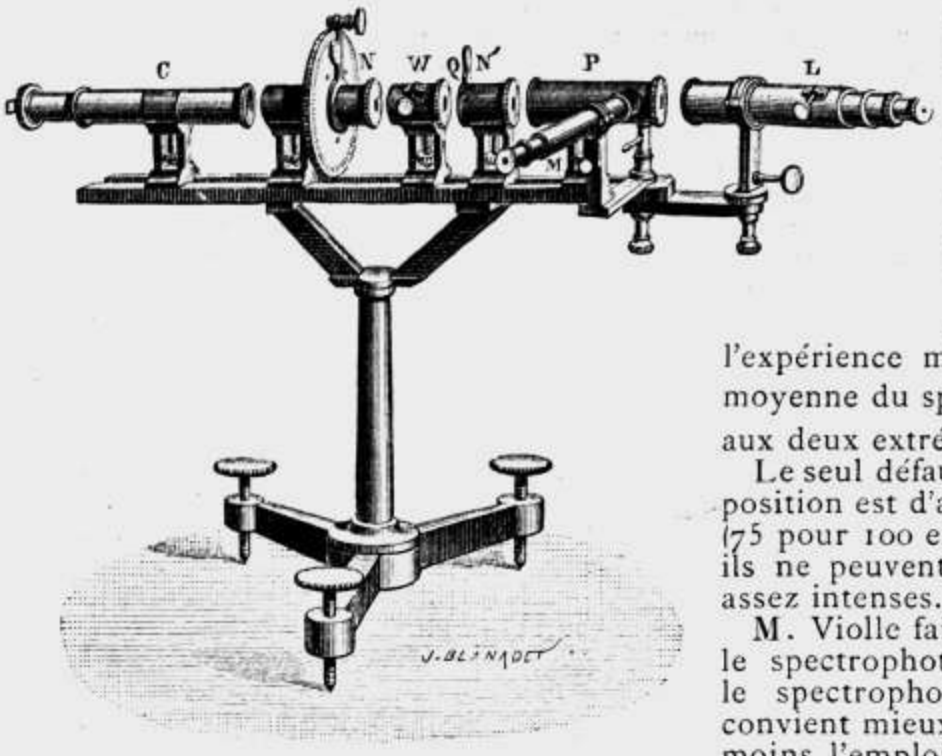


Fig. 23.

L'emploi de cet appareil à permis à M. *Violle* d'examiner l'éclat du charbon positif dans le four électrique et de montrer que cet éclat dans l'arc est indépendant de la puissance du courant qu'il a fait varier dans ses expériences de 500 à 34 000 *Watts*; en même temps il lui a fourni d'utiles résultats sur le rayonnement émis dans des conditions qui sont celles d'ébullition du carbone.

Annales de Chimie et Physique, 6e série, t. III, 1884, p. 390. *Société Française de Physique*, 19 mai 1893.

63 Spectrophotomètre de M. Gouy ..... **1100** fr.

Cet appareil spécialement construit pour la mesure photométrique des éclats des spectres discontinus, tels qu'en donnent les flammes colorées, peut aussi servir à mesurer les intensités relatives de deux lumières dans les diverses régions du spectre.

La forme générale de ce spectrophotomètre est celle d'un grand spectroscope à deux prismes dont l'un A, est fixe sur le plateau, le second B est porté par un secteur mobile autour d'un point O, ce secteur est fixé à un arc de cercle solidaire de l'arc qui porte la lunette ; il résulte de cette disposition que l'axe des faisceaux passe toujours par les milieux des faces d'entrée et de sortie des prismes et que le système des deux prismes A B, est toujours au minimum de déviation pour toutes les couleurs du spectre.

Les deux collimateurs CC' sont disposés de telle façon que les rayons qui les traversent, viennent, l'un C, directement sur le prisme, l'autre C' après réflexion sur un miroir, suivant la même direction. On a dans le plan focal de la lunette les images des deux fentes des collimateurs en coïncidence exacte, si les deux sources sont homogènes.

Pour faire varier dans un rapport connu l'éclat de l'une des deux images, le collimateur C' est muni de deux nicols placés de part et d'autre de la fente ; celui qui est extérieur à la fente est porté sur un cercle divisé et tourne autour de l'axe du collimateur.

En avant de ce collimateur C' une petite lentille convenablement réglée, projette l'image de la flamme à étudier sur l'objectif.

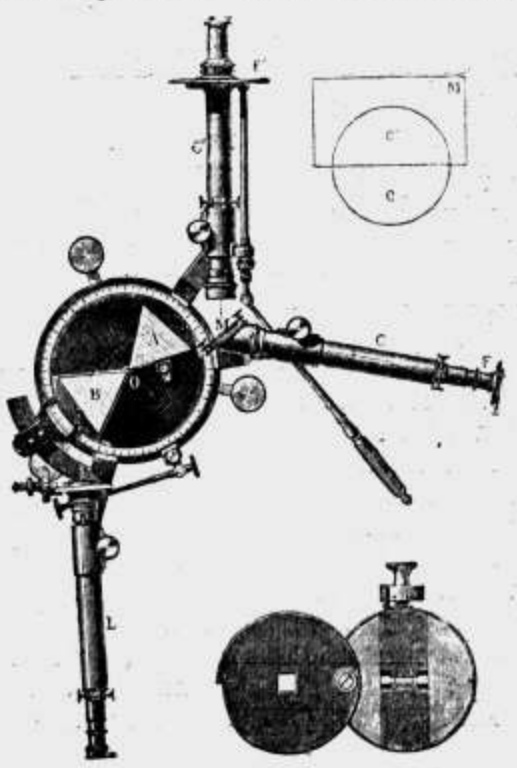


Fig. 24.

Pendant les mesures, l'observateur fait tourner le nicol, tout en ayant l'œil à la lunette L au moyen d'une poignée et d'un joint à la Cardan: le cercle gradué tourne devant un vernier fixe, les lectures se font sans dérangement.

M. Gouy à étudié avec cet appareil le spectre continu des flammes chargées de sodium, la trans-

parence des flammes colorées par leurs propres radiations, les spectres continus et bandes, les raies étroites, la densité de la vapeur métallique, les causes dont dépend l'éclat des flammes colorées.

Annales de Chimie et Physique, 5e série, t. XVIII, et *Journal de Physique*, t. IX, 1880.

M. Camichel qui s'est servi récemment de cet appareil pour des études spéciales, interpose entre les deux nicols, un compensateur en quartz perpendiculaire à l'axe, d'épaisseur variable, pour faire tourner le plan de polarisation des rayons d'un angle variable, rétablissant ainsi plus ou moins de lumière, sans toucher aux nicols qui restent croisés.

64 Spectrophotomètre de M. Mélander (*Université d'Helsingfors*)..... **850** fr.

Cet appareil se compose d'un spectroscope CL à vision directe à prisme d'**Amici-Janssen** dont la fente variable au moyen de la clef S reçoit sur chacune de ses moitiés un faisceau de lumière ou l'image des deux sources: l'un fourni par la lumière à étudier au moyen de l'objectif O, l'autre, fourni par la seconde source directement par un objectif O', ou réfléchi par le miroir M, traverse deux nicols N dont le premier est placé au centre du cercle gradué D et en arrière de l'objectif O' (ce cercle indique la position relative des deux nicols) et est renvoyé par un prisme à réflexion totale sur l'une des moitiés de la fente du spectroscope.

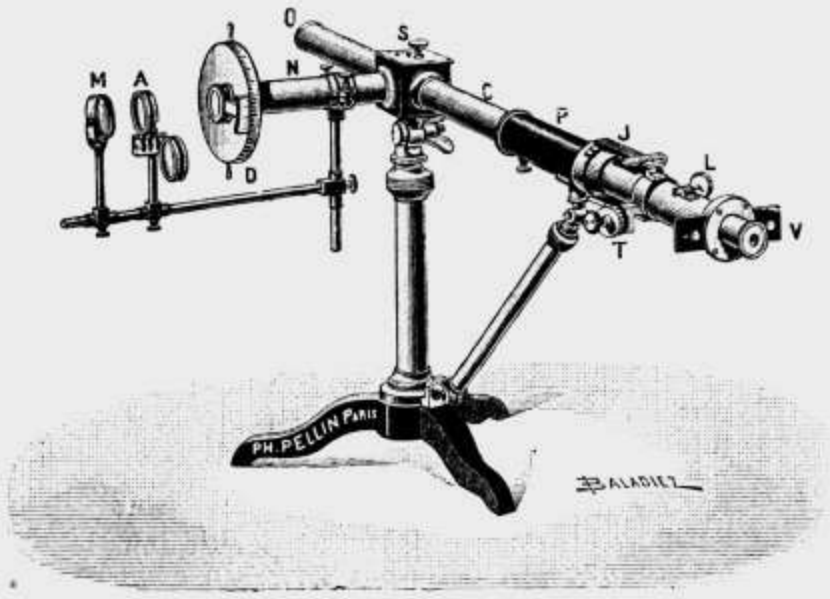


Fig. 25.

Des verres neutres A peuvent être mis sur le trajet du rayon lumineux.

Les deux images des sources de lumière sont verticales et juxtaposées.

La fente du spectroscope est horizontale pour recevoir les éclairements ou les images des deux sources.

Un prisme redresseur placé dans l'axe du collimateur entre la fente et l'objectif permet de placer le spectroscope dans sa position ordinaire, et d'observer les deux spectres horizontaux et superposés, avec la lunette L dont l'axe se déplace au moyen d'une vis tangente, munie d'un tambour T, divisé en 100 parties. Le nombre de pas entiers de la vis est indiqué par une échelle J.

Au foyer de l'oculaire de la lunette se trouve un oculaire à double volets V.

Cet appareil a été étudié par son auteur au laboratoire de M. Lippmann à la Sorbonne (1894).

MESURES DES INTENSITÉS

65 Cyanopolarimètre d'Arago, perfectionné par **Jules Duboscq**.. **550** fr.

Cet appareil sert à mesurer l'intensité variable de la teinte bleue du ciel, en prenant pour terme de comparaison la couleur fournie par une plaque de quartz, placée entre deux nicols et dont la teinte, d'un bleu cyanique, peut être plus ou moins saturée par la rotation d'un des nicols.

Dans ce modèle les deux intensités à comparer occupent chacune une surface d'un demi-cercle, séparées par un diamètre ; il est donc facile de comparer ces deux teintes au contact.

Cet appareil a été construit par la maison pour l'*Observatoire de Montsouris* en 1868. (Fig. 26).

66 Cyanomètre de M. Crova..... **800** fr.

La méthode dont se sert M. *Crova* pour la mesure de la couleur bleue du ciel, est la méthode d'analyse spectrophotométrique qui permet de comparer dans toute l'étendue du spectre visible l'intensité d'une lumière simple, caractérisée par sa longueur d'onde avec celle d'une lumière de même réfrangibilité prise dans le spectre d'une source lumineuse d'intensité constante, choisie comme terme de comparaison.

Le cyanomètre de M. *Crova* qui est une modification de son spectrophotomètre est disposé de manière à recevoir sur une moitié de sa fente, la lumière émise par un point du ciel dont la hauteur et l'azimut sont donnés par l'instrument lui même, sans que, dans ses mouvements d'orientation, l'axe du cyanomètre cesse d'être dirigé vers le même point de la flamme d'une lampe Carcel prise comme terme de comparaison.

Annales de Chimie et Physique, 6e série, t. XX, 1890.

67 Lunette Photométrique d'Arago. (*Fig.* 27)..... **800** fr.

Montée sur pied parallactique, pour étudier la transparence de l'air.

Construite pour l'Observatoire de Montsouris 1868.

Académie des Sciences, 17 juin 1850. *Mémoire sur la Photométrie*, œuvres complètes de François Arago publiées sous la direction de J. A. Barral, t. X, 1858.

68 Actinomètre Thermo-électrique de Desains, modifié par M. Descroix ..... **800** fr.

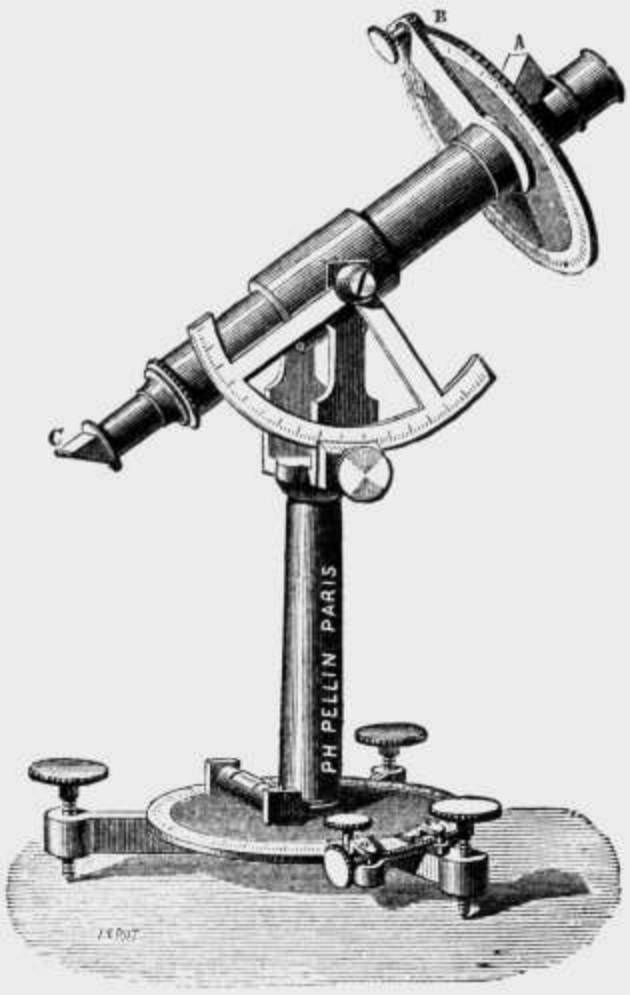


Fig. 26.

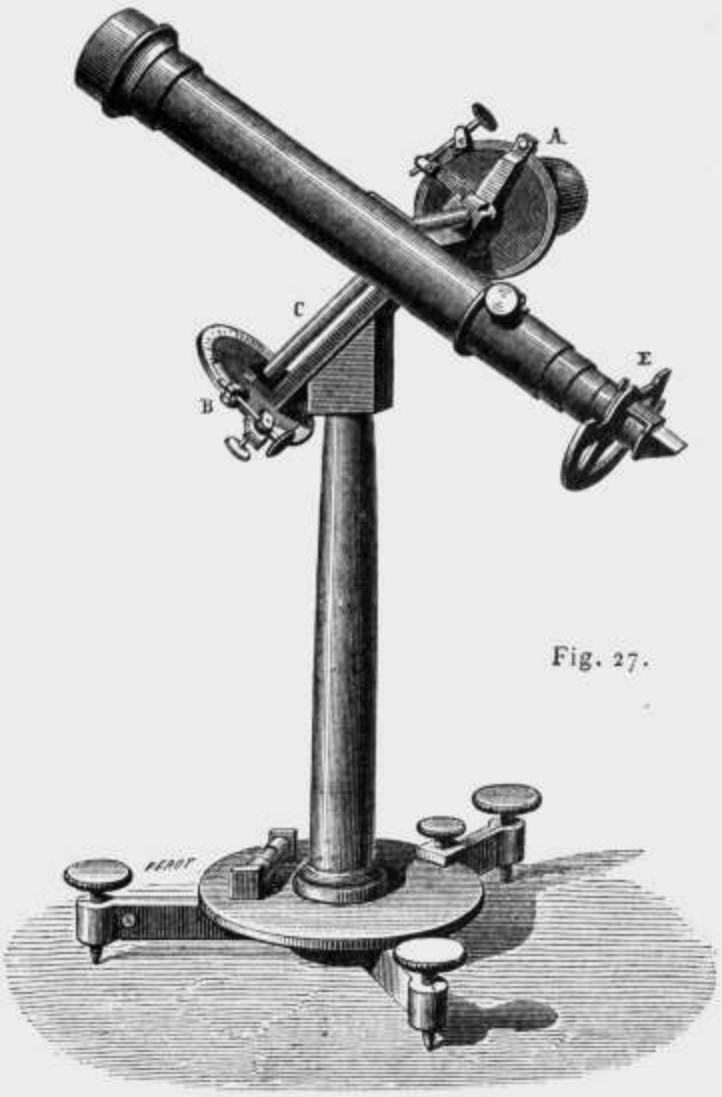


Fig. 27.

Observatoire de Montsouris.

Le tube situé à droite de l'appareil contient un thermomètre dont la boule noircie et placée à l'intérieur de ce tube peut recevoir le rayonnement solaire par des ouvertures de différents diamètres, percées dans un diaphragme mobile.

Le tube situé à gauche de l'appareil porte d'un côté une cuve à épaisseur variable dont les faces sont fermées par des glaces, de l'autre, une pile thermo-électrique et en arrière un thermomètre identique à celui du tube de droite.

69 Actinomètre de M. Crova ..... **220** fr.

Pour la mesure de l'intensité calorique des radiations solaires.

Annales de Chimie et Physique, 5e série, t. XI.

70 Pyrhéliomètre étalon à mercure de M. Crova 450 fr.

71 Actinomètre de M. Violle (Catalogue de météorologie) **450** fr.

71bis Actinomètre photographique de M. Violle. 550 fr.

Automatique, avec mouvement d'horlogerie (pour ballons-sonde).

Académie des Sciences, t. CXXV, novembre 1897.

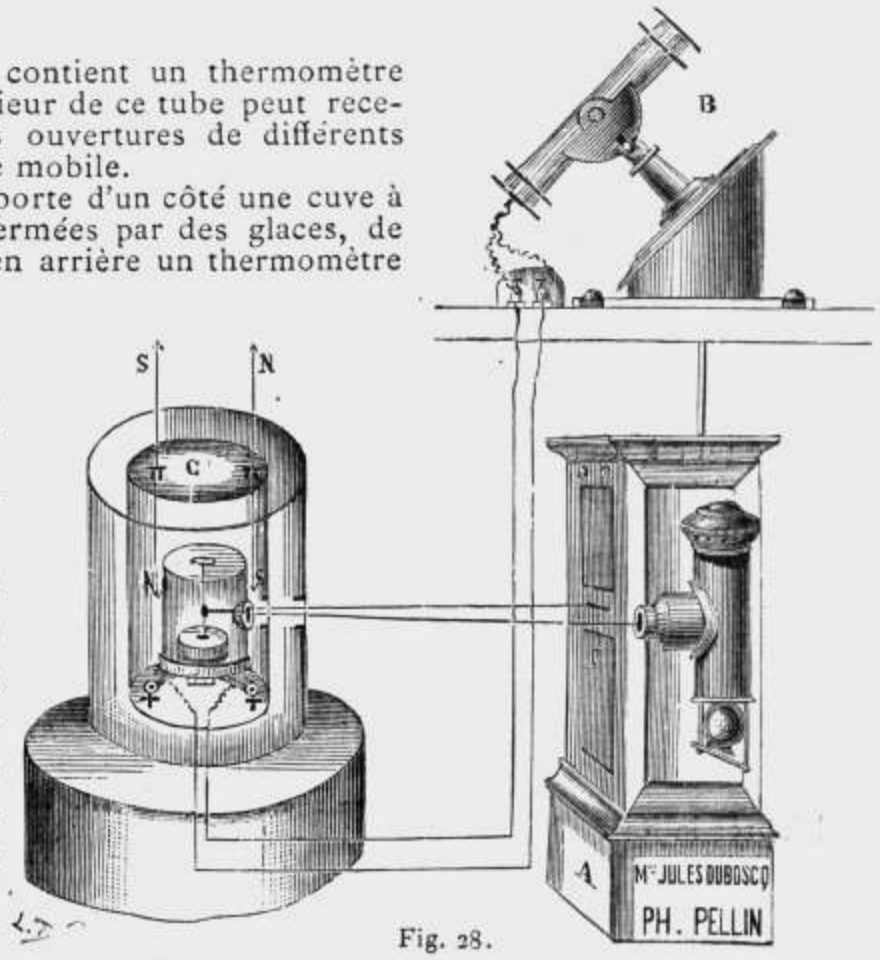


Fig. 28.

72 Actinomètre enregistreur de M. Crova, *Fig.* 28..... **2.000** fr.

L'organe essentiel de cet appareil est une pile thermo-électrique, fer et maillechort, ayant la

forme d'une paire de disques très minces, constituant les soudures. L'un de ces disques est à l'abri de toute radiation ; l'autre reçoit normalement, sur sa surface noircie, la radiation solaire transmise à travers une série de diaphragmes minces en aluminium, percés d'ouvertures de grandeur décroissante jusqu'à la plus petite qui a 4 m/m de diamètre et qui est en face du disque actinométrique. Le tout est enfermé dans un tube en laiton, monté équatorialement et placé dans un endroit bien découvert, un mouvement d'horlogerie actionne l'actinomètre qui est constamment centré dans la direction du soleil.

L'enregistreur, à peu près identique à celui que **M. Mascart** emploie pour les enregistrements magnétiques et électriques, est placé dans une pièce située à une certaine distance de l'actinomètre. L'horloge actionne le châssis photographique.

Des conducteurs flexibles et isolés partent du tube actinométrique et aboutissent à un galvanomètre astatique à miroir.

Afin de mettre ce galvanomètre à l'abri des variations diurnes de déclinaison et d'intensité magnétique, celui-ci est entouré d'une double enceinte en tôle, munie d'ouvertures, destinée à laisser passer le rayon lumineux, et d'un couvercle en tôle, percé de deux ouvertures symétriques laissant passer des aiguilles aimantées que l'on élève à volonté, de manière à constituer un champ magnétique, d'intensité variable à volonté, qui dirige le système astatique.

Il est bon de faire représenter une calorie par une ordonnée de 60 à 70 m/m.

Le papier employé est le papier extra-rapide.

L'étalonnage des ordonnées de la courbe en calories se fait au moyen d'une ou de plusieurs déterminations absolues de l'intensité calorifique de la radiation solaire ; au moment de chaque détermination on envoie, un instant, sur la fente de l'enregistreur, la lumière d'une lampe placée à distance ; on trace ainsi sur la courbe un trait noir dont la position donne l'heure de l'observation, et dont l'ordonnée correspondante est égale à l'intensité absolue déterminée à ce moment.

Construit sur les indications de **M. Crova**, en 1886.

Annales de Chimie et de Physique, 6e série, t. XIV, mai 1888.

73 Actinomètre enregistreur à Pointés de M. Crova..... **1.500** fr.
avec pile thermo-électrique à sept éléments, Fer et Constantan.

Académie des Sciences, t. CXXV, novembre 1897.

74 Partie actinométrique avec mouvement d'horlogerie, latitude variable, cercle de déclinaison, pile à sept éléments Fer et Constantan, diaphragme réglable. **500** fr.

74bis La même à latitude fixe..... **350** fr

75 Appareil de polarisation atmosphérique de M. Henri Becquerel..... **1.200** fr.

Cet appareil permet de vérifier : 1° l'existence d'un angle variable entre le plan du soleil et le plan de polarisation de l'atmosphère en un même point.

2° La variation périodique de cet angle qui, dans le cours d'une même journée, présente des maxima et des minima ; phénomène qui paraît lié aux conditions variables d'illumination de l'atmosphère, lorsque le soleil s'élève ou s'abaisse à l'horizon.

3° La manifestation d'une influence magnétique de la terre sur l'atmosphère, influence à laquelle on peut attribuer une petite déviation du plan de polarisation.

Annales de Chimie et de Physique, t. IV, 1880.

Photopolarimètre de M. Cornu

Cet appareil est destiné à mesurer la proportion de lumière polarisée du ciel et en général de toute source de lumière partiellement polarisée. Il se compose essentiellement d'un prisme biréfringent de Wollaston et d'un prisme de Nicol : le prisme biréfringent est fixé à l'extrémité d'un tube muni, à l'autre extrémité, d'un diaphragme rectangulaire dont la largeur est telle que les bords opposés des deux images soient exactement en coïncidence. Ces deux images étant polarisées à angle droit, le prisme de Nicol, fixé en arrière sur un cercle ou tambour divisé, peut les éteindre tour à tour, de sorte qu'il existe toujours une position qui les rend égales en intensité. Cette position est définie avec une précision qui atteint le $\frac{1}{10}$ de degré, grâce à la contiguïté des deux champs.

Il est facile de démontrer que, si les sections principales du prisme biréfringent sont parallèles aux sections principales du faisceau partiellement polarisé, qu'on reçoit dans l'axe de l'instrument, cette position du Nicol analyseur, qui égalise les deux images, par rapport aux deux azimuts qui les éteignent, définit la proportion de lumière polarisée R du faisceau. En effet, soient P^2 et Q^2 les intensités des faisceaux polarisés à angle droit dont il s'agit de mesurer le rapport.

$$R = \frac{P^2 - Q^2}{P^2 + Q^2}.$$

D'après la loi de Malus, on aura pour l'intensité des deux images vues à travers l'analyseur.

$$p^2 = P^2\cos^2\omega, \qquad q^2 = Q^2\sin^2\omega,$$

ω étant l'angle que fait le plan de polarisation du Nicol avec celui de l'image dont l'intensité est représentée par p. Lorsque les deux images sont égales, on a

$$p^2 = q^2, \qquad \text{d'où} \qquad tg^2\omega = \frac{P^2}{Q^2},$$

par suite
$$\frac{P^2 - Q^2}{P^2 + Q^2} = \frac{\sin^2\omega - \cos^2\omega}{\sin^2\omega + \cos^2\omega} = -\cos 2\omega = R.$$

Cette observation suppose qu'on connaisse l'origine de l'angle ω, mais on peut se passer de cette donnée en répétant l'observation, après avoir tourné l'appareil d'un angle droit, et cherchant de nouveau à retrouver l'égalité des deux images. Cela revient à changer P^2 en Q^2 et réciproquement : on devra donc trouver le même rapport changé de signe,

d'où
$$R = +\cos 2\omega',$$

en indiquant par ω' la lecture de la nouvelle position du Nicol.

Si donc l'origine ω_0 est inconnue, on a les deux conditions
$$\omega = \omega_1 - \omega_0,$$
$$\pi - \omega = \omega_2 - \omega_0 + \frac{\pi}{2},$$

en appelant ω_1 et ω_2 les lectures des deux opérations ; on a ajouté $\frac{\pi}{2}$, à cause de la rotation d'un angle droit de l'appareil, pour garder la même origine ; d'où l'on conclut, par soustraction, pour éliminer ω_0 :
$$\pi - 2\omega = \omega_1 - \omega_2 + \frac{\pi}{2}.$$

Donc
$$R = -\cos 2\omega = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \omega_2 + \omega_1\right) = \sin(\omega_2 - \omega_1).$$

La proportion de lumière polarisée est donnée par le sinus de la différence des deux lectures.

On vérifie qu'on est bien dans les conditions indiquées en calculant $\omega_0 = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2) - \frac{\pi}{4}$, qui doit rester constant dans une même série.

La discussion montre aisément que, si l'absorption des deux faisceaux par le prisme biréfringent était inégale, ce mode d'observation en éliminerait l'influence en supposant le rapport des absorptions voisin de l'unité.

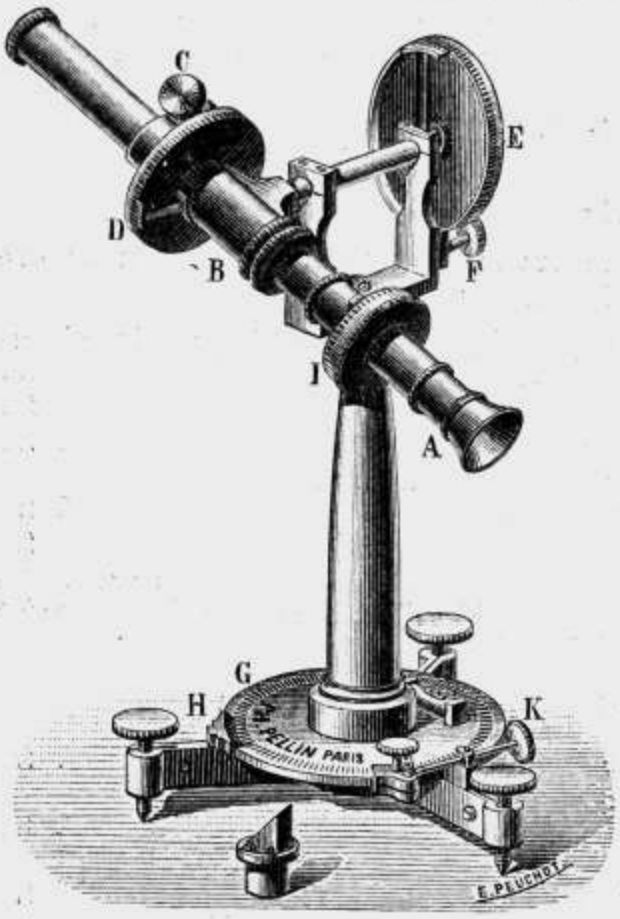


Fig. 29.

Il reste maintenant à indiquer comment on établit la condition de coïncidence entre les sections principales du faisceau et celles du prisme biréfringent.

Lorsque l'appareil est monté en altazimut (fig. 29), on y parvient rigoureusement en fixant l'analyseur à 45° des sections principales du prisme ; on fait alors tourner l'appareil tout d'une pièce autour de son axe, jusqu'à ce que les deux images soient égales : on est alors évidemment à 45° de l'azimut cherché. Il suffit donc de tourner de 45° la graduation du manchon qui porte l'appareil pour établir la coïncidence cherchée des sections principales.

A est l'ouverture à travers laquelle on vise dans la direction de l'appareil, elle est terminée par une partie évasée pouvant envelopper le globe de l'œil, qui se trouve ainsi abrité de la lumière extérieure, cette petite addition ajoute beaucoup de précision aux pointés.

Une petite lunette astronomique montée sur le tambour E et parallèlement au tube A D indique exactement le point visé. I est le tambour divisé qui entraîne le Nicol. Le prisme de Wollaston est fixé invariablement au tube dont on voit le prolongement au sortir du manchon dans lequel il est serré par la pince C. Ce manchon tourne à frottement doux dans un manchon fixe B, lié à l'axe du cercle de hauteur E et l'angle de rotation se lit sur un tambour divisé D à l'aide d'un index solidaire du manchon fixe.

Le support est tout entier mobile autour d'un axe vertical; la rotation azimutale se lit sur le cercle G, qui porte en outre un niveau dans le plan parallèle au cercle de hauteur E. Les coordonnées angulaires de la direction visée se déterminent comme avec un théodolite

On augmente notablement la précision des pointés en employant un prisme Wollaston d'angle faible et en remplaçant l'ouverture rectangulaire par une série d'ouvertures parallèles, offrant des pleins égaux aux vides, l'image dédoublée des vides recouvrant exactement les pleins contigus.

Pour les observations de nuit, il faut revenir au grand Wollaston, mais avec série d'ouvertures parallèles.

Si l'appareil est tenu à la main, comme dans certaines études de polarisation atmosphérique, l'opération précédente se fait encore approximativement : mais, grâce à la propriété de maximum et de minimum des sections principales du faisceau, l'observateur rectifie aisément la position approchée par rotation de l'appareil sur lui-même, au moment de l'égalisation des deux images ; de sorte que la mesure peut être effectuée dans des conditions très satisfaisantes d'exactitude.

L'observateur tourne le dos à l'astre et dirige approximativement l'instrument vers le point cherché : d'après l'ombre du tube sur le sol, il juge très bien si l'axe de l'instrument est dans le plan vertical de l'astre (Soleil ou Lune), d'après l'ombre du tambour divisé du Nicol sur le tube, s'il est à 90° de cet astre.

L'index du tambour étant, par construction, parallèle à l'un des plans de polarisation des images du Wollaston, l'appareil est très approximativement réglé : il suffit d'amener l'égalité des deux images par la rotation du Nicol. Comme on est au voisinage du maximum de polarisation, un petit déplacement de l'axe de l'appareil en hauteur, une petite rotation autour de son axe, ne doivent pas altérer l'égalité. L'observateur réalise ces petits déplacements et rectifie, s'il y a lieu, d'après cette condition de maximum, la position de l'instrument et celle du Nicol, et lit alors l'azimut ω_1 du Nicol sur le tambour divisé.

Pour éliminer l'erreur du zéro de la graduation, il répète la même observation en tournant l'appareil de 90° autour de son axe, position que l'index du tambour indique immédiatement.

La différence des deux lectures $\omega_2 - \omega_1$ donne la proportion de lumière polarisée par la formule

$$R = \text{Sin}\,(\omega_2 - \omega_1).$$

C'est sur cette observation très simple, effectuée sur le point à 90° du Soleil dans la verticale de l'astre que *M. Cornu* appelle l'attention des météorologistes.

La plus grande pureté du ciel correspond à la plus grande portion de lumière polarisée. Les moindres changements dans l'état atmosphérique sont décelés par le polarimètre avec une grande sensibilité, plusieurs heures avant que les phénomènes précurseurs (variations barométriques, halos, phénomènes divers d'optique atmosphérique) aient commencé à signaler un changement.

La proportion de lumière polarisée augmente à mesure que le soleil descend sous l'horizon, jusqu'à un certain maximum après lequel la polarisation disparaît. La loi d'accroissement avec le temps de cette proportion est fort importante, car elle paraît donner la répartition de la brume dans l'atmosphère suivant la verticale.

Enfin, dans le cas général où les sections principales du faisceau ne coïncident pas avec les sections principales du prisme biréfringent, on peut encore déduire de la condition d'égalité des deux images la valeur du rapport R. En effet, soit ε l'angle des sections : on a évidemment, en employant deux fois la loi de Malus.

$$(P^2\cos^2\varepsilon + Q^2\sin^2\varepsilon)\cos^2\omega = (P^2\sin^2\varepsilon + Q^2\sin^2\varepsilon)\sin^2\omega,$$

d'où l'on tire aisément

$$\cos 2\omega = -\,R\cos 2\varepsilon.$$

De là d'autres applications du photopolarimètre, dans lesquelles ω reste fixe et où l'on mesure $\pm\,\varepsilon$ en éliminant l'origne ε_0 qu'il est souvent difficile de connaître.

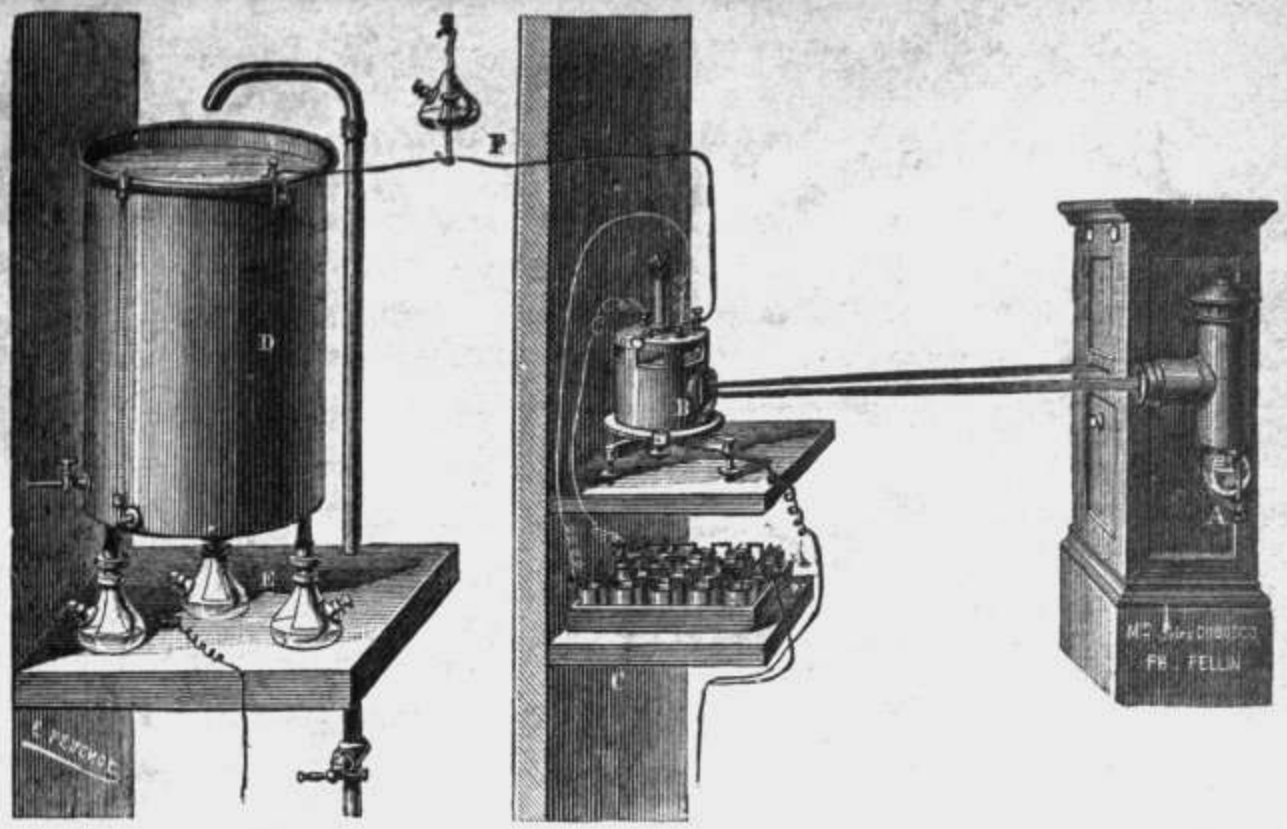
76 **Photopolarimètre de M. Cornu**, disposé pour être tenu à la main pour les observations de jour (en boîte gainée)..... **120** fr.
77 **Le même** pour les observations de jour et de soir..... **180** fr.
78 **Le même**, pour les observations de jour, de soir et de nuit..... **220** fr.
79 **Photopolarimètre de M. Cornu**, monté azimutalement (fig. 29) avec prismes et diaphragmes pour observations de jour et de soir..... **680** fr.
80 **Boîte en noyer gainée** pour l'appareil..... **60** fr.

Le changement des prismes de Wollaston et des diaphragmes se fait facilement : les diaphragmes, sont à frottement les prismes de Wollaston portent une goupille indiquant leur position, il suffit de maintenir d'une main le tambour divisé et son index, de dévisser le long tube et de substituer un Wollaston à l'autre.

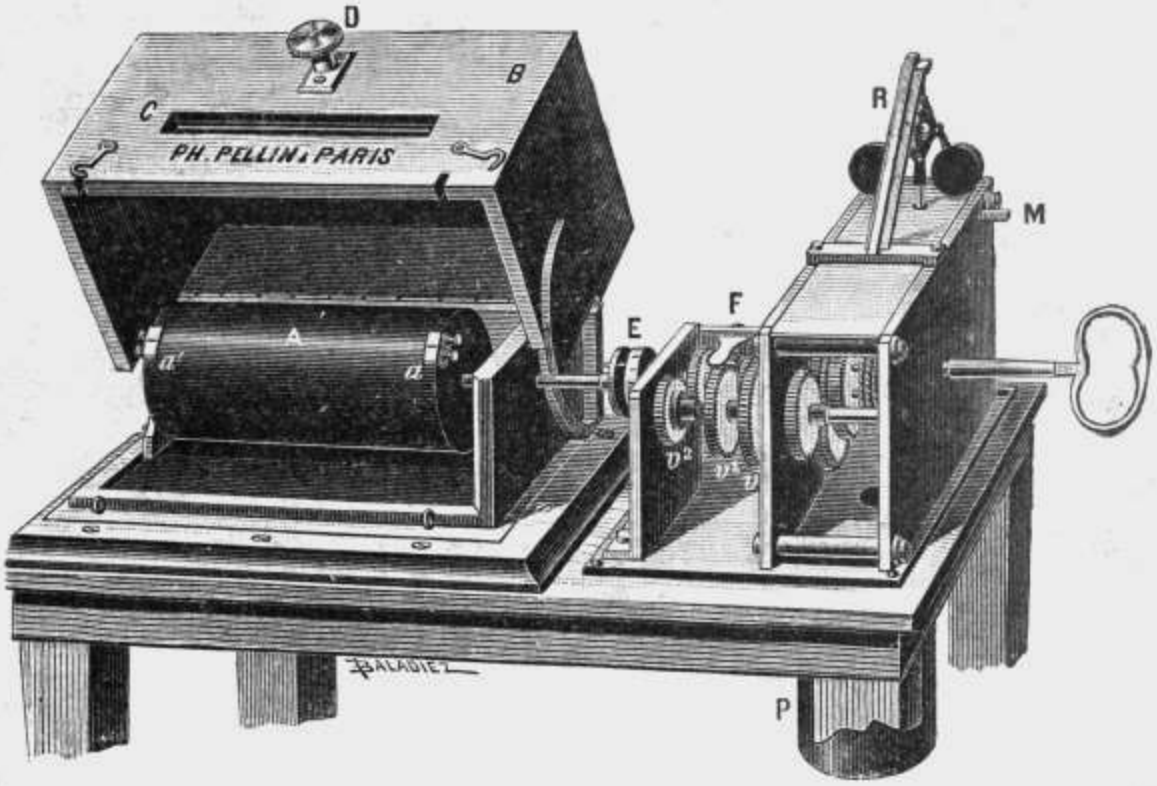
Association pour l'Avancement des sciences.
Congrès de La Rochelle 1882. — Congrès de Limoges 1890.

81 **Colorimètre perfectionné de Jules Duboscq**..... **200** fr.
pour mesurer l'intensité de coloration des liquides (*Notice spéciale*).
82 **Colorimètre perfectionné, modèle de M. Ph. Pellin**..... **350** fr.
Colonne liquide de 20 centimètres.
83 **Le même**, pour colonne liquide de 30 centimètres..... **400** fr.
84 **Colorimètre à réflexion de Jules Duboscq et Ph. Pellin**. **200** fr.
Cet appareil est un comparateur (*Notice spéciale*).
85 **Spectro-colorimètre de MM. d'Arsonval et Ph. Pellin**.... **300** fr.
(*Notice spéciale.*)
86 **Colorimètre à lumière polarisée**. (*Notice spéciale*)..... **450** fr.
87 **Chromatomètre universel de M. L. Andrieu**. (*Notice spéciale*). **750** fr.
88 **Chromatomètre universel du Dr Parinaud et Ph. Pellin**.. **850** fr.
(*Notice spéciale*)
89 **Pile thermo-électrique cubique**..... **90** fr.
90 **Pile thermo-électrique linéaire**..... **140** fr.

Le Mans. — Typographie Ed. Monnoyer. — VII-1898.



ENREGISTREURS PHOTOGRAPHIQUES DE M. MASCART
POUR L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE ET LE MAGNÉTISME TERRESTRE



CHRONOGRAPHE ENREGISTREUR PHOTOGRAPHIQUE A TROIS VITESSES

Le Mans. — Typ. Monnoyer. — VII-1898.