

Décembre 1913.

Prix-courant, n° 303.

INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

**THE CAMBRIDGE
SCIENTIFIC INSTRUMENT COMPANY, LTD.,
CAMBRIDGE, ANGLETERRE**

Adresse télégraphique :
INSTRUMENT, CAMBRIDGE, ANGLETERRE

1913

INSTRUMENTS
DE
PHYSIQUE ET D'ÉLECTRICITÉ

Construits et fournis par

**THE CAMBRIDGE
SCIENTIFIC INSTRUMENT COMPANY, LTD.,
CAMBRIDGE, ANGLETERRE.**

Adresse télégraphique :
INSTRUMENT, CAMBRIDGE, ANGLETERRE



CONDITIONS DE FOURNITURES GÉNÉRALES

Prix. Les prix établis dans ce catalogue sont nets et s'entendent pour marchandises prises à Cambridge (Angleterre). Nous faisons un escompte de $2\frac{1}{2}\%$ pour tout paiement reçu dans le mois de notre facture.

Palements. Nos factures sont payables à Cambridge en un chèque sur Londres. Toute commande doit être accompagnée soit d'un chèque, soit d'instructions pour le paiement à Londres en échange du connaissance.

Expéditions. Les frais d'emballage, d'expédition et de douane sont à la charge de l'acquéreur à qui ils sont facturés au prix de revient.

Sauf avis contraire, nos expéditions sont toujours faites par petite vitesse. Nous n'expédions qu'aux risques et périls de l'acquéreur; par contre, nous nous engageons à faire les emballages soigneusement. Nous faisons en outre assurer tout envoi aux frais du client.

Installation. Nous fournissons des indications détaillées sur la méthode d'installer tout instrument livré et au besoin mettons à la disposition du client et à ses frais les services d'un technicien pour le montage.

Commande par télégraphe. Notre adresse télégraphique est "Instrument, Cambridge, Angleterre". Nous employons les codes télégraphiques A. B. C., Eden Fisher et Co., 5th édition, 1901, et Western Union. Tout appareil est désigné par un nom de code; de plus les phrases ci-après, qui se trouvent d'un emploi assez fréquent, peuvent s'exprimer par le même intermédiaire, à savoir :

	Mot de code.
<i>Quels sont les prix, le délai de livraison et les conditions de fourniture de</i>	<i>Gabardine.</i>
<i>Faites-nous vos prix, livré ici, pour</i>	<i>Gabionage.</i>
<i>Prière de nous expédier de suite les appareils suivants; nous vous écrivons</i>	<i>Galoche.</i>

Toute commande télégraphique doit nous être confirmée par le courrier suivant.

Numéros de catalogue. Tout objet est numéroté dans le catalogue et, ainsi qu'il a été déjà dit, est indiqué par un nom de code pour faciliter les commandes par télégraphe. Il est recommandé de nous désigner dans les bons de commande et les lettres confirmatives l'article demandé d'après son numéro de catalogue aussi bien que d'après nom.

Pièces de rechange. En nous passant une commande de pièces de rechange, on est prié de nous faire savoir le numéro de série de l'instrument auquel est destinée la partie à fournir.

Notices précédentes. Toute notice publiée antérieurement et se rapportant aux appareils traités ci-après est annulée par ce catalogue.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Première Partie pp. 5-26

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE.

Supports de laboratoire.
Accessoires de supports de laboratoire.
Supports géométriques à trois pieds.
Règles étalons.
Télescope et échelle.
Lampe de Nernst et échelle.
Comparateur ou microscope pour lecture.
Cymographe, commandé par moteur.
Chronographe pour emploi dans laboratoires.
Support de diapason.
Diapasons.
Horloge de laboratoire.
Marqueur de temps à signal Deprez.
Marqueur double de temps à signal Deprez.
Extensomètre de Cambridge.
Extensomètre (système Ewing à microscope).
Extensomètre d'Ewing pour des distances de repères de 200 et 50^{mm}.
Outils de repérage.
Appareil de Searle pour déterminer le module d'Young des fils.
Machine pour essais de chocs répétés.
Appareil de Wilson pour rendre visibles les trajectoires des particules ionisantes.
Plaques pour lanternes de projection.
Micro-manomètre.
Tube de Pitot et jauge latérale.
Appareil Callendar pour la détermination de "J".
Calorimètre à écoulement continu de Callendar et Barnes.
Calorimètre à combustible de Rosenhain.
Radio-micromètre de Boys.
Roue à lentilles.
Spectromètre de laboratoire.
Banc optique.
Miroirs de Fresnel.
Magnétomètre d'étudiants.
Cercle d'inclinaison.

Deuxième Partie pp. 27-34

QUELQUES INSTRUMENTS SPÉCIAUX.

Cercle d'inclinaison, modèle de Kew.
Inducteur d'inclinaison.
Spectro-héliographe.
Micromètre astronomique.
Machine à diviser.
Machine à mesurer les vis.
Machine pour mesurer l'affaissement du sol.

Troisième Partie pp. 35-56

GALVANOMÈTRES.

Galvanomètre d'Ayrton-Mather.
Galvanomètre d'Ayrton-Mather (modèle à courte période).
Galvanomètre enregistreur.
Galvanomètre de Paschen.
Galvanomètre de Broca.
Galvanomètre à corde d'Einthoven.
Galvanomètre à vibration de Duddell.
Thermo-galvanomètre de Duddell.
Thermo-ammètre de Duddell.
Galvanomètre Ayrton-Perry-Duddell à bande à torsion.
Traceur de courbes de Brearley.
Télescope de galvanomètre et échelle.

Quatrième Partie pp. 57-66

OSCILLOGRAPHES DE DUDELL.

Cinquième Partie pp. 67-76

ÉLECTROMÈTRES.

Électromètre inclinable à feuille d'or de Wilson.
Micro-electroscope simple.
Électromètre portatif universel.
Électromètre à quadrants de Dolezalek.
Électromètre à quadrants enregistreurs.
Élément normal Weston.

Sixième Partie pp. 77-84

RÉSISTANCES.

Étalons de résistances (modèle hermétiquement fermé).
Boîtes de résistances à fiches.
Shunts.
Pont de Wheatstone, modèle d'Anthony, à décades, avec fiches.
Pont de Wheatstone, modèle d'Anthony, à décades, avec commutateurs.
Pont de Wheatstone enregistreur (de Callendar).
Potentiomètre (modèle à thermo-couple).
Potentiomètre enregistreur (de Callendar).

Table alphabétique des Matières . . . pp. 85-86

D'AUTRES INSTRUMENTS.

AVANT-PROPOS

En rédigeant ce prix courant, nous n'avons pas prétendu y présenter tous les instruments que nous construisons ni même traiter en détail de ceux qui y figurent.

Le but principal du catalogue est plutôt d'attirer l'attention sur le nombre considérable d'instruments qui sortent de nos ateliers et d'en stimuler la demande.

Malheureusement, faute de place, nous avons dû renoncer à aborder dans ce catalogue la question capitale de la mesure des températures et à y faire mention des nombreux types de thermomètres que nous construisons. Ces appareils comprennent les thermomètres à mercure en tubes de verre et d'acier, les pyromètres à thermo-couple, les pyromètres à résistance électrique et les pyromètres à radiation. Les clients qui s'intéressent à ce genre d'appareils sont donc priés de bien vouloir nous adresser leurs demandes qui recevront tous nos soins. Nous mettons bien volontiers à la disposition de nos clients les fruits de l'expérience que nous avons acquise à la suite d'études suivies pendant une longue série d'années dans ce domaine particulier.

Nous tenons également à la disposition de tout demandeur des notices spéciales rédigées en français, en anglais et en allemand, relatives à toutes sortes d'appareils destinés aux emplois industriels et de laboratoire.

Nous ne cessons pas d'établir de nouveaux modèles d'instruments dont quelques-uns d'ordre tout à fait spécial sont traités succinctement dans la deuxième partie du catalogue. Nous nous chargeons de la construction de tout appareil de genre spécial dont on veut bien nous faire la demande.

Le texte de ce catalogue, ainsi que les prix y tarifés, ont été soigneusement revus et mis à jour. Nous y avons fait valoir tous les perfectionnements les plus récents apportés aux divers appareils. Plusieurs instruments notables y figurent parmi lesquels le galvanomètre à corde mérite une mention toute particulière.

PREMIÈRE PARTIE

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE

Y COMPRIS DES APPAREILS SPÉCIAUX

ÉQUIPEMENT GÉNÉRAL DU LABORATOIRE

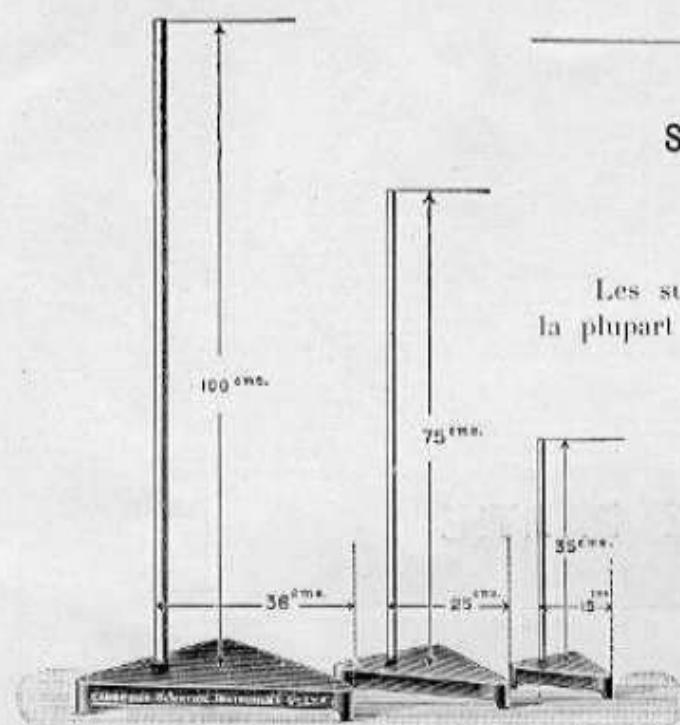


FIG. 1.

SUPPORTS DE LABORATOIRE

en trois dimensions (voir fig. 1)

Les supports, qui sont employés généralement dans la plupart des laboratoires sont, à notre avis, beaucoup trop faibles et manquent de rigidité; c'est ce dont on s'aperçoit surtout quand on monte des appareils pour un cours sur la table d'expérience. C'est pourquoi nous avons construit une série de supports et de mâchoires qui permettent de supporter solidement un poids considérable à des distances assez grandes de l'axe du support; les bases sont percées et fraisées, de sorte qu'on peut les visser si on le désire.

CAT. N°	DIAMÈTRE DE LA TIGE	HAUTEUR DE LA TIGE	POIDS NET	PRIX	CODE
303/39111	10 mm	35 cm	2.3 kg.	5.00 fr.	Cribbage.
303/39112	16 mm	75 cm	5.0 kg.	8.50 "	Cricket.
303/39113	25 mm	100 cm	23.0 kg.	12.50 "	Crimson.

Les longueurs de tiges peuvent être augmentées moyennant un petit supplément de prix.

ACCESSOIRES DE SUPPORTS DE LABORATOIRE

pour l'emploi avec les supports ci-dessus (voir fig. 2 et 3)

303/39114. A. — Mâchoire de colonne destinée à être fixée sur la colonne; percée de trois trous respectivement perpendiculaires les uns aux autres avec vis de fixation pour maintenir les mordaches, etc. (Poids net : 0,8 kg.)

6.00 fr. *Crisp.*

303/39114. B. — Connecteur percé de trois trous (deux parallèles, le troisième perpendiculaire aux deux premiers), pour emploi avec les tiges lisses E et F et capable de recevoir toutes sortes de mâchoires, etc., permettant à cette série d'être tenue fermement dans n'importe quelle position. Ces connecteurs sont très utiles pour serrer ensemble deux longueurs de tiges, de façon à former pratiquement une longue pièce. (Poids net : 0,35 kg.)

4.00 fr. *Critic.*

303/39114. C. — Support en V, pour maintenir fermement, mais sans serrage exagéré, un télescope ou tout instrument similaire qui demande à être vu sous une direction déterminée. (Poids net : 0,8 kg.)

6.00 fr. *Crocus.*

303/39114. D. — Mâchoire pour tenir fermement à n'importe quelle inclinaison des pièces ayant un diamètre de 6 cm et au-dessous. (Poids net : 1,4 kg.)

8 fr. 50. *Crossway.*

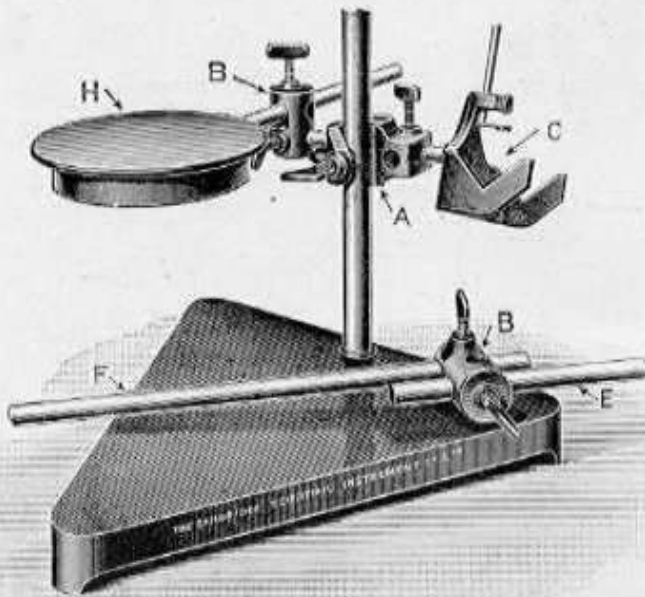


FIG. 2. — 1/6 de la vraie grandeur.

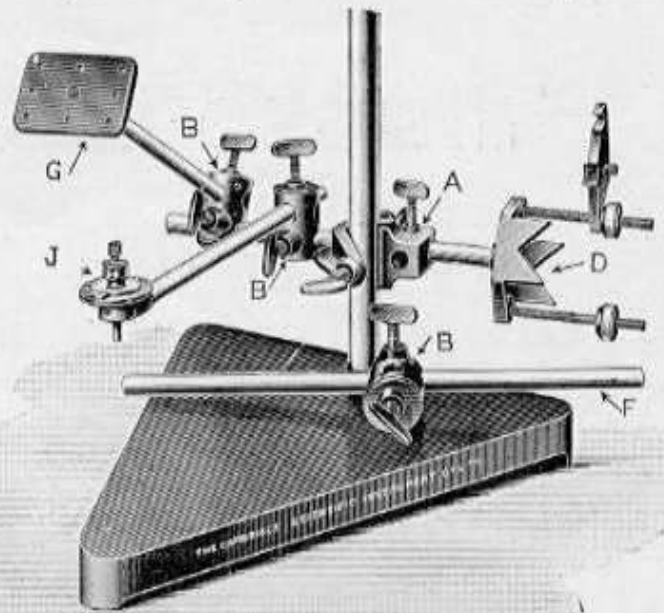


FIG. 3. — 1/6 de la vraie grandeur.

303/39114. E. — Tige lisse, 20 ^{cm} de longueur. (Poids net : 0,35 kg.)	0.65 fr.	Crowder.
303/39114. F. — d° 40 ^{cm} d° (Poids net : 0,7 kg.)	1.30 fr.	Cruiser.
303/39114. Fa. — d° 100 ^{cm} d° Cette tige peut être employée comme connection entre deux supports formant le bâti d'un banc optique simple. (Poids net : 1,6 kg.)	3.25 fr.	Crumple.
303/39114. G. — Plateau percé et fraisé, de sorte qu'on peut visser sur lui un tableau ou toute autre pièce de bois. En montant l'appareil pour un emploi tempo- raire, ce dispositif est souvent le plus convenable. (Poids net : 0,8 kg.)	3.50 fr.	Culpable.
303/39114. H. — Table en fer circulaire plate de 180 ^{mm} de diamètre. (Poids net : 1,7 kg.)	5.25 fr.	Cultivate.
303/39114. J. — Tête de torsion avec cercle gradué en divisions de 10 degrés. (Poids net : 0,7 kg.)	28.00 fr.	Cumulate.

SUPPORTS A TROIS PIEDS GÉOMÉTRIQUES

Ces supports, imaginés par M. C. V. BOYS, F. R. S., sont particulièrement propres à supporter des pièces d'appareils tels que galvanomètres, lampes, etc. Grâce à eux, on peut réaliser un support de n'importe quelle hauteur envisagée, chaque trépied formant un contact géométrique avec celui qui est immédiatement au-dessous de lui. Une gorge triangulaire est ménagée sur la surface supérieure des trépieds, et les vis de nivellement d'un instrument peuvent y être placées. Les supports peuvent être fournis en deux dimensions :

Petite dimension : Distance du centre du trépied aux centres des pieds : 75^{mm}.

Une série d'une douzaine comprend

- 9 supports de 50^{mm} de hauteur.
- 2 supports de 25^{mm} d°
- 1 support de 25^{mm} d° , auquel une
table en métal de 170^{mm} de diamètre est
fixée.

303/39131. — En fer, par série d'une douzaine.
(Poids net : 3,5 kg.) 13.50 fr. Cupola.

303/39132. — En aluminium, par série d'une douzaine.
(Poids net : 1,8 kg.) 25.00 fr. Curable.

Grande dimension : Distance du centre du trépied aux centres des pieds : 175^{mm}.

Une série d'une douzaine comprend

- 9 supports de 70^{mm} de hauteur.
- 2 supports de 36^{mm} d°
- 1 support de 36^{mm} d° , auquel est
fixée une table en bois carrée de 33^{cm}.

303/39135. — En fer, par série d'une douzaine. (Poids net : 33 kg.) 60.00 fr. Curioso.

303/39136. — En aluminium, d° (Poids net : 12 kg.) 92.50 fr. Cursory.

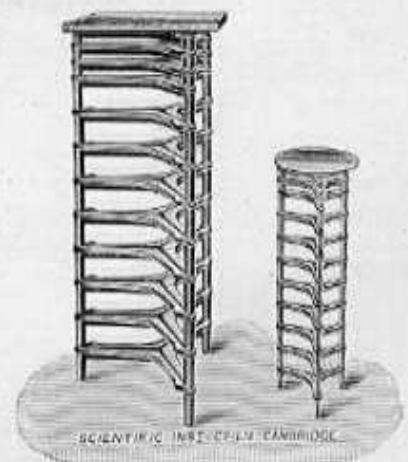


FIG. 4. — 1/10 vraie grandeur.

MESURE DE L'ESPACE ET DES ANGLES

RÈGLES ÉTALONS

(Fig. 5)

En acier au nickel de 6^{mm} d'épaisseur et 23^{mm} de largeur, divisées en millimètres, dans une boîte en acajou. Un anneau est fixé à chaque règle de façon à ce qu'on puisse suspendre celles-ci verticalement.

Voici un extrait d'un certificat reçu du Laboratoire national de physique d'Angleterre pour une de ces règles :

Cette règle a été comparée avec les étalons du laboratoire et sa longueur à 0° C. entre les graduations indiquées ci-après a été la suivante :

GRADUATIONS	LONGUEURS ACTUELLES
0 à 10	9,998 ^{cm}
0 à 20	19,995 ^{cm}
0 à 30	29,995 ^{cm}
0 à 40	39,996 ^{cm}
0 à 50	49,996 ^{cm}

Le coefficient de dilatation linéaire moyen entre les températures de 0° et 30° C. a été trouvé de 0,000,000,8 par degré centigrade.

Signé : R.-T. GLAZENBROOK, directeur.

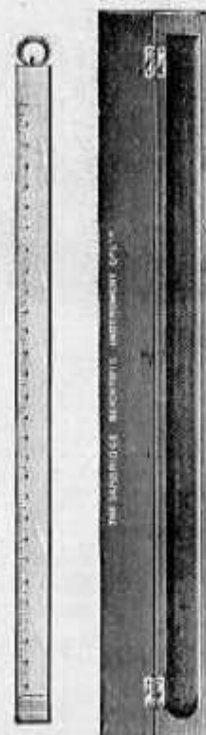


FIG. 5. — 1/7 de la vraie grandeur.

PRIX

		Code.
303/31111. — Règles étalons comme décrites ci-dessus 50 ^{cm} de longueur. (Poids net : 4 kg.)	92 fr. 50	Cypress.
Coût supplémentaire pour certificat du Laboratoire national de physique d'Angleterre donnant la longueur à 10, 20, 30, 40 et 50 ^{cm} (exactitude 1 en 100 millièmes) avec le coefficient de température	44 fr.	Dactyl.
303/31112. — Règle étalon semblable à celle ci-dessus, mais de 100 ^{cm} de longueur. (Poids net : 3 kg.)	172 fr.	Daintily.
Coût supplémentaire pour certificat du Laboratoire national de physique d'Angleterre donnant la longueur à 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 et 100 ^{cm} (exactitude 1 en 100 millièmes) avec le coefficient de température	60 fr.	Dampness.

TÉLESCOPE ET ÉCHELLE

L'échelle a 40 centimètres de longueur, elle est divisée en millimètres et graduée; elle peut être placée, soit horizontalement, soit verticalement, et réglée au moyen d'une vis de fixation; elle peut également glisser latéralement dans ses griffes.

Le télescope a un grossissement de 4 environ, il peut être incliné et fixé dans une position quelconque.

Le télescope et l'échelle peuvent être orientés et réglés en hauteur sur la tige verticale.

PRIX

303/41941. — Télescope et échelle avec support en laiton, comme représenté dans la figure 6. (Poids net : 2,7 kg.)..... 120 fr. *Curtal.*

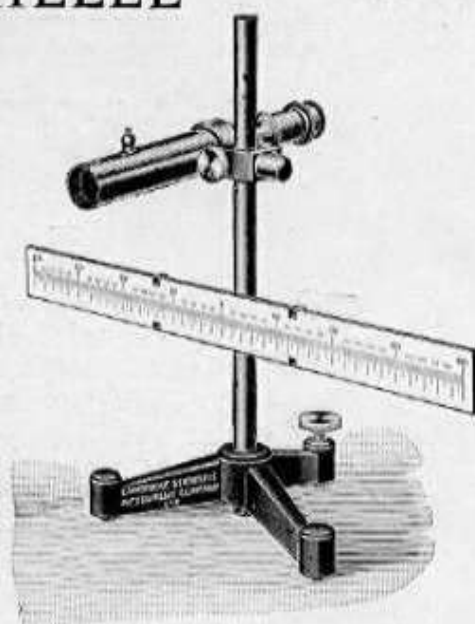


FIG. 6. — 1/6 de la vraie grandeur.

LAMPE NERNST ET ÉCHELLE TRANSPARENTE¹

pour emploi avec galvanomètre ou avec tout instrument réfléchissant

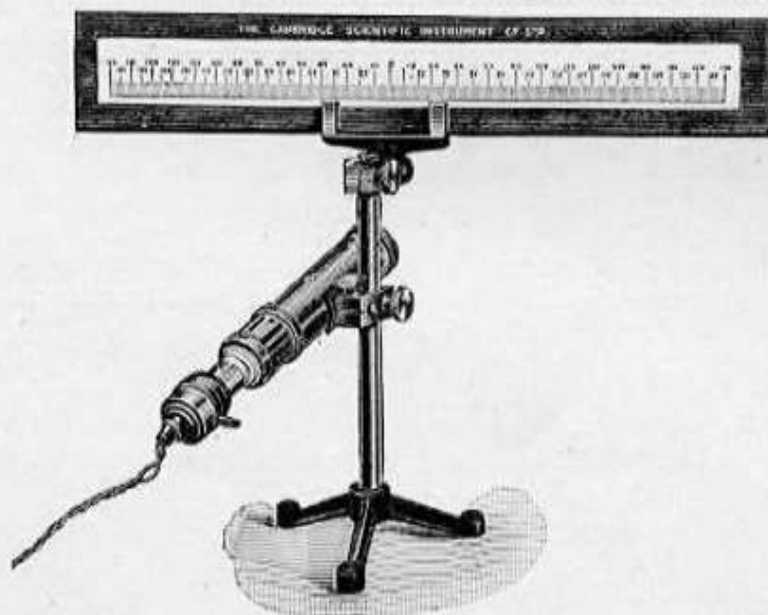


FIG. 7. — 1/7 de la vraie grandeur.

La lampe est enfermée dans un tube qui est facile à régler en hauteur et en direction. L'image du filament ou celle d'un fil placé devant les lentilles est projetée par le miroir du galvanomètre sur l'échelle; on obtient ainsi une image extrêmement brillante.

L'échelle, qui a 50 centimètres de longueur et qui est transparente, peut être placée horizontalement ou verticalement; elle peut aussi coulisser longitudinalement dans ses griffes et être fixée. Le support peut être employé sur une table ou vissé à un mur.

PRIX

303/41931. — Lampe et échelle sur support en laiton, sans conducteurs. (Poids net : 2,2 kg.)..... 66 fr. » *Cushion.*
 303/41932. — Lampe seule sur support en laiton. (Poids net : 2 kg.)..... 46 fr. 50 *Custodial.*
 303/41933. — Deux mètres de conducteurs flexibles avec douille à baïonnette et contact à fiche pour branchement à une monture de lampe ordinaire..... 5 fr. » *Cymbal.*

NOTA. — A moins d'ordre contraire, nous fournissons des lampes pour courant continu sous 100 volts.

1. Nous pouvons fournir au même prix un appareil semblable à celui-ci mais muni d'une lampe à filament métallique fonctionnant à l'aide d'un accumulateur de 4 volts.

COMPARATEUR OU MICROSCOPE DE LECTURE

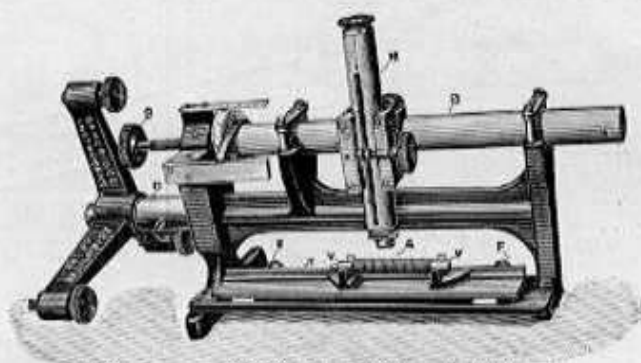


Fig. 8. — 1/7 de la vraie grandeur.

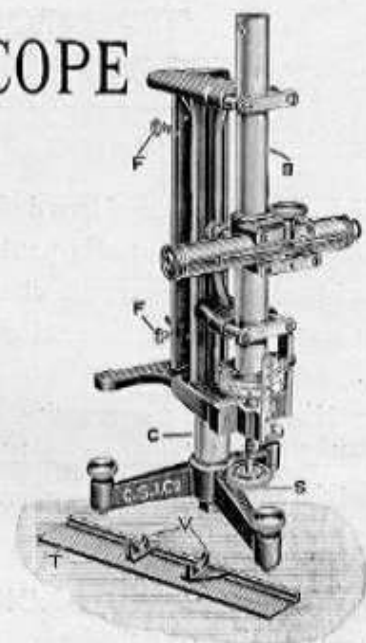


Fig. 9. — 1/7 de la vraie grandeur.

Cet instrument peut être employé, le microscope étant vertical, horizontal ou incliné. La figure 8 montre ce microscope avec son axe vertical, tandis que la figure 9 le montre utilisé comme un cathétomètre avec le microscope horizontal. Le tube B auquel le microscope est fixé peut être déplacé lentement au moyen de la vis et de la tête moletée S sur une distance de 40 millimètres. Les lectures sont relevées sur le micromètre à 0,01^{mm}.

Pour supporter l'objet soumis à l'examen, une petite table coulissante T placée sur des supports géométriques est fournie. Elle est munie de dispositifs de centrage sous la dépendance des vis F, F. De petits supports en forme de V sont également fournis pour recevoir les vis, etc. Pour le mécanisme de mise au point du microscope, le mouvement lent, système Lucas, est employé et donne un mouvement beaucoup plus doux que si l'on emploie une crémaillère et un pignon; il est également sans jeu. La figure 8 montre une vis soumise à l'examen. Le microscope M, qui est muni d'un réticule à fils croisés et peut être serré en n'importe quel point du tube B, a un objectif achromatique de Zeiss σ_2 et un oculaire n° 2. Le comparateur peut trouver un emploi général dans tout laboratoire ou atelier.

(Poids net : 8 kg.)

PRIX

303.31133. — Comparateur ou microscope de lecture complet comme représenté dans les figures 8 et 9 395 fr. *Damaskin.*

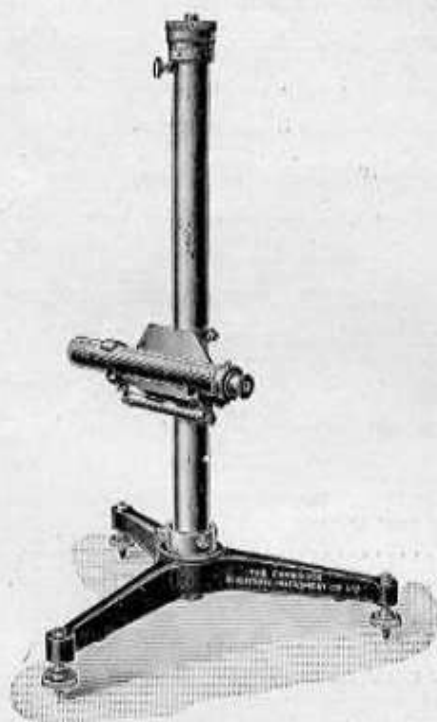


Fig. 10. — 1/10 de la vraie grandeur.

CATHÉTOMÈTRE

pour emploi avec l'échelle étalon

Tout le support vertical peut tourner autour de son axe et peut être levé ou abaissé micrométriquement sur une distance de 25 millimètres; les lectures de la tête micrométrique permettent de lire les divisions de l'échelle à 0^{mm},01. La course verticale du télescope sur la colonne est de 50 centimètres. Les pièces optiques sont de la meilleure qualité. (Poids net : 16 kg.)

303.31131. — Cathétomètre comme représenté dans la figure 10..... 515 fr. *Dapper.*

APPAREILS POUR L'ENREGISTREMENT ET LE MARQUAGE DU TEMPS

CYMOGRAPHE, COMMANDÉ PAR MOTEUR, MODÈLE A VITESSE VARIABLE

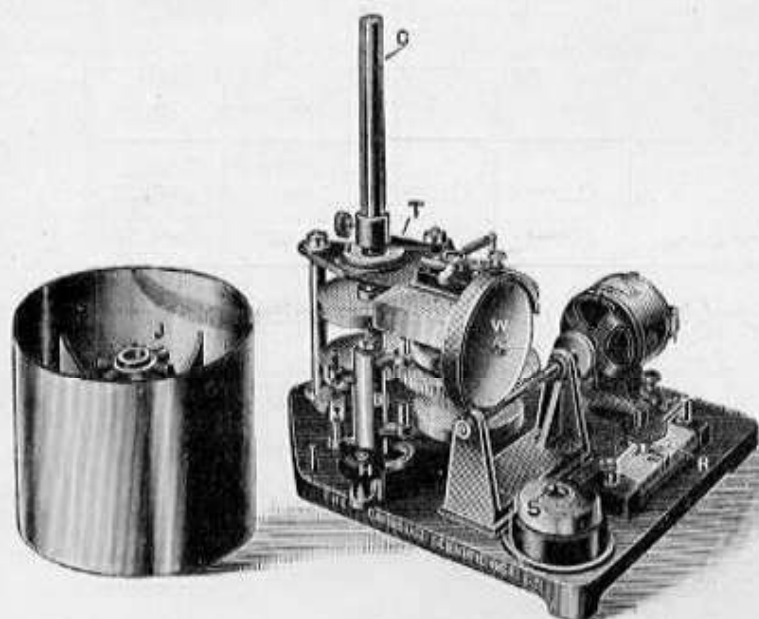


FIG. 11. — Environ 1/5 de la vraie grandeur.

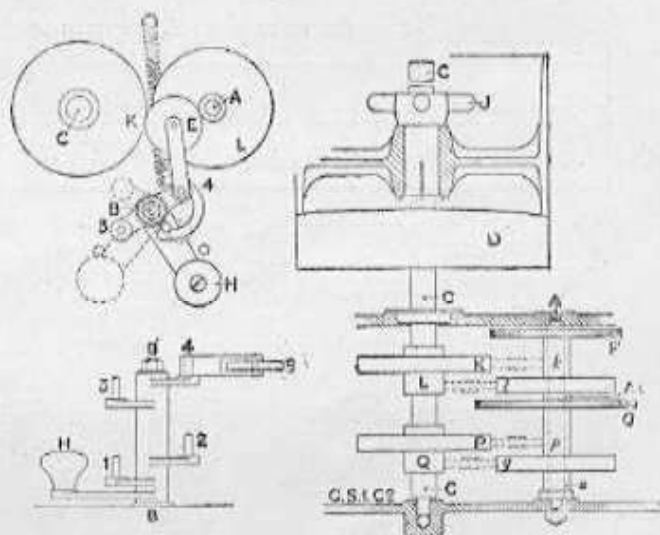


FIG. 12. — 1/5 de la vraie grandeur.

Le trait caractéristique de ce cymographe, qui est commandé par un petit moteur électrique d'environ 1/100 de cheval, est l'échelle extraordinairement large des vitesses qui peuvent être obtenues pour le cylindre enregistreur. On y parvient au moyen d'une disposition nouvelle et compacte des engrenages.

RÉGLAGE DE LA VITESSE DU CYLINDRE

Une vue générale du cymographe est donnée dans la figure 11, et la figure 12 montre schématiquement les détails des pièces de travail. Le petit moteur est contrôlé par le commutateur S et le rhéostat variable R, au moyen duquel une échelle de vitesse de 1 à 4 peut être obtenue. Ce moteur est couplé directement à une vis tangente qui actionne les roues tangentes G (fig. 12) et W (fig. 11). L'arbre AA aa (fig. 12) est divisé en des parties séparées en Aa. La roue tangente F, fixée sur l'arbre supérieur AA, est commandée par une vis du même arbre comme la roue intermédiaire W (fig. 11), tandis que la roue G, fixée sur l'arbre inférieur aa, est commandée directement par la vis du moteur. Grâce à cette disposition, la vitesse de l'arbre aa est 160 fois plus grande que celle de l'arbre AA.

Le tambour D porté par l'axe G est fixé par une vis J qu'on serre à la main et peut être rapidement élevé ou abaissé sur l'axe.

Un fourreau indépendant B est porté par une colonne fixée à la plaque de base et peut être mû par une manivelle H qui opère entre deux chevilles d'arrêt. Quatre goupilles verticales 1, 2, 3, 4 (voir fig. 12) sont montées sur ce fourreau et un bras portant une poulie folle E peut être emmanché sur l'une ou l'autre de ces goupilles.

VITESSES RÉALISABLES

Si le bras portant la roue à friction E est placé sur l'une ou l'autre des goupilles 1, 2, 3, 4, et est mis en contact avec les poulies comme les traits pointillés le montrent dans la figure 12, l'axe du cylindre C tournera et sa vitesse dépendra de la position de la roue E.

Le tableau suivant montre les variations des vitesses qu'on peut obtenir; il doit être entendu que les indications données dépendent du voltage du courant et varieront quelque peu avec le moteur fourni :

POSITION DE LA ROUE E, GOUPILLE N°	1	2	3	4
Vitesse maximum du tambour en millimètres par seconde...	480 ^{mm}	32 ^{mm}	3 ^{mm}	0 ^{mm} ,2
Vitesse minimum du tambour en millimètres par seconde...	120 ^{mm}	8 ^{mm}	0 ^{mm} ,75	0 ^{mm} ,03

Le tambour peut être arrêté soit en interrompant le courant du moteur en S, soit en employant la manivelle H pour débrayer le train d'engrenages entre l'axe du tambour C et le moteur. Un interrupteur électrique T est disposé immédiatement au-dessous du tambour pour interrompre automatiquement le courant qui passe à travers le marqueur de temps après que le tambour a fait une révolution.

Pour une description détaillée, voir notre notice spéciale.

PRIX

303/31631. — Cymographe, comme décrit ci-dessus et illustré par la figure 11, avec moteur à courant continu (110 volts); interrupteur, rhéostat et interrupteur automatique de courant monté sur la même plaque de base. (Poids net : 10 kg.)..... 660 fr. *Debonair.*

On peut fournir des moteurs pour d'autres voltages, mais ordinairement avec un supplément de prix.

CHRONOGRAPHE

POUR EMPLOI DANS LES LABORATOIRES

Dans ce chronographe, qui est combiné pour être commandé par courroie ou par un petit moteur, une bande de papier de 25 millimètres de largeur est tirée sous trois plumes A attachées aux armatures de trois électro-aimants B. Ces armatures sont construites très légères. Le ruban de papier C est tiré de la bobine D entre deux poulies J et S. La poulie S est actionnée par engrenage et cône-poulies principal P, tandis que J est une poulie folle amovible. Quand le levier H est mis en mouvement, la poulie J peut, soit presser le papier sur la poulie S, soit l'abandonner. Le mouvement du papier peut, de ce fait, être mis en action ou arrêté à volonté pendant que les poulies continuent à tourner. Le levier G permet d'élever les trois plumes au-dessus du papier ou de les abaisser sur lui.

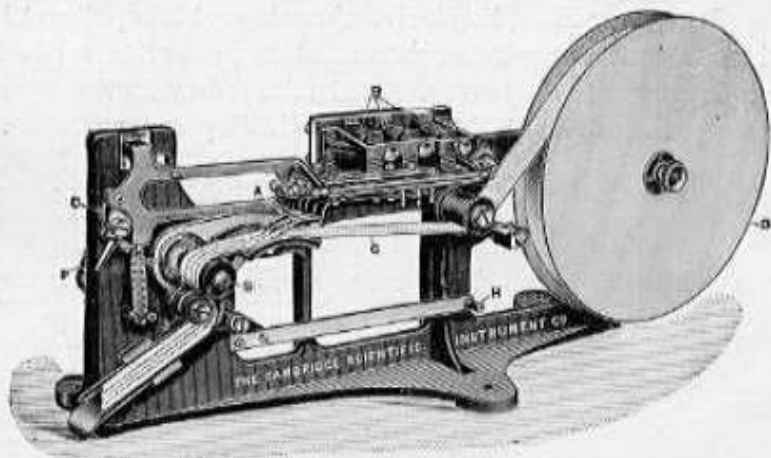


FIG. 13. — 1/5 de la vraie grandeur.

PRIX

- 303/31641. — Chronographe comme décrit ci-dessus et illustré par la figure 13 comprenant une bobine de papier, mais sans moteur de commande. (Poids net : 4,5 kg.) 437 fr. 50 *Darken.*
- 303/31642. — Bobines de rechange de papier pour chronographe. Chaque bobine contient environ 170 mètres 4 fr. 60 *Dative.*
- 303/31643. — Petit moteur 110 volts à courant continu, convenable pour commander le chronographe. Complet avec courroie de commande. (Poids net : 1 kg.) 47 fr. 50 *Davitless.*

SUPPORT DE DIAPASON

pour maintenir l'un quelconque de nos diapasons entretenus électriquement

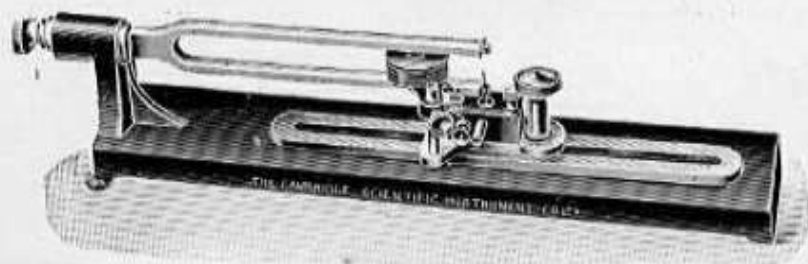


FIG. 14. — 1/5 de la vraie grandeur.

Complet avec électro-aimant et interrupteur à contact par coupe de mercure, facile à régler convenablement ; 2 volts sont suffisants pour actionner ces diapasons, bien qu'il faille 4 volts quand ils sont montés en série avec un de nos marqueurs de temps. Sans diapason. (Poids net : 5,5 kg.)

PRIX

- 303/31651. — Support de diapason seul, voir figure 14 66 fr. *Dazzle.*
- 303/31654. — Diapason pour le support, avec contact en platine, 50 vibrations par seconde. 95 fr. *Dawish.*
- 303/31655. — Diapason d° d° 100 d° 85 fr. *Debar.*
- 303/31656. — Diapason d° d° 200 d° 74 fr. *Debater.*

HORLOGE

303/31614. — Fait un contact électrique chaque demi-seconde au moyen d'un contact à mercure fixé sur l'arbre à palettes. (Poids net : 2 kg.) 60 fr. *Deerne.*

MARQUEUR DE TEMPS AVEC SIGNAL DE DEPREZ

avec réglage fin pour approcher de la surface d'enregistrement

Dans ce modèle, les électro-aimants sont très petits et les parties mobiles extrêmement légères. Il est très utile pour l'enregistrement de petits intervalles de temps sur papier fumé et il peut être employé avec le diapason n° 31634 faisant 50 vibrations par seconde. Il peut aussi, quand il est soigneusement réglé, être employé avec le diapason n° 31635.

303/31621. — En boîte complète. (Poids net : 0.5 kg.) 60 fr. *Decession.*

MARQUEUR DE TEMPS DOUBLE AVEC SIGNAL DE DEPREZ

(Voir fig. 15)

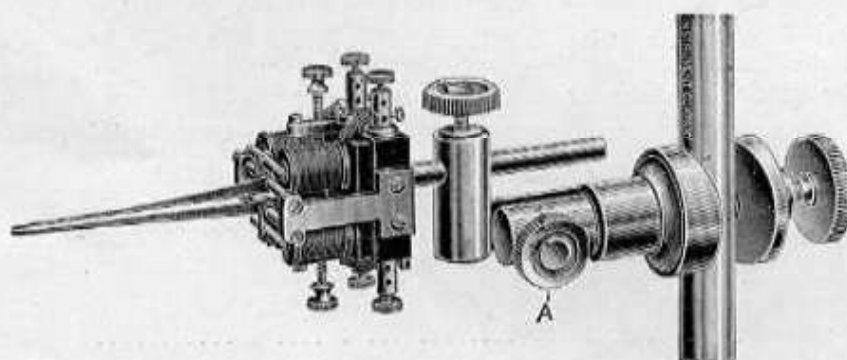


FIG. 15. — 3/4 de la vraie grandeur.

Exactement construit comme le n° 31621, mais avec deux petits électro-aimants dont les styles ont leurs pointes inscriptrices mises côte à côte.

303/31622. — En boîte complète. (Poids net : 0.6 kg.) 106 fr. *Decidence.*

Pour les prix des supports convenables capables de supporter les marqueurs de temps (voir n° 39114, page 6).

APPAREILS DE MÉCANIQUE

L'EXTENSOMÈTRE BREVETÉ DE CAMBRIDGE

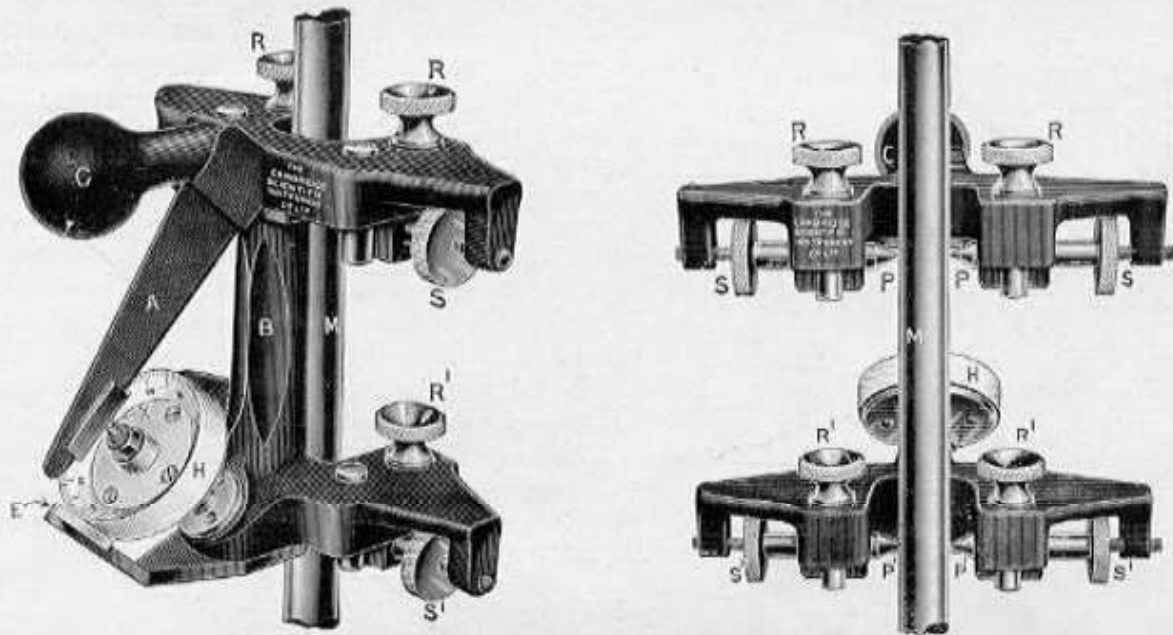


FIG. 16 et 17. — 1/3 de la vraie grandeur.

Dans cet appareil, on n'emploie ni miroirs ni microscopes pour amplifier le mouvement, et l'allongement des barreaux d'essai est mesuré au moyen d'une vis micrométrique et d'une forme modifiée de la mesure par contact.

L'instrument n'a pas de parties délicates susceptibles de se déranger et peut être manipulé sans précautions et sans danger plutôt à la façon d'un outil d'atelier que d'un instrument scientifique. Les allongements des barreaux d'essais peuvent être mesurés avec l'exactitude d'un millième de millimètre.

Une description détaillée de cet instrument est donnée dans notre notice n° 75 F, qui sera envoyée sur demande.

PRIX

303.23112. — Extensomètre de Cambridge dans une caisse en acajou, complet, avec calibre de centrage pour distances de repères de 10 ^m . (Poids net : 3,5 kg.)	265 fr.	Decade.
303.23113. — Extensomètre de Cambridge dans une caisse en acajou, complet, avec calibres de centrage, pour distance de repères de 3 ^m . (Poids net : 3 kg.)	265 fr.	Decant.

EXTENSOMÈTRE

Type avec microscope d'Ewing (voir fig. 18), pour mesurer l'allongement élastique et le module d'élasticité des barrettes métalliques soumises aux essais de traction

Cet appareil peut être rapidement appliqué à toute éprouvette à essayer, et on n'a besoin de toucher aucune pièce pendant l'exécution de l'essai.

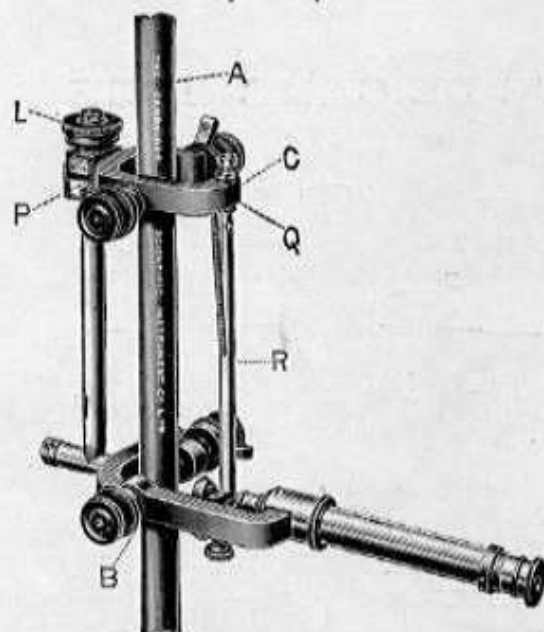


FIG. 18. — 3/16 de la grandeur naturelle.

La figure montre la forme usuelle de l'instrument complet. Les repères B et C sont placés à 200^{mm} l'un de l'autre; on peut fournir sur demande des instruments pour prendre des éprouvettes ayant d'autres longueurs.

Le déplacement est lu au moyen d'une échelle micrométrique placée dans l'oculaire du microscope, chaque division correspond à 1/200^{mm} d'allongement, de sorte que par l'estimation des dixièmes des divisions, on peut faire des lectures à 1/2000^{mm} près. Le réglage peut être contrôlé au moyen d'une vis micrométrique D qui a un pas de 1/2^{mm}.

Cette vis L sert en outre à amener le repère qu'on vise sur un point convenable de l'échelle micrométrique et aussi à ramener ce repère en arrière si la sollicitation est tellement grande que ce repère sorte du champ de vision.

L'instrument est applicable aux grandes comme aux petites pièces en essai et peut être employé sur des machines à essayer du type vertical ou horizontal (voir "Strength of materials", par Ewing, page 81, 1903, édition publiée par The University Press, Cambridge, Angleterre).

PRIX

303 23121. — Extensomètre d'Ewing avec microscope, en boîte en acajou poli, complet pour distance de repères de 200^{mm} comme représenté dans la figure 18. (Poids net : 8 kg.)

730 fr. Decharm.

303 23123. — Extensomètre d'Ewing, modèle avec microscope pour distance de repères de 200^{mm} ou de 50^{mm}. Cet instrument est exactement semblable au n° 23121, mais est fourni, en outre, avec des pièces séparées permettant de le transformer en appareil approprié à l'emploi d'éprouvettes avec 50^{mm} de distance de repères. (Poids net : 10 kg.)

796 fr. Decker.

COMPRESSOMÈTRE D'EWING

Modèle spécial pour mesurer la compression élastique de blocs courts, distance des repères de 50^{mm}



FIG. 19. — 1/9 de la vraie grandeur.

Dans cet instrument, les bras de levier sont arrangés de façon à amplifier 5 fois le mouvement, et l'objet visé est une pièce en verre sur laquelle sont gravées deux lignes fines horizontales distantes de 0,5^{mm}. La longueur du microscope est réglée de façon que 50 divisions de l'oculaire correspondent à cette division de 1/2^{mm}. De sorte que, pour un mouvement d'une division de l'oculaire, la pièce en verre se déplace de 0,01^{mm} et les repères de l'extensomètre se déplacent de 0,002^{mm}. Voir "Strength of materials", d'Ewing, page 82, édition de 1903. (Poids net : 5,5 kg.)

PRIX

303 23127. — Compressomètre d'Ewing, complet, comme la figure 19 le représente. 662 fr. Declairer.

Une description détaillée des Extensomètres de Ewing est donnée dans notre notice n° 310 qui sera envoyée sur demande.

OUTILS DE REPÉRAGE EMPLOYÉS AVEC LES EXTENSOMÈTRES

On a fait plusieurs tentatives pour construire un appareil capable de marquer facilement les repères aux distances étalons sur les pièces à essayer en vue de la mesure de l'allongement élastique. Aucune d'elles n'a entièrement donné satisfaction, car les difficultés de construction ne permettent pas d'éviter des erreurs d'au moins 0,05 à 0,1 % quand on trace les repères. Le dispositif simple illustré par la figure 20 obvie entièrement à ces incertitudes.

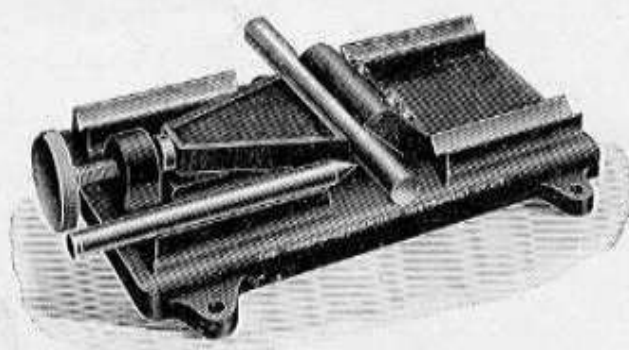


FIG. 20. — 1/5 de la vraie grandeur.

L'éprouvette à repérer est maintenue par une bride géométrique rigide; un pointeau est placé dans le creux de quatre rainures en forme de V, on frappe ces pointeaux avec un marteau dans chacune des quatre positions.

On construit trois dimensions types de l'appareil avec distances de repères de 50, 100 et 200 mm.

PRIX

303 23191. —	Outil de marquage de repères pour distance de 200 mm. (Poids net : 9 kg.).	66 fr.	Decompose.
303 23192. —	do do 100 mm. (Poids net : 6 kg.).	56 fr.	Decoct.
303 23193. —	do do 50 mm. (Poids net : 5 kg.).	56 fr.	Declarer.

APPAREIL de SEARLE pour la DÉTERMINATION du MODULE de YOUNG des FILS

et des divergences par rapport à la loi de Hooke (voir fig. 21)

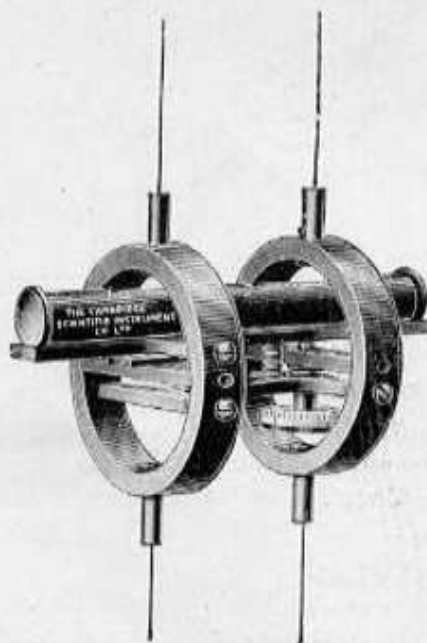


FIG. 21. — 1/2 de la vraie grandeur.

Les extrémités supérieures des deux fils, qui ont chacun 3 mètres de longueur, sont fixées solidement à une poutre, et leurs extrémités inférieures supportent deux cadres en laiton sur lesquels sont appuyées les extrémités d'un niveau sensible. Une des extrémités du niveau est montée à pivot sur l'un des cadres, l'autre extrémité du niveau s'appuie sur celle d'une vis micrométrique avec divisions et chiffres tracés sur celluloïd. La charge appliquée à l'un des fils est maintenue constante tandis que celle appliquée à l'autre varie à volonté. L'allongement de ce dernier peut être mesuré avec une exactitude de 0 mm,01 au moyen de la vis micrométrique et du niveau.

PRIX

303 32111. —	Appareil de Searle pour la détermination du module de Young, comme représenté dans la figure 21. (Poids net : 1 kg.).	92,50 fr	Decorate.
--------------	---	----------	-----------

MACHINE POUR ESSAIS DE CHOCS RÉPÉTÉS

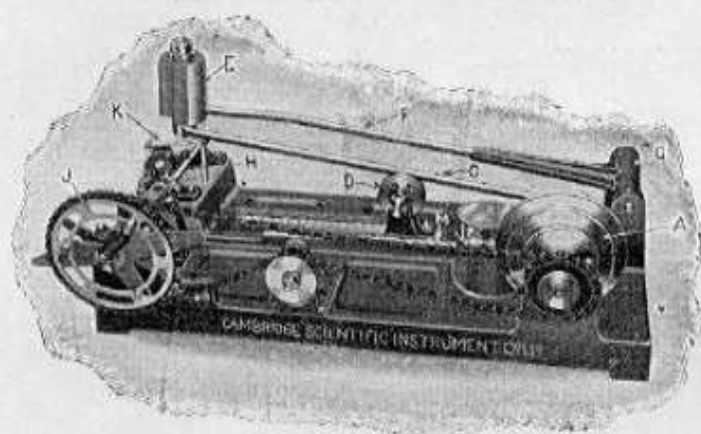


FIG. 22.

Cette machine est une forme modifiée de la machine d'essais aux chocs primitivement imaginée par le D^r Stanton, du Laboratoire national de physique d'Angleterre. Elle soumet de petites barrettes de choc entaillées à des coups transversaux répétés de valeur donnée. Dans la figure H est l'éprouvette, E est le marteau et C la barre de relevage qui élève continuellement le marteau et le laisse tomber en chute libre sur l'éprouvette. Le mécanisme en J est destiné à maintenir cette dernière pendant qu'elle est frappée et à la tourner de 180° entre chacun des coups successifs. Un compteur enregistre le nombre des coups

donnés et un interrupteur est disposé pour arrêter le moteur de commande quand l'éprouvette se rompt. Une description détaillée est donnée dans notre notice spéciale n° 84 P.

PRIX

- 303 23141. — Machine pour essais de chocs répétés, comme représenté dans la figure 22, sans moteur de commande. (Poids net : 75 kg.) 1.060 fr. *Decorum.*
- 303 23142. — Machine pour essais de chocs répétés, complète avec moteur à courant continu de 110 volts, comprenant l'engrenage réducteur de vitesse nécessaire monté sur une base commune avec interrupteur bipolaire et fusible. (Poids net : 87 kg.) 1.340 fr. *Decretive*

L'APPAREIL de WILSON pour RENDRE VISIBLES les TRAJECTOIRES des PARTICULES IONISANTES

Cet appareil a été imaginé par M. C.-T.-R. Wilson, F. R. S., pour rendre visibles les trajectoires des particules ionisantes dans un gaz humide en condensant de l'eau sur les ions immédiatement après leur libération. Notre dernier instrument permet de photographier les trajectoires même des particules les plus rapides.

PLAQUES
pour LANTERNES de PROJECTION

Nous fournissons des collections complètes de plaques provenant de clichés faits par M. Wilson à l'aide de l'appareil sus-indiqué. Ces plaques, qui représentent une série complète, sont aussi intéressantes qu'instructives et se prêtent tout particulièrement à la projection dans les conférences.

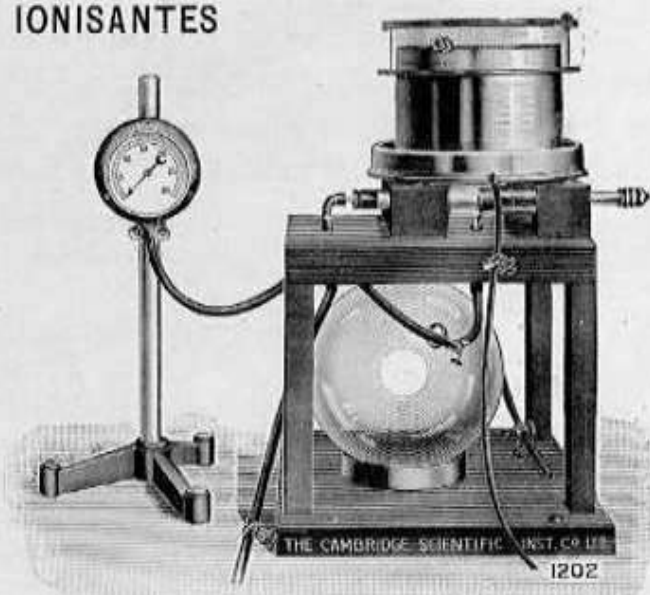


FIG. 23.

- 303/39211. — Appareil pour rendre visibles les trajectoires des particules ionisantes, non compris l'appareil photographique ni la jauge vide avec support..... 505 fr. *Distilment.*
- 303/3901. — Une série de 15 plaques pour la projection, avec boîte..... 38 fr. *Disturber.*

1. Voir *Revue de Physique*, vol. III, juillet 1913, pp. 529-533.

MICROMANOMÈTRE

pour mesurer micrométriquement des différences de pression jusqu'à 100^{mm} d'eau

L'instrument fut primitivement imaginé par M. R. Threlfall F. R. S., pour mesurer, au moyen du tube de Pitot et du tube de pression statique, la vitesse des courants gazeux dans les tuyaux.

La partie essentielle de l'instrument (voir *fig. 24 b*) est, en effet, un tube en U contenant de l'huile ou de l'eau dans lequel un tronçon de tube A est scellé, l'autre tronçon B est également fermé à l'atmosphère, mais contient une vis micrométrique M dont la pointe peut être réglée de façon à toucher la surface du liquide. Des tubes sont connectés avec les espaces d'air situés au-dessus des liquides dans les deux tronçons de façon que l'on puisse se mettre en relation avec le tube de Pitot et le

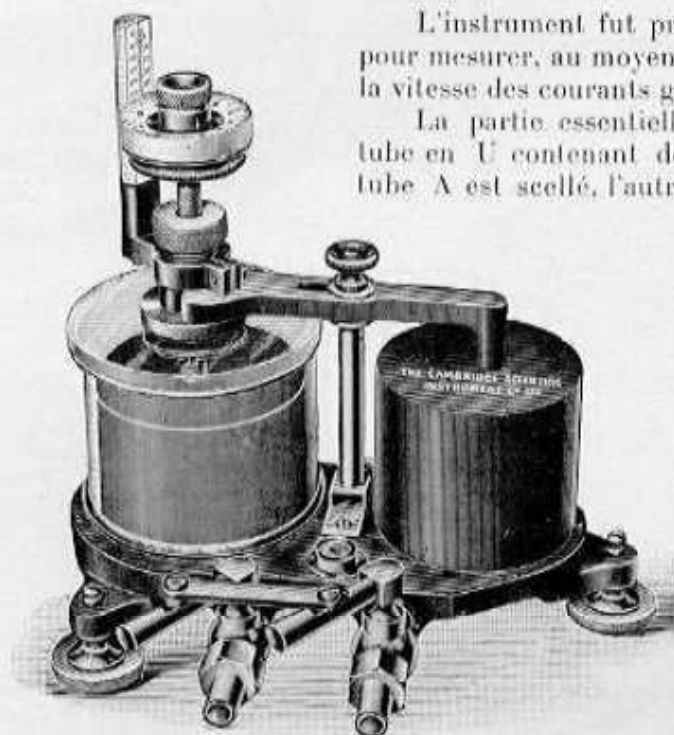


FIG. 24 a.

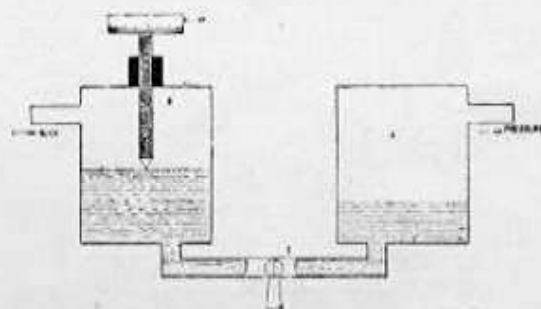


FIG. 24 b.

tube de pression statique, et que la vitesse du courant gazeux puisse être déduite des différences de pression observées. La tête micrométrique est divisée de façon que cette différence soit donnée, directement avec une exactitude de 0^{mm},01 par la lecture qu'on fait sur elle. Un robinet C est prévu pour que les deux chambres (les branches du tube en U) puissent être mises en communication avec la pression atmosphérique pour la détermination du zéro des lectures (Voir Stanton, *Minutes of proceedings Institution of Mechanical Engineers*, vol. 33, page 28). (Poids net : 5,5 kg.)

PRIX

303/22111 — Micromanomètre, comme décrit ci-dessus et illustré par la figure 24. 356 fr. *Dedicate.*

CHALEUR

APPAREIL DE CALLENDAR POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÉQUIVALENT MÉCANIQUE DE LA CHALEUR

Cet appareil a été créé par le professeur H.-L. Callendar pour réaliser un moyen rapide et

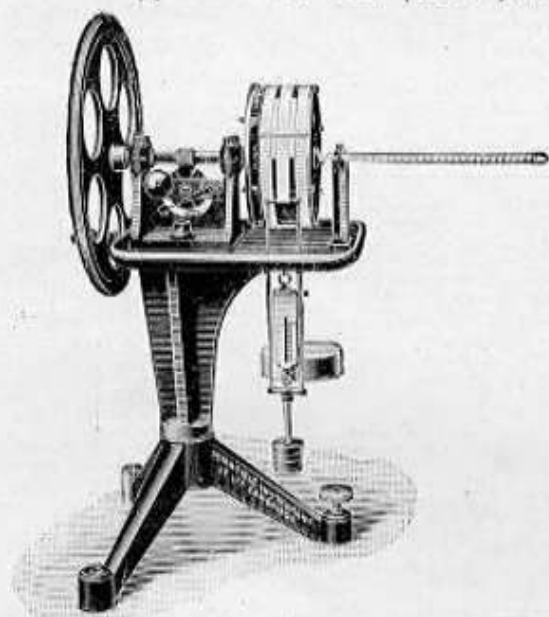


FIG. 25.

convenable de détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur. En lui, l'énergie mécanique est dissipée au moyen d'un frein spécial qui frotte sur la partie extérieure d'un tambour en laiton mis en rotation. L'énergie transformée en chaleur est mesurée par l'élévation de température du tambour en laiton et de l'eau qu'il contient. En outre des avantages généraux de simplicité, d'exactitude et de rapidité, l'attention est attirée sur les points spéciaux suivants :

1° Les poids se maintiennent automatiquement dans une position d'équilibre flottant ;

2° Le frottement est très sensiblement indépendant de la vitesse ;

3° Le travail mécanique produit est mesuré avec un degré élevé de précision ;

4° Il n'y a pas de poulies ou de coussinets qui introduisent des erreurs par leur frottement.

Notre notice n° 90 F, que nous serons heureux d'envoyer franco de port sur demande, donne une description complète de cet instrument ainsi que les instructions pour son emploi.

PRIX

303 33111. — Appareil de Callendar pour la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur, complet avec thermomètre (échelle de 10 à 30° C.) ¹ et deux courroies en soie (dont une de rechange). Voir l'illustration. (Poids net total : 20 kg.).....	225 fr.	<i>Dedition.</i>
303 33112. — Appareil de Callendar semblable au précédent, mais avec un moteur à courant continu de 110 volts ² monté sur base avec engrenage réducteur, interrupteur bipolaire et fusible et commande par courroie. (Poids net total : 32 kg.).....	464 fr.	<i>Decury.</i>
303 33113. — Courroie de rechange en soie.....	5 fr.	<i>Deedless.</i>
303 33114. — Thermomètre de rechange de 10 à 30° C., divisé en 0,2° C., modèle spécial coudé pour emploi avec les appareils précédents.....	10 fr.	<i>Deepread.</i>
303 33115. — Thermomètre de rechange coudé, intervalle de 25-45° C., convenable pour climats chauds	10 fr.	<i>Defacer.</i>

1. C'est la échelle du thermomètre que nous fournissons habituellement, bien que, pour l'usage dans les pays chauds, nous puissions fournir un instrument à échelle plus haute comme celui inscrit sous le numéro 33115.

2. Des moteurs pour d'autres voltages peuvent être fournis, bien que, ordinairement, il y ait un petit supplément à prévoir en pareils cas.

CALORIMÈTRE DE CALLENDAR ET DE BARNES A ÉCOULEMENT CONTINU POUR LA MESURE DE L'ÉQUIVALENT ÉLECTRIQUE DE LA CHALEUR

(Voir la fig. 26)

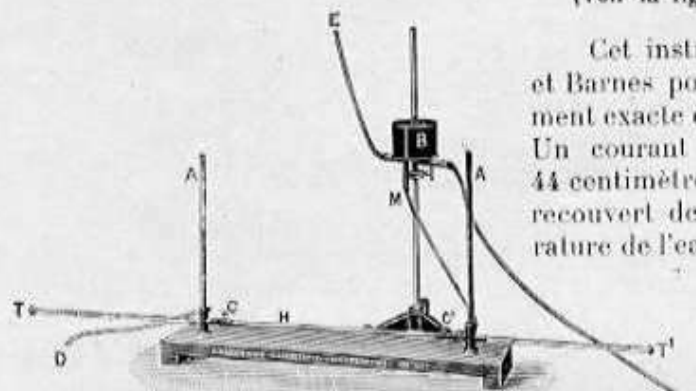


FIG. 26.

Cet instrument a été créé par les professeurs Callendar et Barnes pour la détermination rapide et très convenablement exacte de l'équivalent calorifique de l'énergie électrique. Un courant d'eau passe à travers un tube en verre H de 44 centimètres de longueur, dans lequel un fil en manganine recouvert de soie est enroulé en forme d'hélice. La température de l'eau à l'entrée et à la sortie est relevée au moyen de thermomètres à mercure T et T'. Connaissant l'énergie électrique dissipée dans le fil et le volume d'eau qui passe par le tube, il est facile de déterminer l'équivalent calorifique de l'énergie électrique. Une petite citerne B avec un déversoir est aménagée de façon que l'écoulement de l'eau à travers le tube puisse être

maintenu constant, la charge d'eau peut varier par la variation de la hauteur de la citerne sur le support.

Notre notice n° 90 F, qui sera envoyée sur demande, donne une description complète de cet instrument en même temps que les instructions pour son emploi.

PRIX

- 303 33121. — Calorimètre de Callendar et de Barnes à écoulement continu, complet, avec une citerne d'eau sur le support, mais sans tube de caoutchouc ou thermomètres .. 80 fr. *Defalcate.*
- 303 33122. — Calorimètre comme ci-dessus, mais comprenant 4 mètres de tuyau de caoutchouc et deux thermomètres à mercure pour lectures de 0 à 50° C. et divisés chacun par 0,1° C., comme représenté dans la figure 26. (Poids net : 5,5 kg.) 110 fr. *Defalter.*
- 303 33123. — Thermomètre à mercure de rechange, de 0 à 50° C., divisé en 0,1° C. 12,50 fr. *Defender.*

CALORIMÈTRE A COMBUSTIBLE ROSENHAIN (Fig. 27)

pour la détermination du pouvoir calorifique des charbons et des combustibles liquides

L'échantillon est du charbon mis en poudre et comprimé ou est une boulette combustible pesée et trempée dans du liquide combustible. Il est brûlé dans un courant d'oxygène à l'intérieur d'un récipient en verre complètement immergé dans l'eau, à laquelle la chaleur produite est complètement transmise. L'élévation de température est lue sur un thermomètre délicat. L'échantillon à essayer est supporté dans une nacelle en silice fondue et est mis en ignition par un fil fin de platine qui est chauffé électriquement.

L'eau est agitée par le gaz qui se dégage en bulles à travers elle et, quand la combustion est complète, la valve est ouverte et la totalité de l'intérieur du calorimètre est envahie par l'eau. Le récipient en verre employé est une cheminée de bec de gaz à incandescence. Le charbon étalon est en briquettes et sert à déterminer l'équivalent en eau de l'appareil.

Une description plus détaillée est donnée dans notre notice spéciale n° 31 F.

PRIX

- 303 23211. — Calorimètre de Rosenhain, complet, avec soupape à boulet, nacelle en silice fondue, récipient en laiton et boîte en bois extérieure, mais sans thermomètres ou autres accessoires. (Poids net : 5 kg.) 172 fr. *Deferent.*

- 303 23212. — Calorimètre de Rosenhain comme ci-dessus, avec les accessoires suivants : thermomètre¹ de précision de 10 à 25° C., et divisé en 0,05° C., thermomètre pour emploi avec la bouteille de lavage, de 0 à 50° C., une bouteille de lavage d'un demi-litre, 4 mètres de tuyau en caoutchouc épais, cuve en verre graduée, un mortier pour comprimer les échantillons de charbon, un tube contenant 4 briquettes de charbon étalonées et un tube contenant 4 boulettes d'absorption étalonées pour emploi avec l'huile combustible. (Poids net total : 9 kg.) 245 fr. *Definer.*

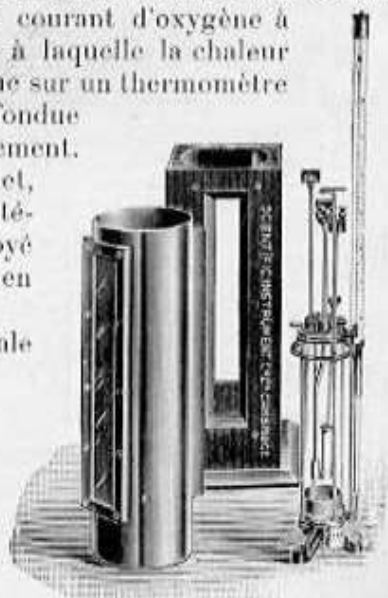


FIG. 27.

1. Pour emploi dans les pays chauds, nous pouvons, sur demande spéciale, fournir un thermomètre avec échelle de 20° à 35° C., au lieu de 10° à 25° C., le prix reste le même.

RADIO-MICROMÈTRE DE BOYS

(Voir fig. 28)

Le système suspendu dans cet instrument est extrêmement léger et consiste en une simple boucle d'un fil d'argent connectée à son extrémité inférieure à une petite thermo-jonction bismuth-antimoine. La thermo-jonction porte une plaque réceptrice en cuivre. La radiation reçue sur cette plaque élève la température de cette extrémité de la jonction à laquelle elle est attachée, et un petit courant prend, par suite, naissance et passe dans la boucle d'argent qui est suspendue par un fil fin de quartz entre les pôles d'un aimant permanent, et les déviations sont mesurées de la façon habituelle au moyen du miroir F qui est attaché au fil. Une lampe convenable et une échelle pour faire les lectures seront trouvées sous le n° 41931, page 9. Le miroir F est plan, mais une lentille placée devant lui permet de l'employer avec une distance d'échelle de 1 mètre.

Dans la figure, la boîte est montrée enlevée de l'appareil. Cette boîte a une double paroi et est constituée avec du cuivre épais de façon à éviter l'élévation de température dans l'instrument même, et on assure ainsi un zéro fixe. C'est pour cette raison également qu'on emploie le bloc épais de métal B.

Le tube A, qui est disposé dans la boîte en C, doit être dirigé vers le corps soumis à l'examen. On peut y parvenir correctement en enlevant le bouton D et en regardant à travers le tube.

Un dispositif de serrage est prévu et consiste en une petite vis qui, lorsqu'elle est vissée dans sa position, décroche la suspension et, quand elle est enlevée, permet à un ressort de la tenir.

Les instruments sont soigneusement essayés avant expédition, et un certificat d'essai est envoyé avec chaque appareil. Le suivant est une copie d'un semblable certificat, qui permet de montrer approximativement la sensibilité, etc., qu'on peut obtenir.

Certificat d'essai du radio-micromètre de Boys

La face noireie d'un décimètre cube rempli d'eau à la température de 95° C., et placée à une distance de 50 centimètres de l'instrument, produit une déviation de 8^m,2 sur une échelle située à une distance de 100 centimètres.

Température du local = 22° C.

Période complète (dans un champ non magnétique) = 5,3 secondes.

Temps pour la lecture d'une déviation fixe dans le champ = 9 secondes (environ).

Temps pour arriver au repos = 9 secondes (environ).

Plaque réceptrice, constituée par une feuille de cuivre noireie de 3 × 2 millimètres.

N.-B. — Les indications ci-dessus ne sont qu'approximatives et sont destinées à servir de guide dans le but de voir si l'instrument opère convenablement.

PRIX

303/33311. — Radio-micromètre de Boys, complet, comme illustré par la figure 28. 396 fr. Delfour.

(Poids net : 10 kg.)

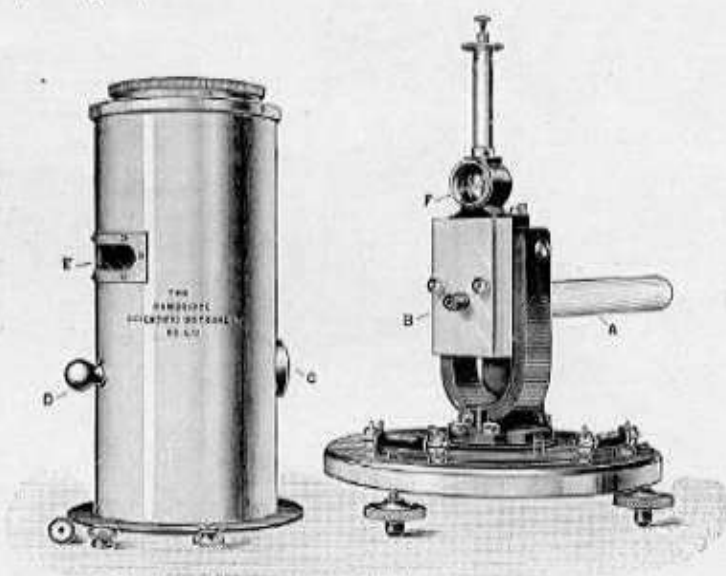


FIG. 28. — 1/3 de la vraie grandeur.

LE MELDOMÈTRE DE JOLY

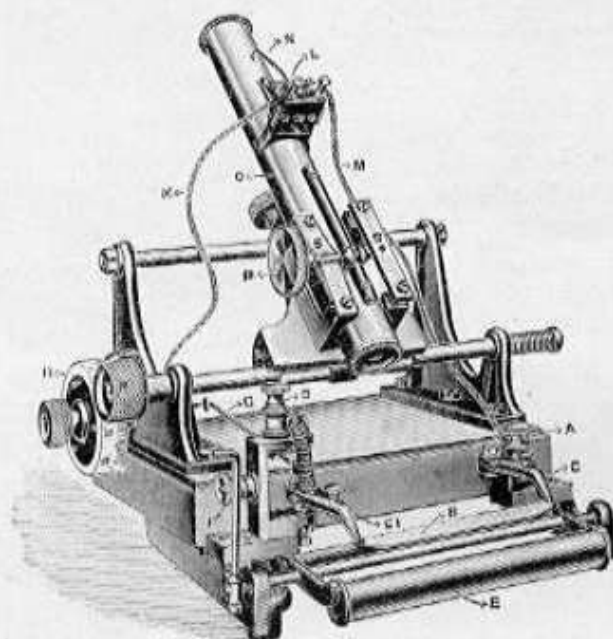


Fig. 29. — Meldomètre de Joly.

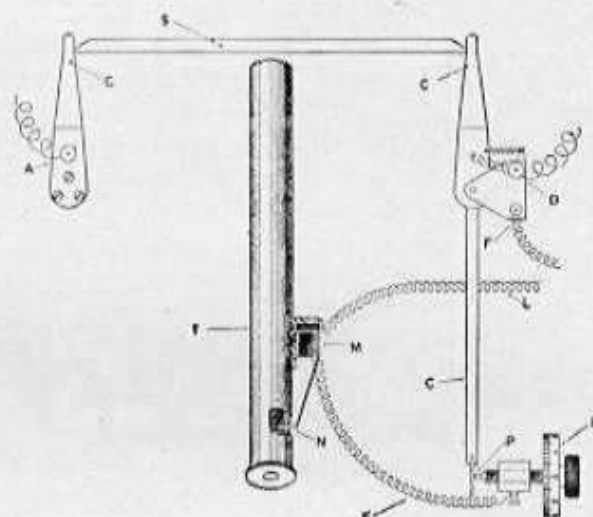


Fig. 30. — Diagramme des parties essentielles du meldomètre de Joly.

Cet instrument fut primitivement créé par le professeur Joly F. R. S. pour déterminer les points de fusion des minéraux, des métaux, etc. L'avantage spécial de l'instrument est qu'il n'exige qu'une très petite quantité de la substance dont le point de fusion est à déterminer, et c'est pourquoi cette substance peut être obtenue à un degré élevé de pureté; on, dans le cas des minéraux, on peut détacher des fragments des échantillons de collections sans détruire leur valeur.

L'instrument est basé sur la dilatation linéaire d'une bande de platine avec la température. La substance à examiner est placée dans le centre de la bande de platine qui est chauffée par un courant électrique jusqu'à ce que la substance fonde. La longueur de la bande au moment de la fusion est une mesure de la température qu'elle a atteinte et par suite indique le point de fusion de la substance.

La bande de platine et la substance à fondre sont protégées des courants d'air par un chapeau. Le microscope employé pour examiner la substance est muni d'un mécanisme à mouvement lent système Lucas breveté. Au moyen d'une vis micrométrique, il est possible de mesurer la dilatation de la bande à 0^{mm},0005 et par conséquent de détecter des différences de température de 1° à 1.000° C.

Un courant d'environ 6 ampères est nécessaire pour obtenir une température de 1.400° C.

Avantages spéciaux:

- 1° Les opérations sont simples;
 - 2° Il ne demande qu'une très petite quantité d'échantillon, de sorte que ce dernier peut être obtenu dans un grand état de pureté, et l'on peut même déterminer le point de fusion d'échantillons de collections sans altérer la valeur de ces échantillons;
 - 3° L'instrument est précis et permet de travailler vite;
 - 4° Il est très sensible. On peut déterminer des différences de température de 1° C. à 1.000° C.
- Une description complète de cet instrument est donnée dans notre notice spéciale n° 81 F.

PRIX

303/33911. — Meldomètre de Joly, complet, avec trois bandes de platine de rechange.	660 fr.	Defrayer.
303/39911. — Rhéostat universel approprié à l'usage du meldomètre avec réglage fin donnant une régulation complète du courant à toute température	80 fr.	Defrayer.
303/43991. — Accumulateur de 4 volts pour emploi avec le précédent	60 fr.	Defrayer.

LUMIÈRE

ROUE A LENTILLES

pour l'analyse des oscillations d'une étincelle électrique

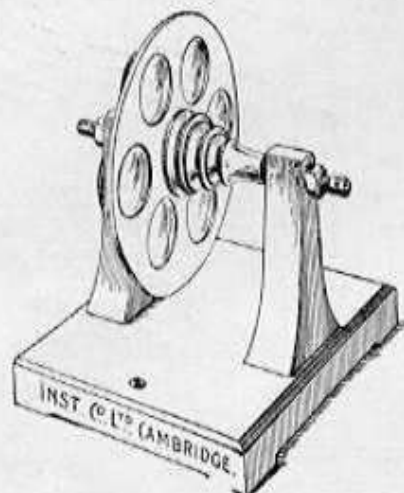


FIG. 31. — 1/4 de la vraie grandeur.

La roue est un disque en laiton contenant six lentilles achromatiques d'environ 150 millimètres de longueur focale. Les lentilles sont arrangées en trois paires, chaque paire étant opposée à une autre et à la même distance de l'axe que celle-ci, bien que les distances axiales des trois paires respectives diffèrent un peu l'une de l'autre.

L'image de l'étincelle oscillante projetée par la roue, tournant rapidement sur un écran ou une plaque photographique, prend la forme d'un chapelet.

Si la plaque est assez large pour prendre un arc de 60°, l'enregistrement complet de l'étincelle sera trouvé sur celle-ci. Une poulie avec gorges en forme de V est disposée sur l'arbre au moyen duquel la roue est mise en rotation. Voir « Notes sur l'étincelle électrique oscillante », par G.-V. Boys F. R. S., dans *Phil. Magazine* de septembre 1890.

PRIX

303/34211. — Roue à lentilles comme décrite ci-dessus et illustrée par la figure 31.
(Poids net : 7 kg.) 160 fr. Delapsed.

SPECTROMÈTRE DE LABORATOIRE DE CONSTRUCTION EXCEPTIONNELLEMENT RIGIDE

à fente réglable, avec prisme de comparaison ;
le colimateur et le télescope ont un champ
de 25° et ont des réglages fins de colimateur.

Le télescope a un mode de fixation et un mouvement lent azimuthal, avec vernier pour lectures à une minute près sur un cercle de 164 millimètres de diamètre. La colimation du télescope ne peut être troublée par la mise au point de l'oculaire.

La table du prisme a des vis de nivellement indépendantes montées sur un cercle azimuthal permettant des lectures en degrés.

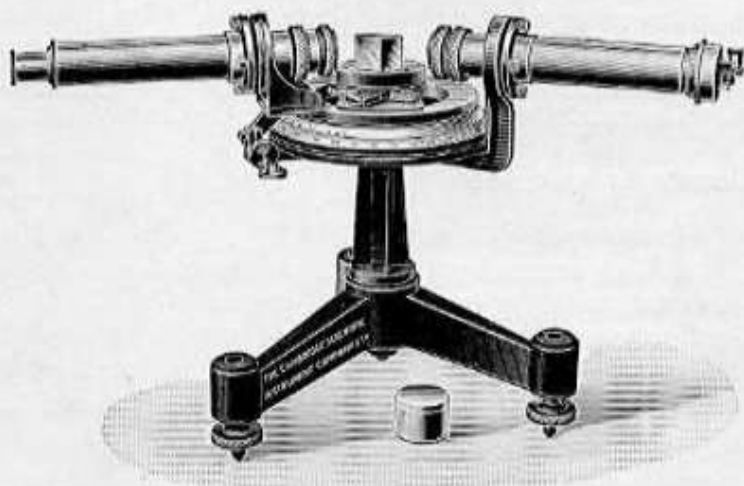


FIG. 32. — 1/6 de la vraie grandeur.

PRIX

303/34221. — Spectromètre de laboratoire, complet, comme illustré dans la figure 32 avec prisme en flint de 35° de face, (Poids net : 11 kg.) 565 fr. Delator.
303/34222. — Spectromètre de laboratoire, comme le précédent, mais sans prisme. 530 fr. Delectable.

BANC OPTIQUE (Voir fig. 33)

Le bâti est en fonte et très rigide. Sur les guides, qui sont grattés avec soin, on peut faire glisser les supports à colonnes et on peut les fixer géométriquement. Les trois principales colonnes sont réglables verticalement au moyen de vis à pas ouvert et ont une fixation géométrique. Deux montures rotatives avec blocage et mouvement lent sont prévues pour ces trois colonnes, l'une d'elles est réglable transversalement sur le bâti. Le banc est fourni avec un oculaire de Fresnel muni d'un tambour micrométrique permettant de faire des lectures à $0^{\text{mm}},005$, une fente avec un réglage se centrant lui-même, un biprisme de Fresnel, sept coulisseaux pour expériences de diffraction, une quatrième colonne portant un support à lentilles, une lampe électrique à incandescence et un brûleur à gaz. (Poids net : 48 kg.)

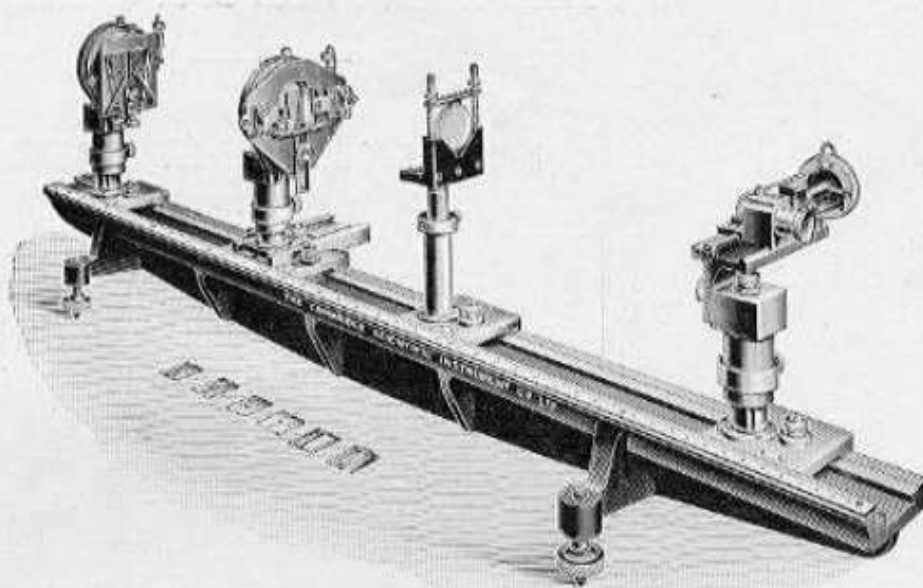


FIG. 33. — 1/10 de la vraie grandeur.

PRIX

303/34411. — Banc optique, comme décrit ci-dessus et illustré par la figure 33. . . 1.590 fr. *Delegate.*

MIROIRS DE FRESNEL

en verre noir

Les faces réfléchissantes s'étendent jusqu'à leur ligne d'intersection et la rotation du miroir réglable se fait précisément sur cette ligne. Cela évite les réglages ennuyeux et se fait automatiquement. Un des miroirs peut être incliné au moyen d'une vis micrométrique ayant un pas d'un demi-millimètre avec tête divisée.

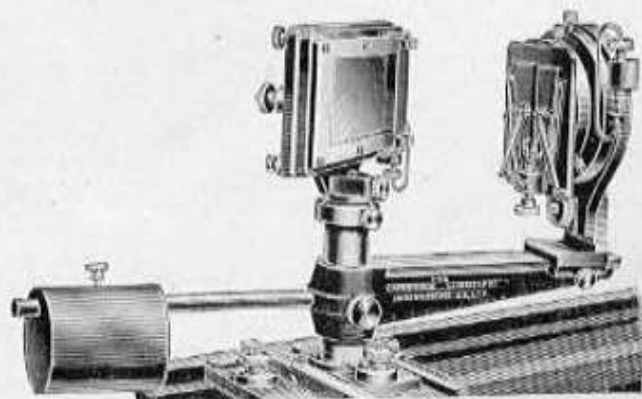


FIG. 34. — Montrant fente réglable et une partie du banc optique. 1/5 de la vraie grandeur.

PRIX

303/34412. — Miroirs de Fresnel arrangés pour être montés sur une des colonnes du banc optique et complets avec bras-support, contrepoids et pièce angulaire pour porter la fente, cette dernière est comprise dans le banc optique (voir fig. 34). 416 fr. *Delighter.*

303/34413. — Miroirs de Fresnel sans bras-support mais montés sur un support, à trois pieds séparé 312 fr. *Delver.*

MAGNÉTISME

MAGNÉTOMÈTRE D'ÉTUDIANTS

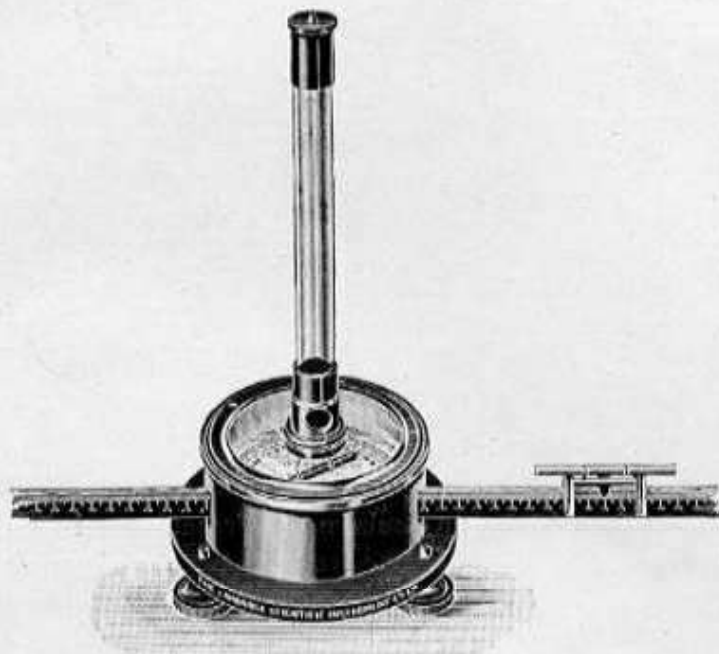


FIG. 35. — 1/5 de la vraie grandeur.

Une boîte rectangulaire en bois munie de fenêtres amovibles est supportée par trois vis calantes et est traversée par une échelle en bois de 100 centimètres de longueur divisée en millimètres. Un support pour un aimant à déviation est disposé avec une aiguille pour la lecture de sa position. L'aimant déviable est suspendu dans un étrier en laiton, une aiguille est fixée au-dessous et juste au-dessus de l'échelle. La suspension est facile à renouveler. Un miroir est prévu pour des observations avec un télescope et une échelle, si on le désire. La construction de l'instrument a été perfectionnée depuis que la figure a été faite. (Poids net : 3 kg.)

PRIX

303/36111. — Magnétomètre pour étudiants, comme décrit ci-dessus et illustré par la figure 35.

126 fr. Delirancy.

CERCLE D'INCLINAISON

Dans une boîte en acajou avec une glace frontale et une glace de fond, monté sur une base métallique avec vis calantes et avec mouvement azimuthal lent, le cercle horizontal est divisé en degrés. L'aiguille a une longueur de 10 centimètres, les pivots sont montés sur des plans d'agate. Un releveur est installé pour arrêter l'aiguille. Le cercle vertical est divisé en degrés. (Poids net : 3 kg.)

PRIX

303/36121. — Cercle d'inclinaison comme décrit ci-dessus et représenté par la figure 36.

396 fr. Delineate.

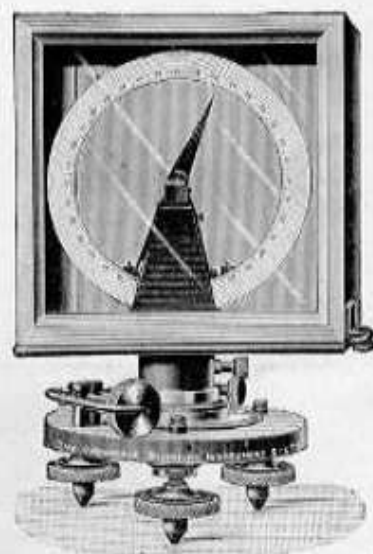


FIG. 36. — 1/4 de la vraie grandeur.

DEUXIÈME PARTIE

QUELQUES INSTRUMENTS SPÉCIAUX

INSTRUMENTS SPÉCIAUX

Ces instruments étant de construction spéciale, les prix n'en sont pas tarifés.

Sur demande, nous soumettrons devis de fourniture de ces appareils ou de tout autre de type spécial.

CERCLE D'INCLINAISON

Cercle d'inclinaison, modèle de Kew sur trépied en laiton avec vis calantes, mouvement lent azimuthal avec lectures sur vernier à 1 minute près. L'aiguille est enfermée dans une boîte en verre étanche à l'air, et, quand on l'emploie, elle repose par ses pivots sur des couteaux en agate.

Son inclinaison est observée au moyen de deux microscopes dont la position est lue à 30 secondes près sur des verniers placés sur un cercle vertical.

Deux aimants en forme de barres et l'appareil pour tenir l'aiguille aux fins d'aimantation sont fournis. Le tout est enfermé dans une boîte en acajou.

INDUCTEUR D'INCLINAISON

Une bobine de cuivre est disposée de telle façon qu'elle puisse tourner autour d'un axe dans son plan de symétrie. Les extrémités de la bobine sont respectivement connectées aux segments d'un commutateur en deux parties, sur lequel reposent deux paires de balais. La force électromotrice qui provient de la rotation de la bobine ne disparaît aux balais que lorsque l'axe de rotation est parallèle au champ magnétique dans lequel l'instrument est situé. Un anneau dans lequel les tourillons de la bobine sont placés a des mouvements rapides et lents suivant les azimuths et en hauteur, de sorte que les réglages nécessaires sont faits facilement, les positions pour lesquelles la force électromotrice nulle est obtenue sont indiquées par un galvanomètre sensible connecté par un commutateur convenable à l'une ou l'autre paire de balais, à volonté.

Le cercle azimuthal permet des lectures à une minute près ; le cercle d'inclinaison à 20 secondes près. Sur les quatre lectures indépendantes qu'on peut obtenir, les petites erreurs qui peuvent se produire par raison d'asymétrie sont faciles à éliminer.

INDUCTEUR D'INCLINAISON

MODÈLE SPÉCIAL

Nous avons récemment construit un instrument perfectionné pour l'Observatoire Royal de Greenwich. Cet instrument est muni de deux cercles de 200 mm. de diamètre permettant des lectures à 2 secondes près à l'aide de deux microscopes à micromètre montés sur chaque cercle. Cet inducteur est pourvu d'un miroir réglable qui permet d'ajuster les différents axes de l'instrument à angles droits au moyen d'un collimateur. Un dispositif spécial de mise en marche a été également prévu pour faire tourner la bobine sans soumettre l'instrument à aucun effort ; toutes les forces sont en équilibre parfait. Les balais ainsi que le commutateur sont interchangeables, et d'autres améliorations générales ont été apportées à l'instrument dans son ensemble. La fonte et les autres matières ont été spécialement choisies et réalisées dans le but de les avoir non magnétiques.

SPECTRO-HÉLIOGRAPHE

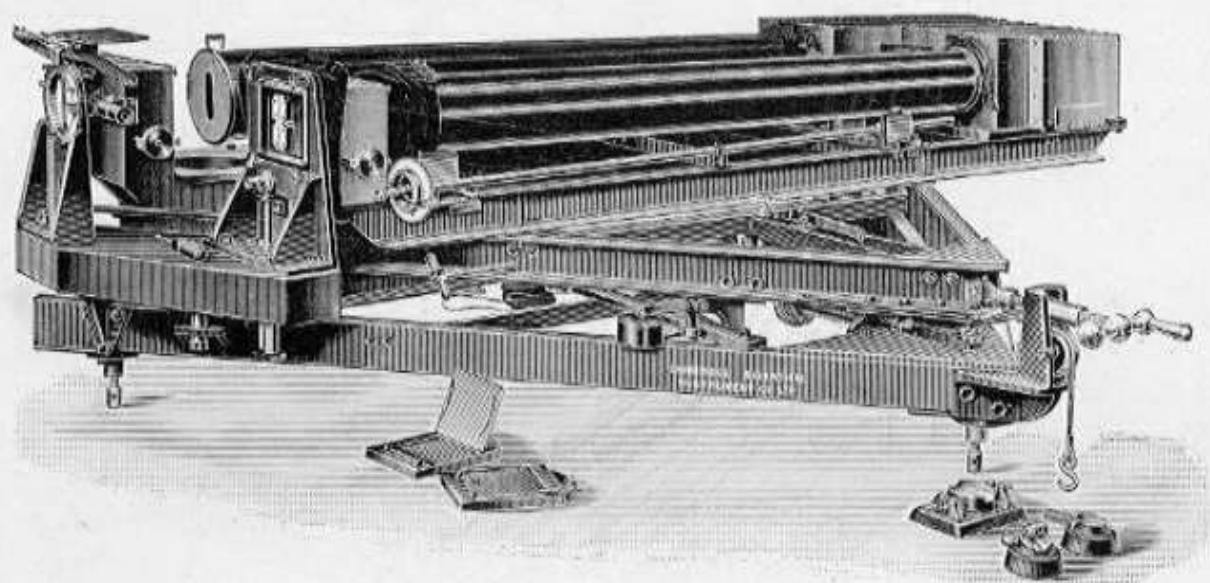


FIG. 37. — 1/16 de la vraie grandeur.

Le spectro-héliographe illustré par la figure 37 fut primitivement construit pour l'Observatoire de physique solaire de Kodaikanal (Indes du Sud). Il est basé sur le principe bien connu de la photographie monochromatique du disque solaire. Au moyen d'un sidérostas, le faisceau solaire est dirigé sur un objectif photo-visuel de Cooke de 30 centimètres ayant 6 mètres de distance focale, qui donne une première image du soleil d'environ 5^{mm},5 de diamètre. L'image primaire est disposée dans le plan d'une fente primaire et la lumière qui passe à travers la fente est rendue parallèle au moyen d'une lentille objectif et dispersée par deux prismes en flint ayant un angle de 60°, la hauteur des prismes est d'environ 10 centimètres et la base de chacun d'eux est un triangle équilatéral d'environ 15 centimètres de côté. Le faisceau dispersé est renvoyé parallèlement à sa direction première au moyen d'un miroir plan, un second objectif de même longueur focale que le premier est employé pour condenser encore le faisceau à son foyer. Quand on désire travailler avec une plus grande dispersion que l'on ne peut atteindre au moyen des deux prismes, le miroir plan précité est remplacé par un réseau plan. Tous les réglages de l'instrument ont des lectures micrométriques et sont accessibles de la même position prise par l'opérateur.

MICROMÈTRE ASTRONOMIQUE

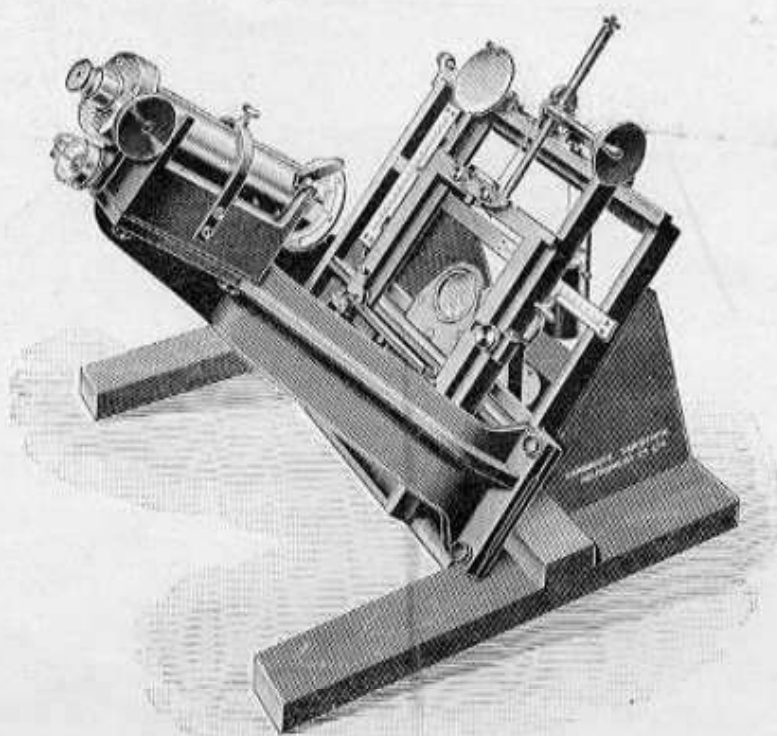


FIG. 38. — 1/8 de la vraie grandeur.

Cet instrument est une forme modifiée de celui primitivement imaginé par M. A.-R. Hinks et fourni par nous à l'Observatoire de l'Université de Cambridge (Angleterre). Sa fonction est de déterminer les coordonnées exactes des étoiles ou des autres objets célestes sur une plaque photographique de 16×16 centimètres imprimée avec un réseau étalon. La plaque est montée sur un cadre qui permet de la déplacer dans son plan et parallèlement à l'une ou l'autre des séries de lignes de réseau, à volonté. Un microscope est solidement porté par un bras attaché au petit cadre et sert à l'examen de la photographie. L'objectif du microscope est arrangé de façon à produire des grossissements unitaires, un dispositif spécial est prévu pour obtenir ce résultat ; ainsi, dans le second plan focal de l'objectif, une image réelle de la plaque photographique portant le réseau est projetée. Dans ce plan focal, il y a également une échelle finement divisée qui sert à mesurer à $0^{\text{mm}},03$ près la distance de chaque image d'étoile à la ligne la plus proche du réseau.

Enfin les fractions de $0^{\text{mm}},03$ sont mesurées en déplaçant l'échelle dans le plan focal au moyen d'une vis fine à tête micrométrique. Les lignes du réseau sont généralement distantes de 5 millimètres, de sorte que les coordonnées de l'image de l'étoile sont lues à 5 millimètres près au moyen de ce réseau et à $0^{\text{mm}},03$ près au moyen de l'échelle dans le plan focal secondaire et enfin en fractions de $0^{\text{mm}},03$ au moyen de la vis micrométrique. Cette disposition a paru susceptible d'un très haut degré d'exactitude, des erreurs quelconques du pas dans la vis micrométrique n'affectant qu'un petit terme dans les coordonnées observées (moins de $0^{\text{mm}},05$). Les erreurs de cet instrument ont été trouvées inappréciables (voir « The Cambridge Machine for measuring celestial photographs » by A.-R. Hinks, *Monthly notices, Royal astronomical Society*, vol. LXI, p 444).

MACHINE A MESURER LES VIS

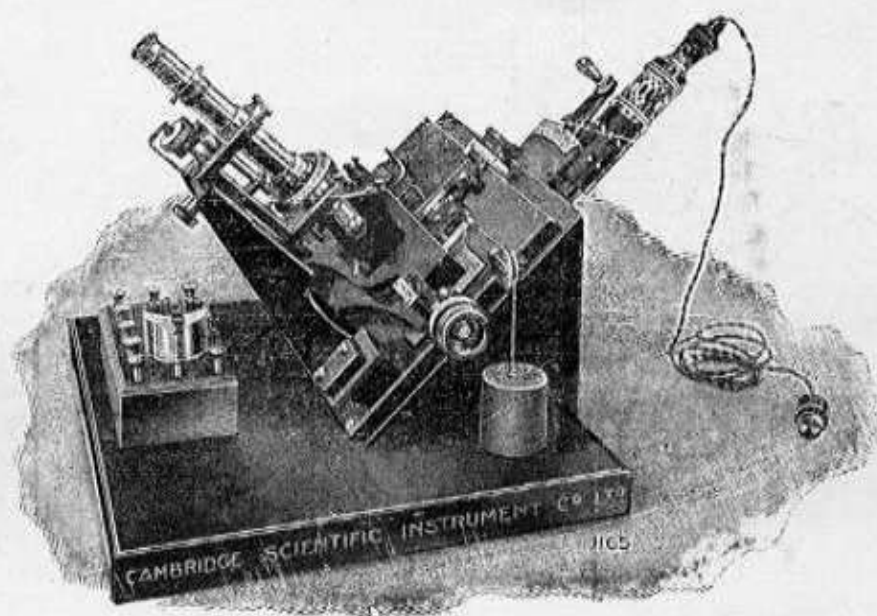


Fig. 39.

La machine a été créée pour la vérification micrométrique de la précision avec laquelle les vis et tarauds du commerce, ayant un diamètre jusqu'à 32 millimètres, sont construits.

Les éléments que l'on peut directement mesurer pour des vis et des tarauds donnés sont les suivants :

- 1° Le diamètre extérieur ;
- 2° Le diamètre à fond de filet ;
- 3° Le pas, auquel l'on doit ajouter, dans le cas des filets en V, « le diamètre effectif », c'est-à-dire, le diamètre moyen de la surface gauche du filet ;
- 4° L'inclinaison du flanc du V.

En outre, les diverses inégalités auxquelles les filets de vis sont sujets peuvent être décelées et mesurées : par exemple, irrégularité du pas, variation du diamètre extérieur et profondeur du filet.

Des machines ont été fournies aux firmes et institutions suivantes :

- Le Laboratoire national de physique d'Angleterre.
- Le Gouvernement impérial japonais.
- L'Automatic Standard Screw Company, à Halifax, Angleterre.
- MM. Niles-Bement-Pond Company Ltd, à New-York.
- MM. Ludwig Loewe et C^o, à Berlin.
- L'Inspecteur en chef des armes portatives, Enfield, Angleterre.
- MM. Guest, Keen and Nettlefold, Birmingham, Angleterre.
- La Fabrique des armes portatives, Lithgow, Australie.
- MM. Vickers Ltd., Erith, Angleterre.

MACHINES A DIVISER

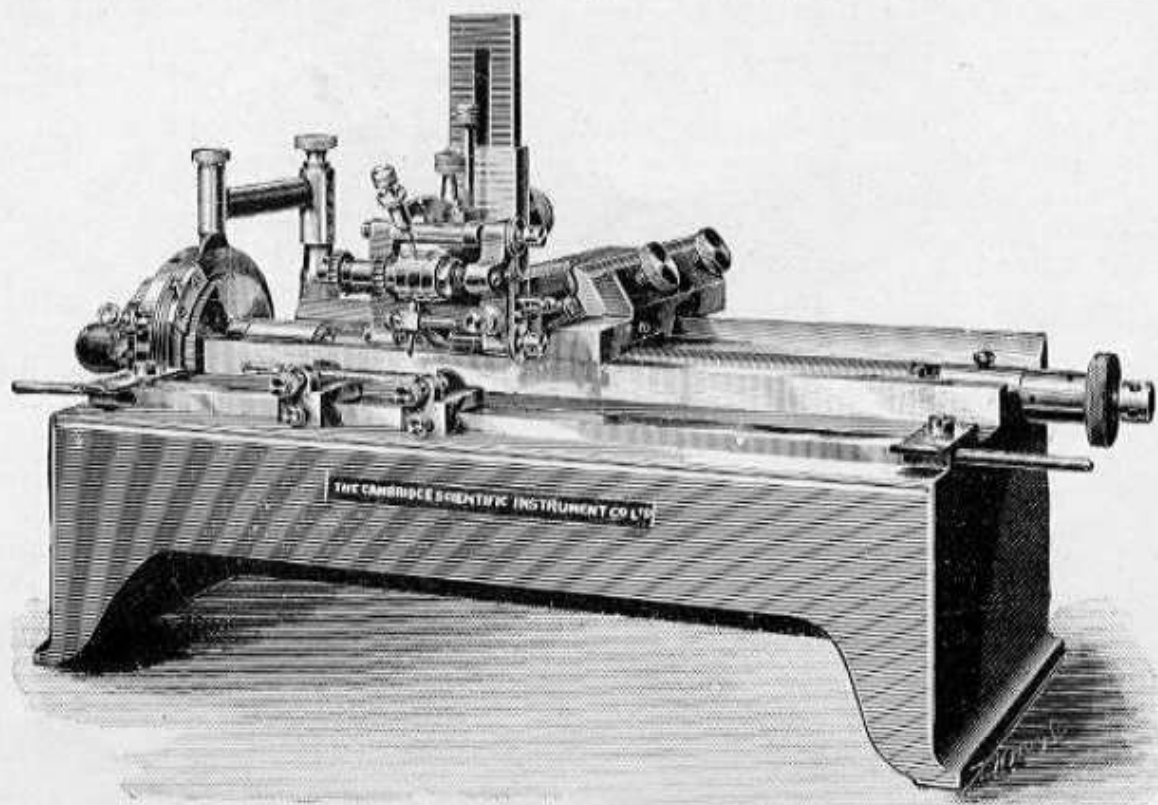


FIG. 40.

Machines à diviser pour faire des échelles droites de n'importe quelle longueur jusqu'à 100 centimètres. La vis a un pas de 1 millimètre et passe à travers un chariot coulissant qui porte une pointe à graver. L'écrou en métal à canon est monté sur charnière et est fendu en deux de façon à être aisément dégagé de la vis pour permettre un déplacement rapide. Le bâti et les accessoires sont spécialement rigides. Des brides spéciales pour fixer les tubes de thermomètre et de baromètre et les échelles plates sont fournies. Le tambour micrométrique est divisé en 200 parties, des longueurs peuvent ainsi être mesurées à 0^{mm},004 près.

APPAREIL POUR MESURES D'AFFAISSEMENTS

Appareil de mesure d'affaissements pour rechercher de mois en mois l'affaissement lent d'une construction ou le progrès d'une faille géologique. La partie essentielle de l'appareil est une auge remplie d'eau et dont la surface est libre. Si la température du liquide est à peu près uniforme, la surface du liquide est de niveau. Un micromètre spécial peut être fixé géométriquement sur des tables solidement bâties dans le mur au-dessus de l'auge; la vis micrométrique est alors avancée jusqu'à ce que sa pointe fasse juste contact avec la surface du liquide, et on fait la lecture sur toutes les tables. Si une série semblable d'observations est faite à une date postérieure, il est évident que le mouvement vertical des tables peut être déterminé.

A titre d'exemple, quatre tables peuvent être fixées en des points se trouvant approximativement en ligne droite, les deux médianes sont assez près l'une de l'autre et placées de part et d'autre d'une fissure de l'édifice. Les lectures effectuées de temps en temps peuvent être convenablement combinées de façon à établir une distinction entre le développement d'une fente et l'inclinaison totale d'un édifice considérée dans son ensemble.

Un appareil de ce type a été installé dans une cathédrale et a servi à des observations pendant quelques années. On a fait également une installation pour mesurer le mouvement d'une faille géologique.

TROISIÈME PARTIE

GALVANOMÈTRES, ETC.

GALVANOMÈTRES

A vrai dire, un galvanomètre devrait être spécialement construit pour répondre aux exigences du genre de travaux pour lesquels il est nécessaire. Mais ce serait là une question des plus sérieuses, car il faudrait combiner tant d'appareils et il en découlerait de telles dépenses qu'on est absolument obligé d'adopter un petit nombre de créations types et de les adapter aussi complètement que possible à plusieurs exigences.

Lors de la création des instruments décrits dans ce présent opuscule, on a très attentivement pris en considération les usages variés auxquels les galvanomètres sont soumis avec, pour but, que, pour la plupart des genres de travaux, il soit possible de trouver un instrument qui réponde aux conditions exigées de lui. Toutefois, il ne faut jamais perdre de vue que le galvanomètre le plus approprié n'est, tout au plus, qu'un compromis. S'il a une sensibilité extrêmement élevée, il n'aura la plupart du temps que des qualités relativement faibles de maintien de son zéro, et ce sont ces qualités et ces défauts qu'il faut considérer avant de faire un choix.

Facteur de mérite. — En indiquant les caractéristiques des divers galvanomètres décrits dans cet opuscule, en vue de comparer ces derniers, nous faisons usage d'un « facteur de mérite » basé sur les résultats des recherches de MM. Ayrton et Mather¹, qui trouvèrent que la sensibilité d'un galvanomètre est inversement proportionnelle à : 1° la racine carrée du temps de la période (sans amortissement, exprimé en secondes) quand la période est modifiée par la modification du *contrôle de la force de commande* ; 2° à la racine carrée de la résistance, le volume de la bobine étant constant (ou pour de larges limites de résistance, plus exactement à la puissance 2/5 de la résistance), c'est-à-dire :

$$E = \frac{100 \times D}{T^2 R^{0.4}}$$

formule dans laquelle :

E est le facteur de mérite ;

D, la déviation en millimètres par micro-ampère sur une distance d'échelle de 1 mètre ;

T, le temps de la période (sans amortissement, en secondes) ;

R, la résistance du galvanomètre en ohms.

1. Voir « Galvanometers », par Ayrton et Mather, *Philos. Magazine*, n° 281, octobre 1898 et novembre 1896.

GALVANOMÈTRE AYRTON-MATHER

(Voir fig. 41)

La facilité extrême avec laquelle les « bobines mobiles » peuvent être interchangeables dans ce galvanomètre fait de lui un des instruments les plus utiles dans un laboratoire. Chaque bobine avec sa suspension est enfermée dans un tube étanche à la poussière qui peut être mis en position en quelques instants sans crainte de rompre la suspension; un dispositif à emboîtement est disposé sur chaque tube. Les bobines sont enroulées avec un fil d'argent spécial non magnétique et sont traitées par un procédé chimique spécial pour éliminer toute trace de substance magnétique dans l'enveloppe en soie qui couvre le fil ou le moule sur lequel il est enroulé.

Système optique. — Tous les soins sont pris pour rendre ce système aussi parfait que possible. Les galvanomètres sont munis de miroirs concaves de 10 millimètres de diamètre et de 1 mètre de rayon (pour une distance d'échelle de 1 mètre), à moins qu'on ne nous ait donné des indications contraires. Sur demande, on peut fournir des miroirs de 2 mètres de rayon ou des miroirs plans qui peuvent être disposés pour l'emploi avec un télescope au lieu d'une lampe.

Insensibilité aux champs magnétiques externes. — Comme la bobine mobile est placée entre les pôles d'un aimant permanent puissant, l'instrument est à peu près insensible aux champs magnétiques externes.

Sensibilité. — Les données de sensibilité de quelques galvanomètres Ayrton-Mather récemment construits sont indiquées dans le tableau ci-après :

RÉSISTANCE DE LA BOBINE	PÉRIODE EN SECONDES	DÉVIATION EN MILLIM. ¹ PAR MICRO-AMP.	FACTEUR DE MÉRITE
7,0 ohms	8,0	139	100
20,5 —	7,6	272	140
153, —	7,5	865	195
375, —	5,0	1.010	375

1. Distance d'échelle de 1 mètre.

Avantages spéciaux :

- 1° Extrêmement sensible;
- 2° Pratiquement inaltéré par les champs magnétiques extérieurs;
- 3° Des bobines de résistance et de période, etc., différentes peuvent être interchangeables rapidement;
- 4° Muni d'un large miroir (10 millimètres de diamètre) donnant un spot brillant.

PRIX

303/41111. — Galvanomètre complet avec bobine, ayant une résistance de 20 ohms, suspension en argent doré, miroir opérant à une distance de 100 cm, diamètre 10 mm, ...	218 fr.	<i>Deliquate.</i>
303/41112. — Galvanomètre complet avec tête de torsion, munie d'une vis tangente.	245 fr.	<i>Deluder.</i>
Bobines de galvanomètre placées dans des tubes de suspension étanches à la poussière et prêtes à être introduites dans le champ galvanométrique :		
303/41113. — Résistance de la bobine environ 5 ohms, ...	140 fr.	<i>Deluge.</i>
303/41114. — Résistance d° 20 ohms, ...	140 fr.	<i>Demain.</i>
303/41115. — Résistance d° 150 ohms, ...	146 fr.	<i>Demagogue.</i>
303/41116. — Résistance d° 400 ohms, ...	150 fr.	<i>Demerge.</i>
303/41117. — Carcasse seule, ...	78 fr.	<i>Democracy.</i>
303/41118. — Dispositif avec vis tangente seul, ...	27 fr.	<i>Demolish.</i>

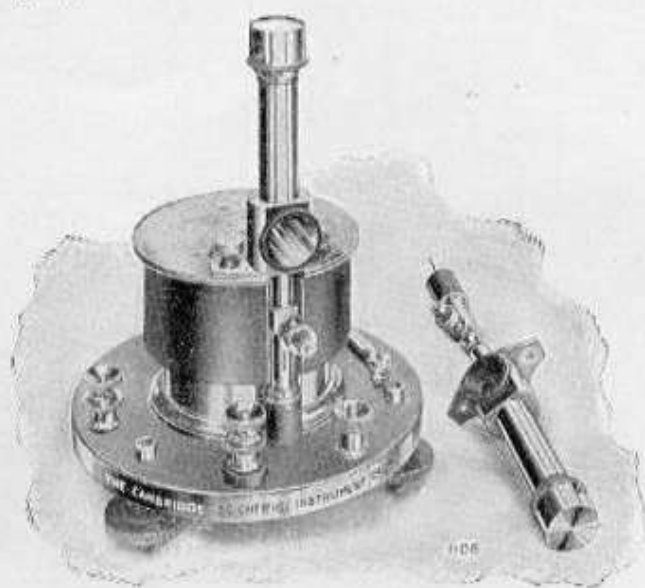


FIG. 41.

GALVANOMÈTRE AYRTON-MATHER

(Voir fig. 42)

(Modèle à courte période)

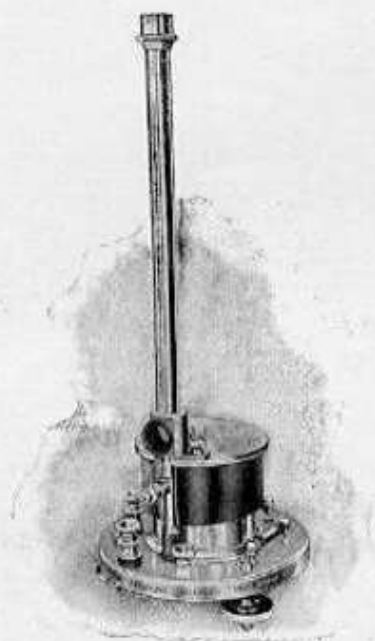


FIG. 42.

Ce galvanomètre diffère légèrement du type ordinaire du galvanomètre Ayrton-Mather; sa suspension est beaucoup plus longue, l'inertie de la bobine est également beaucoup plus faible, et il en résulte qu'avec la même sensibilité élevée, il a une très courte période (2 à 3 secondes).

Comme dans le type ordinaire, le tube de suspension peut être facilement enlevé pour le placement des autres tubes contenant des bobines de résistance différente. Les suspensions du type ordinaire peuvent également être fixées. Un dispositif convenable pour maintenir le système mobile est prévu dans le but d'éviter tous risques de dommages pendant le changement des suspensions.

Ce galvanomètre peut être employé en circuits de très faible résistance sans provoquer un amortissement excessif, ce qui est un point important quand on a besoin d'un galvanomètre dans un circuit, par exemple avec un potentiomètre de faible résistance.

Sensibilité. — Nous donnons ci-après quelques caractéristiques récemment obtenues avec ces galvanomètres :

RÉSISTANCE DES BOBINES	PÉRIODE EN SECONDES	DÉVIATION EN MILLIM. ¹ PAR MICRO-AMP.	FACTEUR DE MÉRITE
164 ohms.	3,1	500	675
275 —	2,8	550	744

1. Avec l'échelle à une distance de 1 mètre.

303/41121. — Galvanomètre complet avec bobine ayant une résistance normale, période 2 à 3 secondes, suspension en argent doré avec miroir plan et lentille pour opérer avec échelle à la distance de 1 mètre.....

290 fr.

Demestre.

303/41122. — Galvanomètre complet avec tête tangente.....

315 fr.

Demulcent.

Suspensions supplémentaires prêtes à être placées dans le galvanomètre :

303/41123. — Résistance de la bobine, 20 ohms

212 fr.

Demurrer.

303/41124. — — — 100 ohms

212 fr.

Denominate.

303/41125. — — — 150 ohms

212 fr.

Denotable.

303/41126. — — — 250 ohms

212 fr.

Denounceer.

303/41117. — Carcasse seule.....

78 fr.

Dentition.

303/41118. — Dispositif avec vis à tangente seul

27 fr.

Deodand.

GALVANOMÈTRE A BOBINE MOBILE MONTÉ SUR PIVOTS



FIG. 43.

Ce galvanomètre est du modèle de d'Arsonval monté sur pivots et est muni d'une aiguille. Il comporte une échelle et un miroir placé derrière cette aiguille de façon à éviter les erreurs de parallaxe quand on relève la position de l'aiguille sur la graduation.

La construction de l'instrument est très rigide et, comme on n'emploie pas de suspension, il est extrêmement robuste.

De plus, comme les parties mobiles sont équilibrées d'une façon parfaite, l'instrument n'a pas besoin d'être nivelé et peut être employé sur une table ordinaire.

Echelles. — Cet instrument est réglé pour une sensibilité déterminée et peut être fourni avec un certain nombre d'échelles différentes. Il peut être construit soit comme millivoltmètre, soit comme milliampèremètre. Les échelles suivantes sont celles que nous adoptons normalement, nous pouvons en établir d'autres sur demande moyennant un petit supplément de prix.

PRIX

MILLIVOLTMÈTRES

303/44161	Échelle de 0 à 10 millivolts,	} chaque.....	220 fr.	Depictore.
303/44162	— 0 15 —			Deport.
303/44163	— 0 25 —			Deplume.
303/44164	— 0 50 —			Deprédator.

MILLIAMPÈREMÈTRES

303/41171	— 0 0,25 milliampères	} chaque.....	230 fr.	Derogate.
303/41161	— 0 à 1 milliampère,			Derelict.
303/41162	— 0 2 —			Derisory.
303/41163	— 0 5 —			Depriver.
303/41164	— 0 10 milliampères			Deputy.

Chacun de ces instruments peut être muni d'une troisième borne et gradué pour une seconde échelle (milliampères ou millivolts), moyennant un supplément de prix de..... 53 fr.

Nous venons de perfectionner un nouveau modèle de ce galvanomètre dont tous détails seront envoyés sur demande.

GALVANOMÈTRE ENREGISTREUR (ENREGISTREUR A FIL)

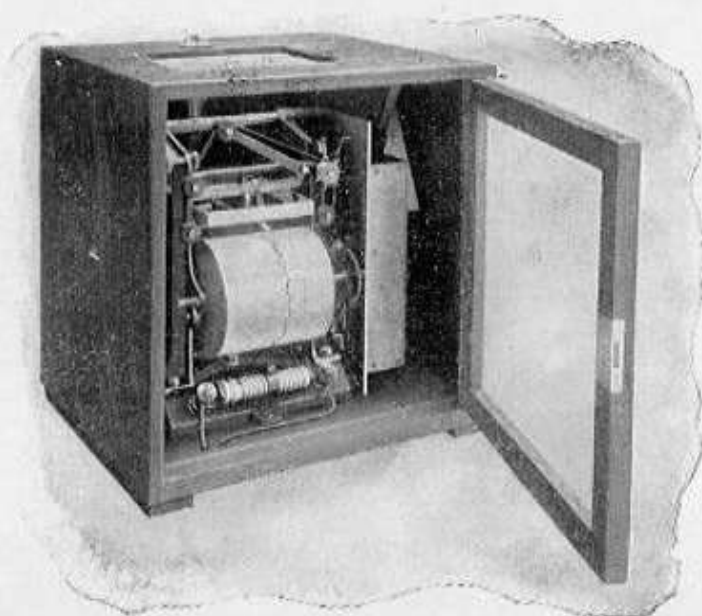


FIG. 44.

Cet instrument, très connu comme « enregistreur à fil », est arrangé pour donner une série d'enregistrements des déviations instantanées d'un galvanomètre. Une aiguille attachée à la bobine du galvanomètre peut osciller librement et prend sa position naturelle; après quoi elle est abaissée par un mouvement d'horlogerie toutes les minutes ou les demi-minutes et elle appuie un fil encré sur un rouleau de papier en mouvement. Grâce à cette méthode, on obtient des enregistrements continus et visibles des déviations du galvanomètre en même temps qu'on évite le frottement des plumes.

Au moyen de deux dispositions des vitesses, le tambour peut faire une révolution soit dans 25 heures, soit dans 2 heures 3 minutes. Le galvanomètre, qui est du type d'Arsonval, est réglé de telle façon que ses déviations suivent la loi des « tangentes », et l'agencement général est tel que l'on peut employer des papiers d'enregistrement avec coordonnées rectangulaires à échelle uniforme.

L'instrument est muni d'une glace frontale de façon qu'on puisse lire les déviations actuelles et celles des heures précédentes. Nous construisons également un « Enregistreur à double enregistrement » qui comprend deux galvanomètres montés côte à côte et qui font leur enregistrement sur une feuille qui a une largeur double de la feuille ordinaire.

Échelles. — Cet instrument peut être fourni avec un réglage pour une échelle depuis 1 millivolt ou 0,1 milliampère et au-dessus.

PRIX

303/41181. — Enregistreur à fil, modèle simple, réglé pour n'importe quelle échelle en millivolts (ou milliampères), complet, avec 100 feuilles d'enregistrement,.....	725 fr.	<i>Descender.</i>
303/41186. — Feuilles d'enregistrement pour emploi avec enregistreur à fil simple, par 100 francs,.....	5 fr.	<i>Desiccant.</i>
303/41191. — Enregistreur à double enregistrement donnant deux tracés sur la même feuille de largeur double, y compris 100 feuilles,.....	1.060 fr.	<i>Desolater.</i>
303/41196. — Feuilles d'enregistrement pour emploi avec un enregistreur à double enregistrement, par 100,.....	7 fr.	<i>Desperard.</i>

GALVANOMÈTRE DE PASCHEN

Cet instrument, que la figure 45 montre avec son couvercle enlevé, est une forme perfectionnée du galvanomètre de Thomson. Sa construction est pratiquement celle du professeur Paschen et a fait prendre corps aux conclusions des recherches approfondies de Paschen, Wendenhall et Waidner, et Abbot.

Conformément aux dernières indications de Paschen, le système magnétique consiste en deux groupes de treize aimants arrangés alternativement sur les côtés opposés d'un tube très fin en verre, les dimensions sont telles que l'on obtient la plus grande sensibilité compatible avec les autres qualités désirables. Le système mobile complet pèse seulement 30 milligrammes.

Une particularité du galvanomètre de Paschen réside dans l'enroulement des bobines qui sont arrangées par paires comme dans le galvanomètre de Thomson, mais, pour obtenir l'effet maximum pour une résistance donnée du cuivre, on emploie six dimensions de fil, le plus petit fil est au centre et le fil le plus gros à la surface. La forme des enroulements est elliptique, ce qui permet l'emploi d'un grand nombre d'aimants et produit un champ de forme plus efficace.

Ce galvanomètre a été d'abord employé pour les mesures de radiométrie en relation avec la pile thermo-électrique de Paschen, et est extrêmement commode pour beaucoup de recherches dans lesquelles une sensibilité extrême est désirée.

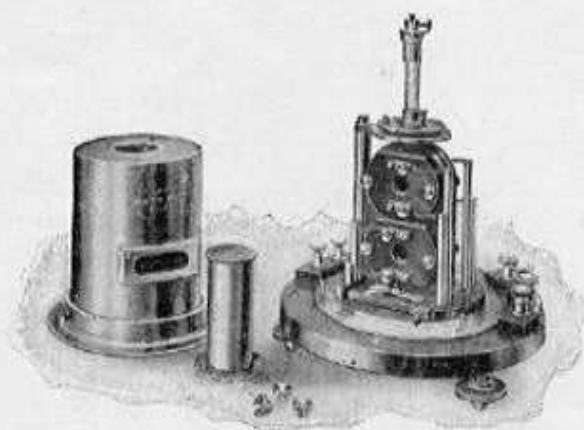


FIG. 45.

Sensibilité. — Données d'un galvanomètre récemment construit :

RÉSISTANCE DES BOBINES	PÉRIODE EN SECONDES	DÉVIATION EN MILLIM. ¹ PAR MICRO-AMP.	FACTEUR DE MÉRITE
12,23	6	8.560	8.720
3,0	6	3.900	6.980
0,75	6	2.080	6.500

¹. Distance de l'échelle, 1 mètre.

Avantages spéciaux :

- 1° Il est à peu près trente fois plus sensible qu'un galvanomètre de Broca (voir à la page 42) ;
- 2° La période peut être facilement variée au moyen de l'aimant de contrôle ;
- 3° Les boîtes à bobines de différentes résistances peuvent être interchangeables et la résistance de l'instrument peut être variée par couplage de ces bobines en série ou en parallèle ;
- 4° La position des bobines est réglable, ce qui facilite l'introduction ou l'enlèvement du système d'aimants.

PRIX

303/41211. — Galvanomètre de Paschen complet comme illustré par la figure 45. Résistance des bobines en série 12 ohms 875 fr. *Deslève,*

GALVANOMÈTRE DE BROCA

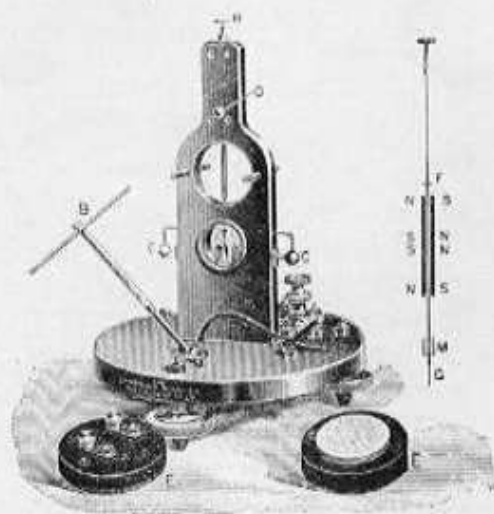


FIG. 46.

Le caractère distinctif de ce genre de galvanomètre réside dans son système mobile qui est constitué par une aiguille suspendue du type astatique. Le galvanomètre a une sensibilité qui dépend largement de l'exactitude avec laquelle la condition d'astatisme est réalisée. Le système magnétique consiste en deux fils courts placés verticalement et chacun d'eux est magnétisé de telle façon que ses deux extrémités sont de même polarité avec un pôle conséquent dans le milieu. Cet astatisme, combiné avec le rapprochement des deux aimants, met le galvanomètre à l'abri de toute perturbation due aux champs magnétiques extérieurs.

Sensibilité.— Voici les données de sensibilité de quelques galvanomètres récemment construits.

RÉSISTANCE DES BOBINES	PÉRIODE EN SECONDES	DÉVIATION EN MILLIM. ¹ PAR MICRO-AMP.	FACTEUR DE MÉRITE
8,6 ohms	10	293	124
89,1 —	10	855	142
896	10	2.480	163

1. Distance de l'échelle, 1 mètre.

Avantages particuliers :

- 1° Il est extrêmement sensible ;
- 2° La période peut être facilement changée au moyen de l'aimant de contrôle ;
- 3° L'amortissement peut être facilement changé au moyen de plateaux amortisseurs et est indépendant de la résistance dans le circuit extérieur ;
- 4° Les boîtes à bobines de différentes résistances peuvent être facilement interchangeables et la résistance de l'instrument peut alors être modifiée en connectant les bobines en série ou en parallèle.

PRIX

303/41221. — Galvanomètre de Broca, complet, comme représenté dans la fig. 46. Résistance des bobines en série 100 ohms	218 fr.	<i>Destiny.</i>
303/41223. — Bobines supplémentaires. Résistance d'une paire en série 10 ohms, par paire	40 fr.	<i>Desultory.</i>
303/41224. — Bobines supplémentaires. Résistance d'une paire en série 100 ohms, par paire	40 fr.	<i>Detainer.</i>
303/41225. — Bobines supplémentaires. Résistance d'une paire en série 1.000 ohms, par paire	40 fr.	<i>Detour.</i>
303/41222. — Carcasse de galvanomètre seul	178 fr.	<i>Devisor.</i>

LE GALVANOMÈTRE A CORDE D'EINTHOVEN

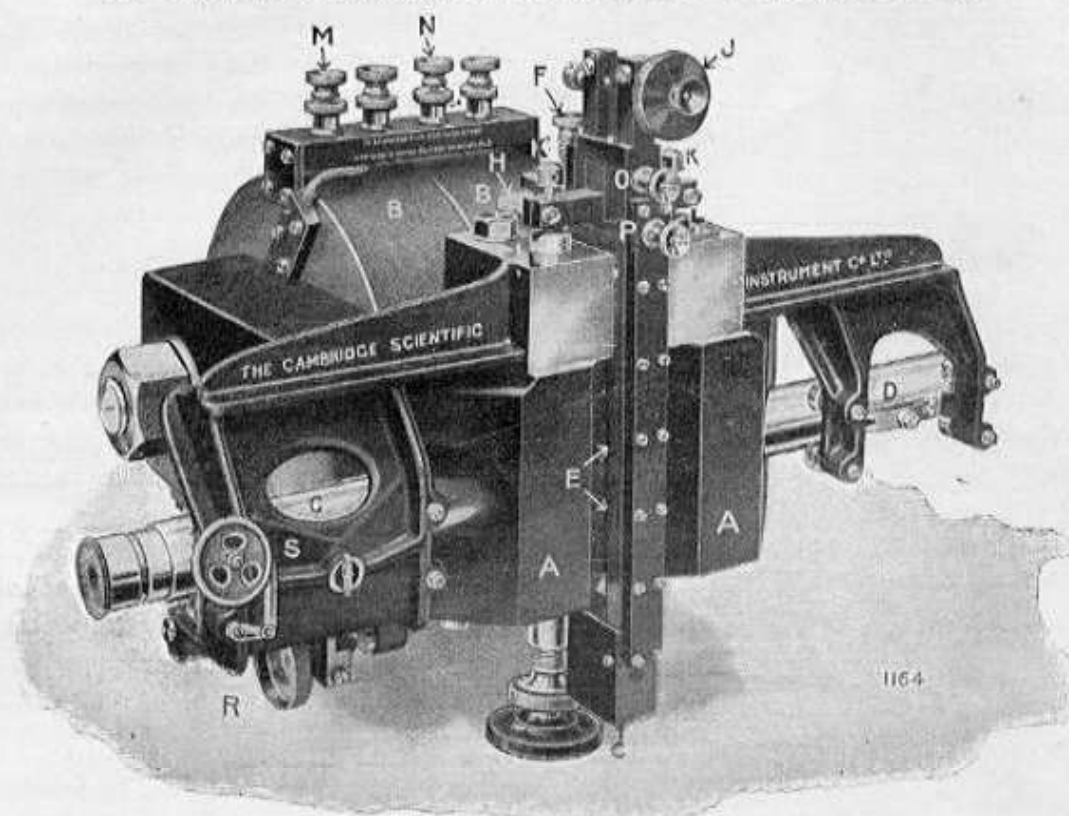


FIG. 47. — Galvanomètre à corde d'Einthoven.

Temps de la déviation : 0,01 seconde pour une sensibilité de 10 millimètres par millivolt.

Généralités. — Ce galvanomètre a été imaginé par le professeur Einthoven, de l'Université de Leyde, qui nous a autorisés à le construire. Les dessins d'exécution de cet instrument ont été dressés pour nous par M. W. Duddell, F. R. S.

Ce galvanomètre se distingue essentiellement par son type de « bobine mobile » ; la bobine est réduite à une simple « corde » ou fibre fine tendue dans l'entrefer étroit des pôles d'un électro-aimant puissant. La disposition est montrée schématiquement dans la figure 48. Quand un courant passe à travers la « corde » CC, celle-ci est déviée dans la direction de la flèche α , c'est-à-dire, à angle droit par rapport au champ magnétique NS.

Ce petit mouvement est observé au moyen d'un microscope A placé dans un trou percé dans les pôles, ou en projetant l'image agrandie de la « corde » sur un écran au moyen d'une lampe à arc.

L'instrument est extrêmement sensible, très amorti, et a une très courte période ; il est pratiquement sans self-induction ou capacité. Employé en combinaison avec un appareil à enregistrement photographique, il peut enregistrer des courants alternatifs ou pulsatoires de très petite amplitude, par exemple, les courants employés dans la télégraphie sans

fil et la téléphonie. Cet instrument est aussi extrêmement important et utile dans les recherches physiologiques et, en fait, il fut imaginé par le professeur Einthoven principalement pour cet objet.

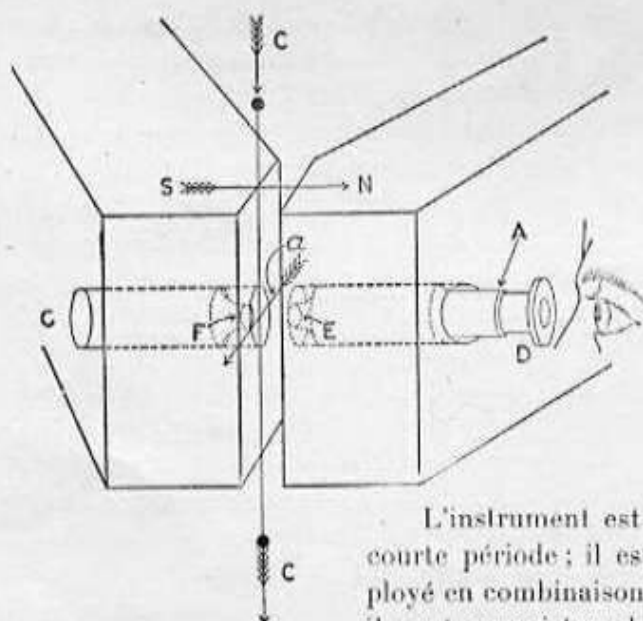


FIG. 48.

THÉORIE

On a montré à la page 36 qu'il est possible de calculer un « coefficient » (E) pour chaque galvanomètre qui indique approximativement les propriétés relatives de différents instruments,

Le professeur Einthoven a recherché l'effet des variations des dimensions de la bobine, du nombre de tours, etc., sur ce coefficient (E) de façon à trouver les conditions pour lesquelles il devient maximum.

Il a montré que E est *inversement* proportionnel :

- a) A la racine carrée du nombre de tours, la dimension du fil restant constante ;
- b) Au diamètre du fil, le nombre de tours restant constant.

Il est donc évident que les meilleurs résultats seront obtenus en réduisant le nombre de tours et le diamètre du fil et, par suite, le poids et le moment d'inertie de la bobine, à un minimum, mais, nécessairement, ce ne sera un avantage que tant que le moment d'inertie du miroir peut être ignoré. Cependant, on peut se passer complètement du miroir, et le mouvement de la bobine peut être directement observé au moyen d'un microscope.

Enfin, il n'y a qu'un pas assez court à franchir pour passer d'une simple boucle d'un fil très fin à la « corde » tendue. Au surplus, la sensibilité peut évidemment être augmentée par l'accroissement de la puissance du champ magnétique, c'est-à-dire, par l'emploi d'un puissant électro-aimant. Le galvanomètre d'Einthoven est le résultat direct de l'application pratique de la théorie précédente. Pour de plus amples détails sur la théorie de l'instrument, il y a lieu de consulter les mémoires originaux (voir page 46).

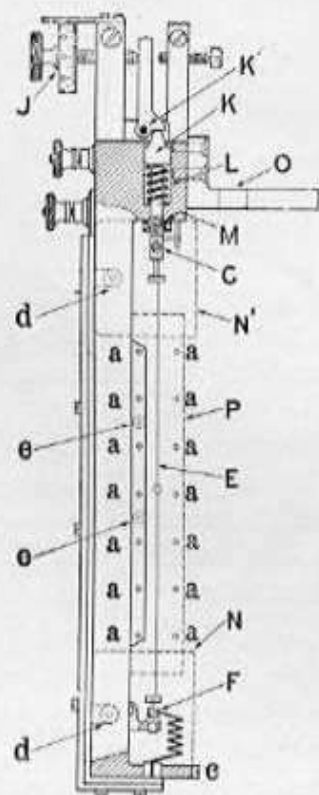


FIG. 49.

Description de l'instrument. — L'aspect général de l'instrument est montré par la figure 47. A est l'électro-aimant qui est excité par les bobines inductrices B.B ; C est la « boîte à corde » contenant la « corde » tendue ; G.D est le microscope qui passe à travers un trou percé dans les pièces polaires de l'électro-aimant. Le noyau de l'électro-aimant est lourd et de grandes dimensions et les pièces polaires sont conformées de façon à donner une densité de flux très élevée dans l'entrefer étroit en E. Les bobines de champ B.B sont enroulées en deux sections, les extrémités aboutissant à des bornes placées sur la partie supérieure de l'instrument, de sorte qu'on peut faire une connection en série ou en parallèle, à volonté.

Le circuit magnétique étant hautement saturé, de petites variations dans le courant d'excitation n'affectent pas d'une façon appréciable la densité du flux dans l'entrefer.

La boîte à corde contenant la « corde » tendue est montrée schématiquement dans la figure 49, E est la « corde » qui, dans les instruments les plus sensibles, consiste en un fil très fin de verre (d'environ 0^{mm},002 de diamètre) recouvert d'argent.

On peut employer d'autres fils tels qu'un fil fin d'or ou d'argent. Ce fil est soudé à chaque extrémité à des plaques en forme de T qui sont maintenues en position par des vis de pression en F et G. La tension du fil peut être réglée au moyen de la vis à tête moletée J qui presse contre le levier coudé K' qui, à son tour, presse contre le piston K auquel l'extrémité du fil est fixée. Le piston est pressé de bas en haut par le ressort L, de sorte que par ce moyen on peut réaliser un réglage très précis du fil sans jeu.

Un petit collier réglable est utilisé et, quand il est convenablement réglé, il rend pratiquement impossible la rupture du fil par excès de tension. Les mouvements du fil sont observés à son point médian (c'est-à-dire en un point où les déviations sont maxima) à travers une fenêtre de mica.

Toute la boîte à fil est supportée en trois points dans le champ (fig. 47). Par réglage de la vis II, toute la boîte se meut sur deux pointes et, de cette façon, sa position dans le champ et l'alignement de la fenêtre de mica, ainsi que le réglage de l'objectif du microscope peuvent être facilement réalisés.

Période. — La période dépend de la tension du fil qui est réglée au moyen de la vis à tête moletée J (fig. 47 et 49). Toutefois, avec une tension modérée, la période est extrêmement brève et, en augmentant la tension, on peut ordinairement réduire cette période à moins de $1/100$ de seconde. En pratique, la condition limite est ici l'amortissement. Si la tension est trop grande, l'instrument cesse d'être apériodique, et il peut se produire des oscillations de la corde avant que celle-ci prenne sa position de repos. La brièveté de la période est due au poids et à l'inertie extrêmement faibles de la corde. Son poids est d'environ 10^{-6} grammes, c'est-à-dire plusieurs milliers de fois plus faible que le poids du système mobile des galvanomètres du type ordinaire. Si la tension est diminuée, le fil peut prendre plusieurs secondes pour atteindre sa déviation totale avec un gain consécutif de sensibilité. L'augmentation indéfinie de période par détente du fil est, cependant, en pratique, limitée par la non-fixité du zéro et par la tendance du fil à se mouvoir en dehors du foyer quand il est dévié.

Amortissement. — Le galvanomètre est bien amorti dans de très larges limites, l'amortissement étant partiellement électromagnétique et partiellement dû au frottement de l'air. L'amortissement électromagnétique peut être varié par modification de l'intensité du champ et par une résistance mise en circuit avec le fil. L'amortissement peut également être réglé au moyen d'une disposition convenable de capacité et d'inductance en circuit (voir référence page 46).

Qualités de maintien du zéro. — Depuis les plus courtes périodes de travail jusqu'à celles atteignant plusieurs secondes, les qualités de maintien du zéro sont tout ce qu'on peut désirer. Si cependant la tension sur le fil est trop réduite de façon à donner une très longue période, le zéro devient instable.

Résistance. — Cette résistance dépend entièrement de l'épaisseur et de la matière du fil ; elle varie depuis environ 10.000 ohms pour un fil de verre fin argenté jusqu'à 4 ou 5 ohms pour un fil d'argent relativement épais. Les résistances obtenues avec quelques fils récemment fabriqués et en diverses substances sont données dans la table des sensibilités ci-après.

Système optique. — L'arrangement du système optique dépend de la façon dont les déviations du fil sont mesurées :

- 1° Suivant qu'elles sont observées au moyen d'un microscope (avec micromètre oculaire) ;
- 2° Ou projetées sur un écran au moyen d'une lampe à arc ;
- 3° Ou enregistrées photographiquement.

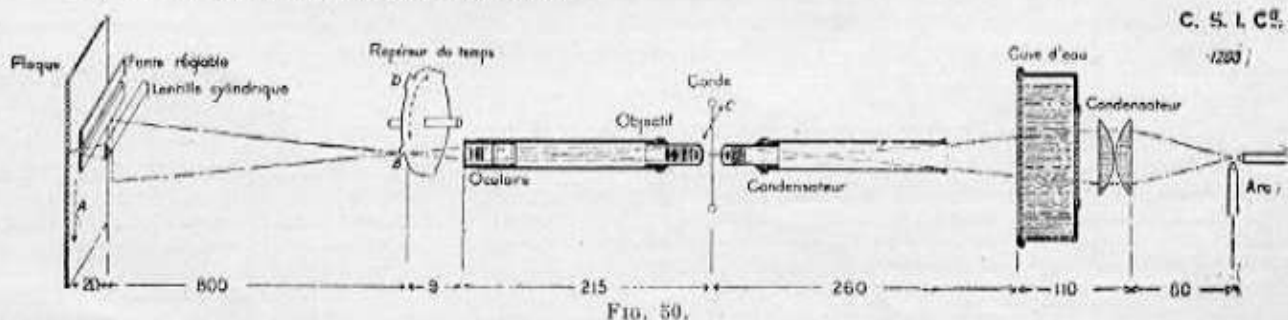


FIG. 50.

L'arrangement le plus habituel est celui dans lequel les mouvements du fil sont enregistrés photographiquement. La figure 50 représente schématiquement cette disposition. Le fil est puissamment éclairé par le cratère positif d'une lampe à arc dont la lumière est concentrée par les condensateurs extérieurs ; un bain d'eau est interposé pour protéger le condensateur du microscope et éviter le chauffage du fil. Le champ de l'objectif est projeté sur une lentille cylindrique qui transforme une partie de ce champ en une bande brillante de lumière dans le plan de la plaque sensible (ou papier). Le fil

apparaît sur le front de la lentille comme une ombre verticale et longue ayant environ un millimètre de largeur, la partie qui recouvre la lentille verticale donne une tache noire dans la ligne lumineuse qui tombe sur la plaque.

De sorte que si la plaque ou le papier se meut perpendiculairement à la lentille cylindrique, par exemple, dans la direction de la flèche A, la longueur totale sera à son tour exposée, excepté la partie qui est cachée par l'ombre du fil. Les mouvements du fil, cependant, sont dans la direction de la flèche C parallèles à la longueur de la lentille cylindrique, et comme la position instantanée du fil est indiquée par une tache non exposée, il se forme un enregistrement continu de ces positions sur la plaque mobile ou le papier.

Une fente réglable est placée entre la lentille cylindrique et la plaque de façon que le maximum de détails puisse être obtenu avec un bon éclairage.

Pour produire les marques horizontales indiquées sur les diagrammes, des lignes sont gravées sur la lentille cylindrique à des intervalles déterminés en travers de sa largeur; ces lignes produisent des ombres qui forment des lignes suivant la longueur du tracé.

Les lignes qui marquent les divisions du temps par ce diagramme sont produites par l'interruption du faisceau lumineux en B, de façon que pendant un court intervalle il ne tombe pas de lumière sur la plaque quand elle se meut derrière la fente, et, en conséquence, il apparaît une ligne nette sur le tracé.

Tableau des sensibilités et des résistances de quelques récents galvanomètres

Grossissement : 600

MATIERE DU FIL	DIAMÈTRE mm.	RÉSISTANCE ohms	PÉRIODE SECONDE	DÉVIATION en mm. par micro-ampère	1 MILLIMÈTRE de déviation est produit par les micro-ampères suivants	FACTEUR DE MÉRITE
Verre argenté.	0,003	8.720	0,004	7,3	$1,37 \times 10^{-4}$	12×10^4
"	0,002	6.610	—	$6,84 \times 10^1$	$1,46 \times 10^{-5}$	—
"	0,0035	3.060	—	$4,8 \times 10^1$	$2,1 \times 10^{-3}$	—
"	0,0025	12.030	0,005	13,2	$7,6 \times 10^{-2}$	17×10^4
"	0,0025*	4000*	—	$6,7 \times 10^1$	$1,49 \times 10^{-5}$	—
"	0,0025*	4000*	0,01*	40*	0,025*	$11,5 \times 10^4$
Fil d'aluminium.	0,035	6,9	0,039	13,2	$7,6 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^4$
"	"	"	0,0012	$1,3 \times 10^{-2}$	76	$3,0 \times 10^4$
Fil d'argent.	0,017	8,2	0,082	43	$2,3 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^4$
"	"	"	0,0026	$4,8 \times 10^{-2}$	21	$3,1 \times 10^4$

* Dans ce cas, le mouvement du fil était complètement amorti: il prit environ 10 secondes pour atteindre sa déviation totale.

* Ces valeurs sont celles que nous préconisons pour les expériences électro-cardiographiques.

RÉFÉRENCES. — Les mémoires suivants seront trouvés intéressants :

1. **W. Einthoven.** — « Un nouveau galvanomètre. » *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles.* Série II, tome VI, page 625, 1901.
2. **W. Einthoven.** — « Enregistrement galvanométrique de l'électro-cardiogramme humain et contrôle des résultats obtenus par l'emploi de l'électromètre capillaire en physiologie. » *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles.* Série II, tome IX, page 202.
3. **W. Einthoven.** — « The string galvanometer and the human electro-cardiogram. » *Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.* 27 août 1903, page 107.
4. **W. Einthoven.** — « Ein Neues Galvanometer. » *Annalen der Physik.* Vierte Folge Band 12, 1903.
5. **W. Einthoven.** — « On a new method of damping oscillatory deflections of a galvanometer. » *Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.* 23 nov. 1904.
6. **W. Einthoven.** — « Analyses of curves obtained with the string galvanometer. » *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles.* Tome X, pages 414-482, 1905.
7. **W. Einthoven.** — « Further researches on the applications of the string galvanometer. » *Ann. de Physik*, 21, 3, pages 483-514, 20 nov. 1906, et pages 665-700, 27 nov. 1906.
8. Et également des mémoires d'**Einthoven** dans les *Annales de Wiedemann*, pendant les années 1903, 1904 et 1905.
9. **A.-D. Waller.** — « On the electromotive changes connected with the beat of the mammalian heart and the human heart in particular. » *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 189 b, 169-194, 1899.

LA CHAMBRE A PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE

Destinée spécialement à être employée avec le Galvanomètre à corde.

Les principes essentiels de cette chambre sont expliqués par le diagramme et la description donnés aux pages 45 et 46, et leur développement pratique ressort des figures 51 et 52. La chambre consiste essentiellement en une boîte étanche à la lumière munie d'une lentille cylindrique et d'un dispositif de poulies et de cordes au moyen duquel une plaque photographique peut être déplacée derrière la lentille. Un volet composé est prévu et permet à toute longueur désirée de la plaque d'être exposée en même temps pendant qu'un cylindre à huile est arrangé de façon à maintenir uniformes les vitesses de la plaque. On peut modifier ces vitesses au moyen d'une soupape réglable.

La plaque est portée dans un châssis noir H (fig. 52) qui est inséré dans le coulisseau G. Des cordes C passent sur la paire de poulies D et une paire semblable disposée à la partie supérieure de la chambre (non visible) supporte le coulisseau et lui permet de se déplacer doucement en un plan vertical.

La vitesse du mouvement de la plaque est contrôlée de la manière suivante : le plongeur B (fig. 51), monté avec précision dans le cylindre à l'huile A, est muni d'une soupape réglable à

travers laquelle l'huile dans le cylindre doit passer quand elle est déplacée par la chute du plongeur. Celui-ci est connecté avec une poulie W (fig. 52) fixée sur un arbre qui passe à travers la boîte. A cet arbre est également fixée la paire supérieure des poulies par laquelle la plaque et le coulisseau sont supportés. Quand la plaque et son support tombent, la corde de soutien C passant sur cette paire de poulies fait tourner l'arbre, et ainsi le mouvement de la plaque est transmis au plongeur B. Le plongeur ne peut se mouvoir qu'à une vitesse définie qui dépend de l'ouverture de la soupape à huile, et comme le frottement non contrôlé qui se produit dans les paliers et les poulies est extrêmement faible en comparaison avec le frottement liquide réglable à travers cette soupape, le mouvement est extrêmement régulier et facile à contrôler.

La vitesse avec laquelle la plaque photographique se déplace peut être réglée à n'importe quelle valeur entre 0 et 350 millimètres par seconde en variant l'ouverture de la soupape au moyen de la roue graduée X.

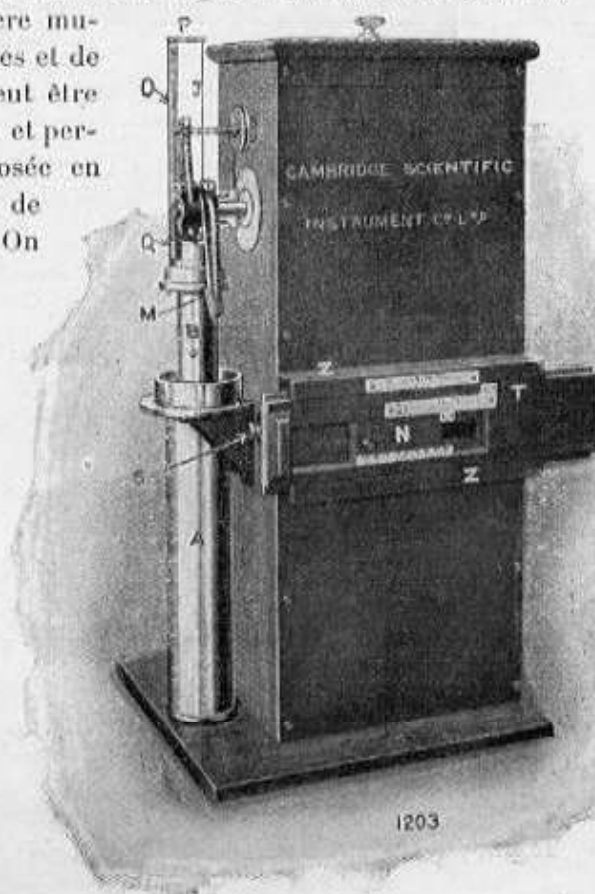


FIG. 51.

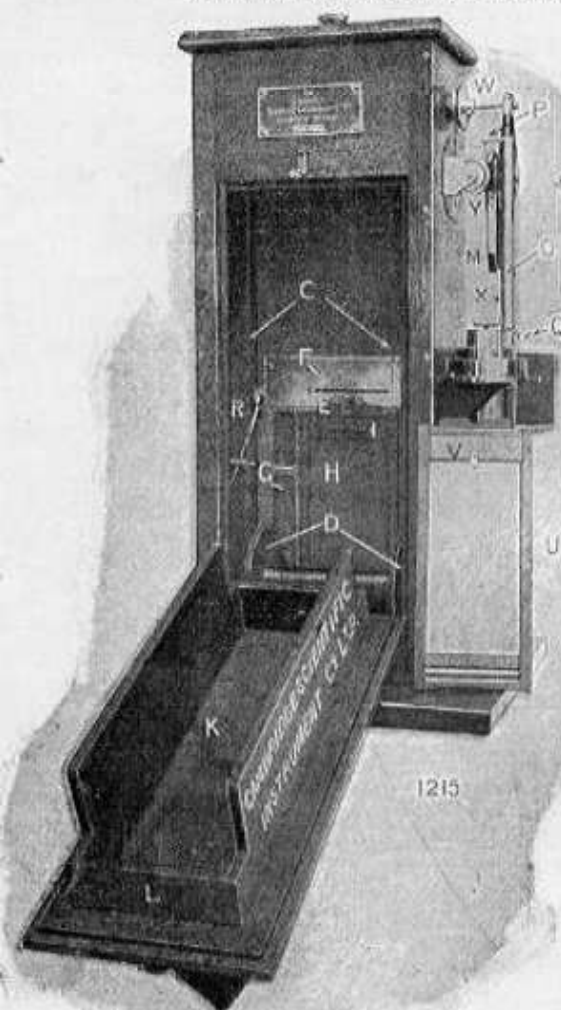


FIG. 52.

LA CHAMBRE POUR PAPIER PHOTOGRAPHIQUE

Destinée spécialement à être employée avec le Galvanomètre à corde.

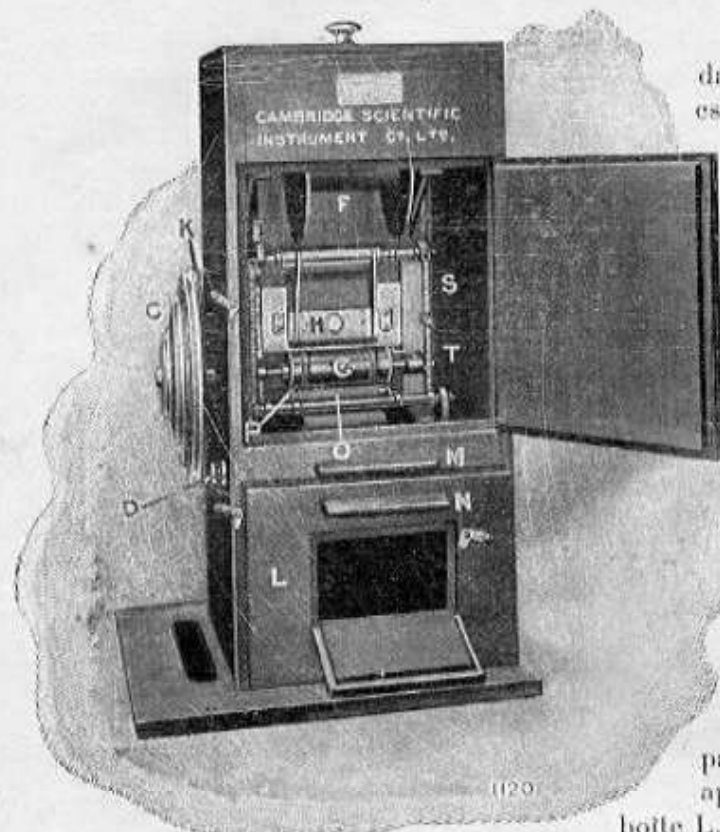


FIG. 53.

chouc sur le galet G pressant contre le galet P et peut être commandé à différentes vitesses par la poulie étagée C qui est fixée sur le même arbre que G. Deux volets M et N servent à fermer les fentes à travers lesquelles le papier passe de la chambre dans la boîte, et en même temps saisissent le papier et permettent à un couteau actionné par la manette D de détacher le papier exposé du papier non exposé. La boîte L peut alors être enlevée et portée à la chambre noire, le papier est retiré par une petite porte montrée ouverte. Une seconde boîte est fournie de façon que l'on puisse prendre, si on le désire, des enregistrements pendant qu'on développe les enregistrements précédents. Le volet E (fig. 54) recouvre la lentille cylindrique et peut être basculé quand on est prêt à prendre un diagramme. Il est muni d'une échelle au moyen de laquelle on fait étalonner le galvanomètre. La roue K contrôle une fente réglable derrière la lentille cylindrique et permet de régler la quantité de lumière qui entre, réalisant ainsi des conditions convenables à un enregistrement satisfaisant.

Le montage spécial du moteur et de l'engrenage réducteur permet à tout gradin de la poulie de commande d'actionner tout gradin de la poulie commandée sans modifier la longueur de la courroie, et ainsi on réalise sept vitesses différentes du papier, qui sont approximativement de 10, 15, 25, 35, 50, 80 et 120 millimètres par seconde, tant que le moteur fonctionne dans les conditions normales.

Cette chambre est construite pour être employée dans les cas où un enregistrement d'une longue durée est nécessaire, ou dans ceux où il existe des irrégularités; elle est bien commode pour les travaux d'expérience. Dans son principe, la chambre est semblable à la chambre à plaque, l'enregistrement, cependant, est obtenu sur un rouleau de papier au bromure (70 mètres de longueur sur 80 millimètres de largeur) qui est arrangé pour se déplacer derrière la lentille.

Toute longueur désirée de ce papier peut être exposée, coupée, enlevée et développée sans gêner le travail de l'appareil. La figure 53 montre une vue du mécanisme de la chambre tandis que la figure 54 montre une vue générale de la chambre avec son moteur et son réducteur de vitesse montée sur un support antivibrateur pour empêcher que des vibrations soient transmises à la chambre elle-même. Le rouleau de papier au bromure est porté par une bobine F, l'extrémité du papier passe sous la plaque H et entre les rouleaux P et G, après quoi elle passe de la chambre propre dans la

boîte L. Le papier est saisi par des rubans en caoul-

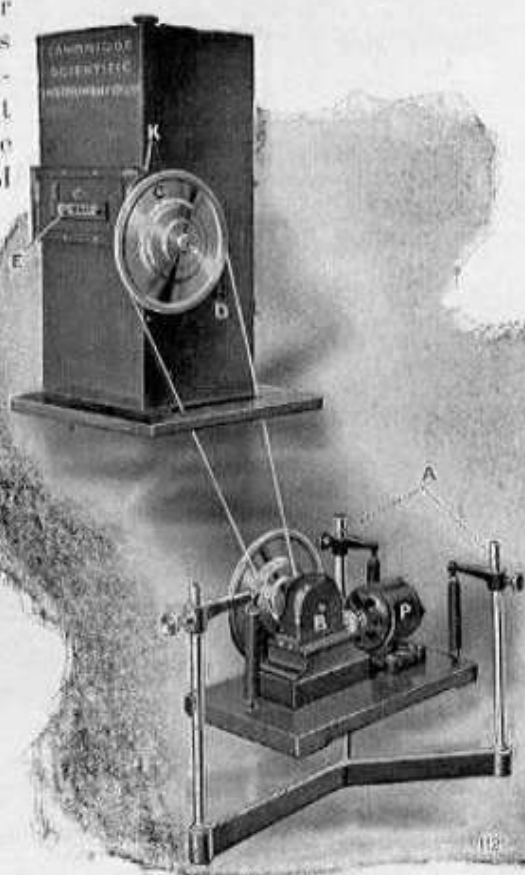


FIG. 54.

UNE INSTALLATION COMPLÈTE AVEC GALVANOMÈTRE A CORDE

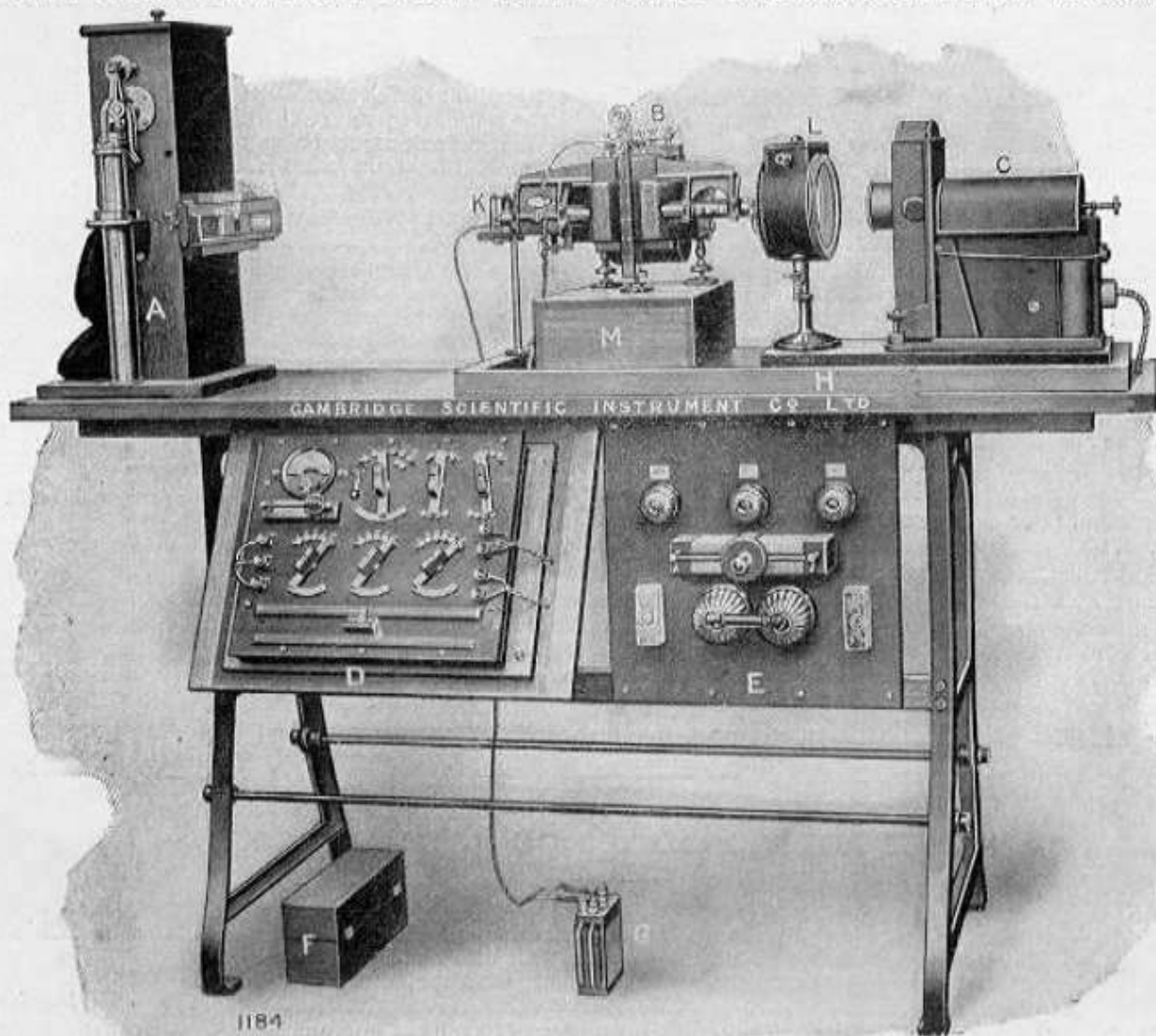


Fig. 53.

Une installation complète telle qu'elle est employée pour les recherches cardiographiques est représentée dans la figure 53. Elle comprend une lanterne de projection automatique C, un galvanomètre B, une chambre à plaque A et un repéreur de temps de forme simple K, le tout est porté par un châssis en fer et une table. Des commutateurs convenables, un rhéostat et les fils conducteurs nécessaires sont disposés en E, de sorte qu'il suffit de connecter la longueur du câble flexible fourni à un interrupteur à fiche mural pour mettre l'appareil en état d'emploi. D est une pièce spéciale de l'appareil pour les recherches électrocardiographiques et n'est pas nécessaire pour un usage général.

Quand on ne l'emploie pas, on peut fournir une simple boîte pour les étalonnages. Elle contient une pile étalon et, grâce à des connexions spéciales partant d'une résistance élevée à laquelle la pile étalon peut être reliée, on peut obtenir n'importe quel nombre de millivolts entre 1 et 10. Le courant pris à la pile est extrêmement faible et ne passe que lorsque le manipulateur à renversement est pressé vers le bas; par conséquent, en opérant convenablement, la pile durera des années.

Deux types de repéreurs de temps peuvent être fournis : dans l'un, un disque tourne à vitesse constante; des rayons sur ce disque interceptent la lumière sortant de l'oculaire du galvanomètre et produisent ainsi une ligne à travers le diagramme due à la non-exposition momentanée de la plaque.

Tous les cinq rayons sur le disque, il y en a un plus large que les autres, de sorte que le diagramme est divisé en 5^{es} et en 25^{es} de seconde ou en 10^{es} et en 50^{es}. Une forme plus simple peut être fournie dans laquelle un obturateur léger, actionné par un ressort plat réglé, intercepte la lumière de l'oculaire en vibrant devant celui-ci; on marque ainsi le 25^e de seconde.

Les détails et prix d'une installation type sont donnés à la page suivante. Tous autres détails seront donnés sur demande.

1. Des renseignements spéciaux relatifs à l'appareil électrocardiographique sont contenus dans la notice 307 qui sera envoyée sur demande.

UNE INSTALLATION COMPLÈTE AVEC GALVANOMÈTRE A CORDE

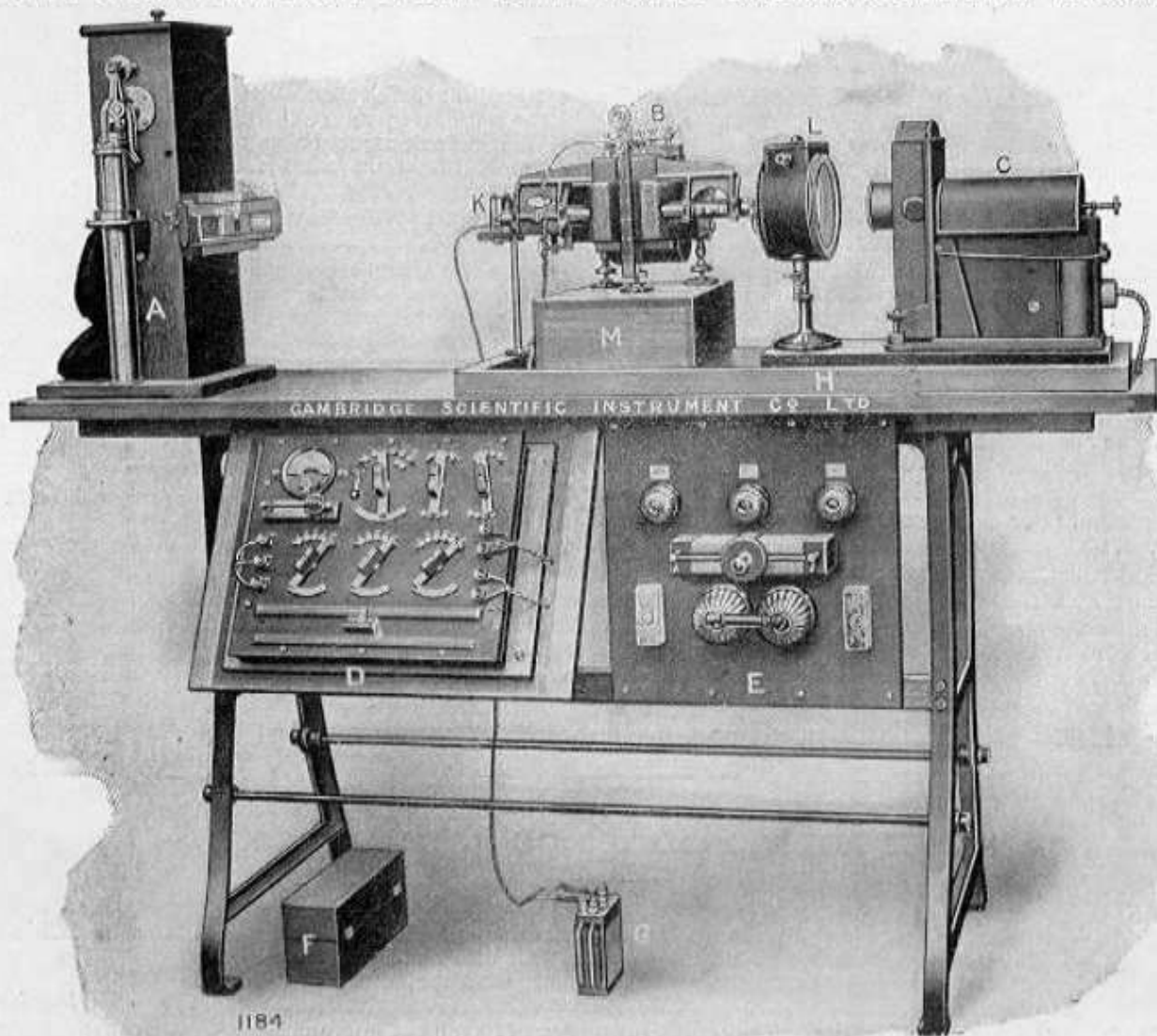


Fig. 53.

Une installation complète telle qu'elle est employée pour les recherches cardiographiques est représentée dans la figure 53. Elle comprend une lanterne de projection automatique C, un galvanomètre B, une chambre à plaque A et un repéreur de temps de forme simple K, le tout est porté par un châssis en fer et une table. Des commutateurs convenables, un rhéostat et les fils conducteurs nécessaires sont disposés en E, de sorte qu'il suffit de connecter la longueur du câble flexible fourni à un interrupteur à fiche mural pour mettre l'appareil en état d'emploi. D est une pièce spéciale de l'appareil pour les recherches électrocardiographiques et n'est pas nécessaire pour un usage général¹.

Quand on ne l'emploie pas, on peut fournir une simple boîte pour les étalonnages. Elle contient une pile étalon et, grâce à des connexions spéciales partant d'une résistance élevée à laquelle la pile étalon peut être reliée, on peut obtenir n'importe quel nombre de millivolts entre 1 et 10. Le courant pris à la pile est extrêmement faible et ne passe que lorsque le manipulateur à renversement est pressé vers le bas; par conséquent, en opérant convenablement, la pile durera des années.

Deux types de repéreurs de temps peuvent être fournis : dans l'un, un disque tourne à vitesse constante; des rayons sur ce disque interceptent la lumière sortant de l'oculaire du galvanomètre et produisent ainsi une ligne à travers le diagramme due à la non-exposition momentanée de la plaque.

Tous les cinq rayons sur le disque, il y en a un plus large que les autres, de sorte que le diagramme est divisé en 5^{es} et en 25^{es} de seconde ou en 10^{es} et en 50^{es}. Une forme plus simple peut être fournie dans laquelle un obturateur léger, actionné par un ressort plat réglé, intercepte la lumière de l'oculaire en vibrant devant celui-ci; on marque ainsi le 25^e de seconde.

Les détails et prix d'une installation type sont donnés à la page suivante. Tous autres détails seront donnés sur demande.

1. Des renseignements spéciaux relatifs à l'appareil électrocardiographique sont contenus dans la notice 307 qui sera envoyée sur demande.

GALVANOMÈTRE A VIBRATION DE DUDELL

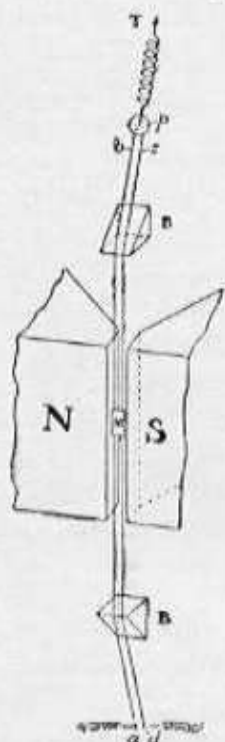


FIG. 56.

Le galvanomètre à vibration de Duddell (fig. 57) a été imaginé pour la mesure exacte des petits courants alternatifs et est particulièrement utile dans la mesure de la self-induction, de l'induction mutuelle et de la capacité. Il est construit sur le principe de « la résonance » et le temps de la période du système mobile (lequel consiste en une simple boucle de fil de bronze placée entre les pôles d'un aimant permanent), peut varier dans de larges limites et peut être amené à coïncider avec le temps de la période du courant à mesurer. Les parties essentielles de l'instrument sont montrées dans la figure 56, dans laquelle *a, b, c, d* est un fil de bronze fin passant sur une poulie dont on peut faire varier la tension au moyen d'un ressort réglable. Un petit miroir *M* est monté sur la boucle formée par les fils de bronze qui sont libres de vibrer entre les deux pièces *B, B* réglables sur un pont et dont la distance est contrôlée par une vis à tête moletée. L'instrument peut être mis au diapason de n'importe quelle fréquence, entre 100 et 1.800 périodes par seconde, en modifiant la tension et la longueur de la boucle vibrante.



FIG. 57.

Sensibilité. — Quand l'accord est réalisé, la sensibilité varie inversement à la fréquence. Avec une fréquence de 100 périodes par seconde, une déviation de 40 à 50 millimètres par micro-ampère peut être obtenue sur une échelle distante de 1 mètre.

Avantages spéciaux :

- 1° Simplicité et sensibilité élevée ;
- 2° Facilité de mise en accord ;
- 3° Limites étendues des fréquences pour lesquelles l'instrument peut être mis en accord ;
- 4° Self-induction négligeable ;
- 5° Force électromotrice relativement petite.

PRIX

303/41511. — Galvanomètre à vibration de Duddell approprié pour les fréquences depuis 100 jusqu'à 1.800 périodes par seconde. Complet, comme représenté par la figure 57.

460 fr. *Discoverer.*

Pour de plus basses fréquences, nous faisons des cotations spéciales.

THERMO-GALVANOMÈTRE DE DUDELL

(BREVETÉ)

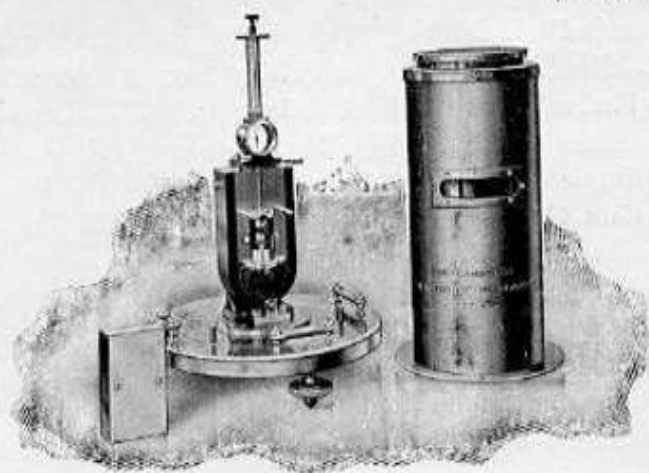


FIG. 58.

Le courant à mesurer passe par une résistance dite « réchauffeur », en élève la température et réchauffe une thermo-jonction attachée aux extrémités d'une bobine suspendue entre les branches d'un aimant permanent. La force électromotrice qui est produite donne naissance à un courant dans la bobine, qui, dans cet appareil, consiste en une simple boucle. Il en résulte une déviation correspondante. Les réchauffeurs sont interchangeables et, comme ils sont construits avec des résistances aussi bien élevées que faibles, l'instrument a une très grande latitude d'emploi.

Sensibilité. — Voici des données des sensibilités¹ de quelques galvanomètres récemment construits:

RÉSISTANCE DES RÉCHAUFFEURS	COURANT POUR DONNER 250 MILLIMÈTRES DE DÉVIATION	COURANT ² POUR DONNER 10 MILLIMÈTRES DE DÉVIATION
environ 1,000 ohms	110 micro-ampères	22 micro-ampères
— 100 —	350 —	70 —
— 40 —	1,400 —	220 —
— 4 —	1,750 —	350 —
— 1 —	3,500 —	700 —

1. Ces valeurs ne sont qu'approximatives. La distance de l'échelle est de 1 mètre.
2. Cet instrument obéit approximativement à la loi du carré.

Avantages spéciaux :

- 1° Il est extrêmement sensible;
- 2° Il peut être calibré pour courants continus et utilisé avec des courants alternatifs;
- 3° Il n'a pratiquement pas de self-induction ou de capacité;
- 4° Il a une très courte période et est amorti très facilement;
- 5° La résistance peut être variée dans de grandes limites;
- 6° Il n'est pas affecté par les champs magnétiques extérieurs;
- 7° Des courants de toute fréquence peuvent être mesurés exactement avec lui.

PRIX

303/41611. — Thermogalvanomètre avec réchauffeurs de 4 et 100 ohms.....	450 fr.	<i>Discreet.</i>
303/41613. — Réchauffeur de 4 ohms	10 fr.	<i>Discretive.</i>
303/41614. — — 10 —	10 fr.	<i>Discrepant.</i>
303/41615. — — 40 —	10 fr.	<i>Discursory.</i>
303/41616. — — 100 —	10 fr.	<i>Discussive.</i>
303/41617. — — 400 —	13 fr.	<i>Disembay.</i>
303/41618. — — 1,000 —	16 fr.	<i>Disgregate.</i>

Nous pouvons fournir des réchauffeurs de résistances plus élevées. Nous n'en préconisons cependant pas l'emploi et ne pouvons accepter aucune responsabilité pour leur constance.

THERMO-AMPÈREMÈTRE DE DUDELL (BREVETÉ)



FIG. 59.

Cet instrument est basé sur le même principe que le thermo-galvanomètre. La bobine est, cependant, montée sur pivots et, de ce fait, si l'instrument est moins sensible, il est beaucoup plus robuste.

Avantages spéciaux :

- 1° Il prend une très petite puissance pour donner toute l'échelle de déviation (env. 0,015 watt);
- 2° Il est extrêmement sensible soit comme voltmètre, soit comme ampèremètre, suivant qu'il est construit avec un réchauffeur à résistance élevée ou à faible résistance;
- 3° Il peut être calibré avec des courants continus et employé avec des courants alternatifs;
- 4° Il n'a pratiquement pas de self-induction ou de capacité et mesure avec exactitude des courants de toute fréquence ou de toute forme de courbe;
- 5° Il a un très faible coefficient de température (environ $0,1 \text{ } ^\circ/\text{u}$);
- 6° Il est très portatif et n'exige pas de nivellement;
- 7° Il est à lecture directe;
- 8° Il peut résister facilement à une surcharge de 100 à 200 $\%$;
- 9° La résistance à travers laquelle passe le courant à mesurer n'est pas soumise à des tensions ou à des flexions;
- 10° Le courant des lignes téléphoniques peut être facilement mesuré;
- 11° Il est très commode quand on l'emploie avec un mesureur d'ondes dans la télégraphie sans fil, par suite du faible amortissement produit, car la puissance prise par l'instrument est très petite;
- 12° Quand on l'emploie en série avec des résistances élevées, il forme un voltmètre très convenable;
- 13° On peut mesurer avec lui la valeur moyenne quadratique du courant dans les rayons X et dans les secondaires des bobines médicales d'induction.

PRIX

303/41631. — Thermo-ampèremètre de Duddell breveté, ayant une résistance d'environ 150 ohms et donnant une déviation maximum pour 10 milliampères. Approprié pour la mesure des courants téléphoniques.....

320 fr. *Disquiser.*

303/41633. — Thermo-ampèremètre de Duddell breveté, avec réchauffeur de 1,5 ohm, échelle de mesure de 10 à 100 milliampères, approprié pour l'emploi avec les mesureurs d'onde de la télégraphie sans fil.....

320 fr. *Disinvolue.*

Nous fournissons des thermo-ampèremètres pour n'importe quelle échelle jusqu'à 100 ampères et des shunts à employer avec l'instrument n° 303/41633 pour donner des lectures jusqu'à 120 ampères.

ÉTALON MAGNÉTIQUE DE DUDELL

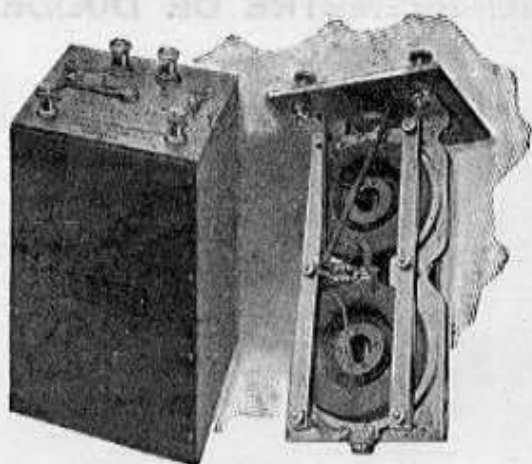


FIG. 60.

Le but principal de cet étalon est de calibrer les galvanomètres balistiques dans des conditions d'emploi usuelles évitant ainsi la nécessité d'apporter des corrections dues à l'amortissement.

L'instrument comprend deux bobines fixes, traversées par un courant direct d'un voltage connu, et deux bobines mobiles réunies en série avec le galvanomètre à étalonner.

Les bobines mobiles sont tournées brusquement d'un angle de 180° en relâchant un ressort. Elles coupent ainsi les lignes de force magnétique produites par les bobines fixes tout en provoquant une déviation dans le galvanomètre.

Avantages spéciaux de l'instrument.

- 1° Il est insensible aux champs magnétiques extérieurs;
- 2° Il est absolument constant;
- 3° On n'emploie pas de fer ou d'aimant permanent dans sa construction;
- 4° La résistance en est très faible — 0,075 ohm seulement;
- 5° Une pile de 2 volts suffit pour l'alimenter;
- 6° Les essais se réalisent très vite;
- 7° On peut calibrer le circuit du galvanomètre dans les conditions d'emploi usuelles sans même connaître la loi du galvanomètre.

Tout instrument est muni d'un mémoire d'essais établi par le Laboratoire national de Physique d'Angleterre. Ci-après nous donnons la copie d'un mémoire pareil :

The National Physical Laboratory.

Mémoire d'essais d'un Inducteur magnétique de Duddell n° 4097.

N° 2844 pour la Cambridge Scientific Instrument Co., Ltd.

Avec 10 ampères dans les bobines primaires, lorsqu'on tourne les bobines secondaires d'une position extrême à l'autre, nous constatons que la variation de l'interlinkage total du flux est de 999.000 lignes tours.

Signé : R. T. GLAZEBROOK, Directeur.

Juillet 26, 1907.

Référence E. L. 16.127. ALBERT CAMPBELL.

A noter. — Cette feuille comprend un mémoire des résultats de l'essai d'un instrument, ce n'est pas un certificat.

PRIX

303/41911. — Étalon magnétique en cuisse d'acajou complet avec bulletin d'essais du Laboratoire national de Physique, Angleterre	361 fr. Dislocate.
303/49113. — Rhéostat, pour régler le courant du champ	53 fr. Disjoint.
303/41168. — Ampèremètre, type pour laboratoire avec échelle à graduations uniformes, calibré de 0-12 ampères, avec shunt intérieur	140 fr. Dismissive.
303/49114. — Manipulateur à ressort	15 fr. Dislodge.

Pour les lampes et échelles et les télescopes et échelles à employer avec les galvanomètres, voir page 9.

GALVANOMÈTRE AYRTON-PERRY-DUDELL, A RUBAN TORDU

L'instrument est essentiellement un ampèremètre Ayrton-Perry à ruban tordu très sensible, avec un dispositif de compensation de température pour annuler le déplacement du zéro quand la température de tout l'instrument vient à varier.

Avantages spéciaux :

- 1° Il est très robuste et peut être porté dans la poche;
- 2° Il est facile à installer et n'exige aucun nivellement;
- 3° Il est indépendant des variations de la température atmosphérique;
- 4° La self-induction et la capacité sont extrêmement faibles;
- 5° Il a de larges limites d'emploi comme voltmètre, il peut être employé au-dessous de 0,1 volt et, quand il est mis en série avec des résistances élevées, jusqu'à 10.000 volts. Il peut naturellement être monté en shunt pour mesurer de forts courants.

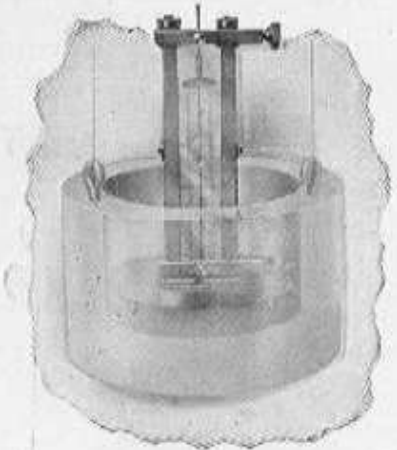


Fig. 61.

PRIX

303 41651. — Galvanomètre à ruban tordu Ayrton-Perry-Duddell avec base métallique lourde suspendue, comme représenté dans la figure 61 120 fr. *Dispenser.*

TRACEUR DE COURBES DE BREARLEY

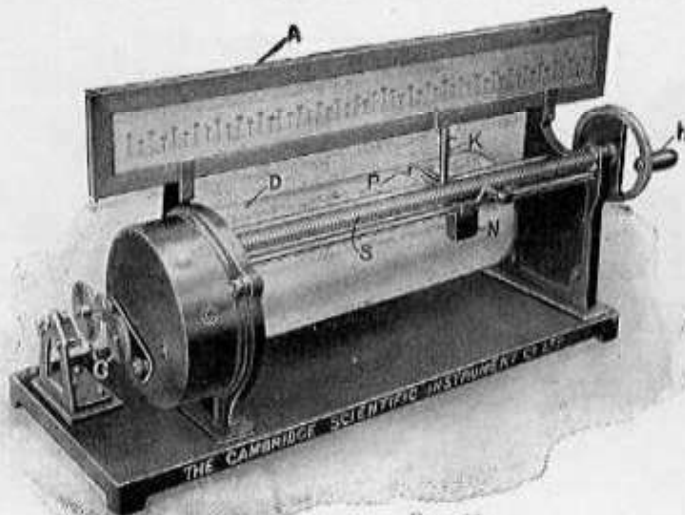


Fig. 62.

Généralités. — Cet appareil fut combiné à l'origine par M. H. Brearley, de Sheffield, pour obtenir des courbes de recalescence ayant une échelle très développée et à ordonnées rectangulaires. Sa commodité ne se limite cependant pas aux courbes de recalescence, mais s'étend à l'enregistrement de courbes de toutes expériences dans lesquelles les déviations d'un galvanomètre varient avec le temps. L'instrument est semi-automatique, de sorte que les courbes sont obtenues avec le minimum de complications. La simplicité de la construction combinée avec la rapidité et la facilité avec laquelle les courbes sont enregistrées attireront beaucoup l'attention des ingénieurs, surtout celle de ceux qui sont intéressés dans la fabrication des aciers ou autres alliages.

Avantages spéciaux :

- 1° Si le galvanomètre est employé avec un thermo-couple, il est possible d'obtenir un enregistrement de la courbe de recalescence d'un acier ou de celle du refroidissement d'un alliage depuis la fusion en 20 minutes environ;
- 2° Il est particulièrement utile pour l'instruction des élèves pour obtenir de telles courbes;
- 3° L'ensemble de l'appareil est toujours prêt à être employé;
- 4° Les feuilles d'enregistrement ont une échelle extraordinairement développée avec des coordonnées rectangulaires.

PRIX

303 41921. — Traceur de courbes de Brearley. L'instrument seul sans échelle ou autres accessoires. Muni d'un tambour pour feuilles de 300^{mm} de largeur et avec engrenage de changement de vitesse pour donner une révolution soit en dix, soit en trente minutes 436 fr. *Display.*

303 41934. — Echelle demi-transparente de 50^{cm} de longueur graduée en millimètres (cette échelle n'est nécessaire que si la longue échelle du cat. 303 41924 n'est pas commandée et serait supportée par les colonnes fixées sur le traceur) (voir fig. 62) 20 fr. *Disposer.*

303 41924. — Echelle spéciale de 1^{m,5} de longueur montée sur une plate-forme convenable pour supporter le traceur de Brearley 132 fr. *Dispense.*

GALVANOMÈTRE, LAMPE ET ÉCHELLE

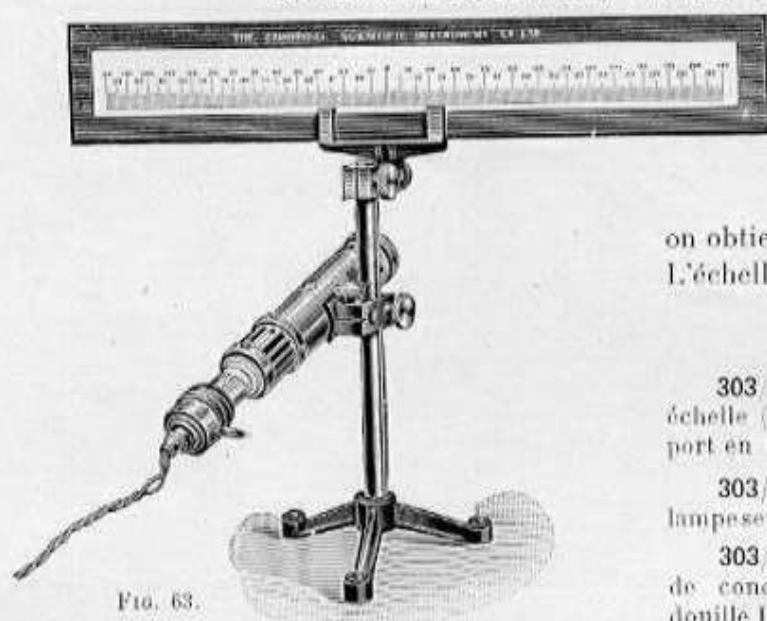


FIG. 63.

Une lampe Nernst* est montée dans un tube en laiton portant une lentille. L'image du filament ou celle d'un fil tendu devant la lentille est projetée par le miroir du galvanomètre sur l'échelle; on obtient ainsi une image extrêmement brillante. L'échelle a une longueur de 50 centimètres.

PRIX

303 41931. — Lampe et échelle (voir fig. 63) sur support en laiton.....	66 fr.	<i>Cushion.</i>
303 41932. — Prix de la lampe seule sur support en laiton	46 50	<i>Custodial.</i>
303 41933. — Deux mètres de conducteur flexible avec douille B. C. et fiche.....	5 fr.	<i>Cymbal.</i>

TÉLESCOPE POUR GALVANOMÈTRE ET ÉCHELLE

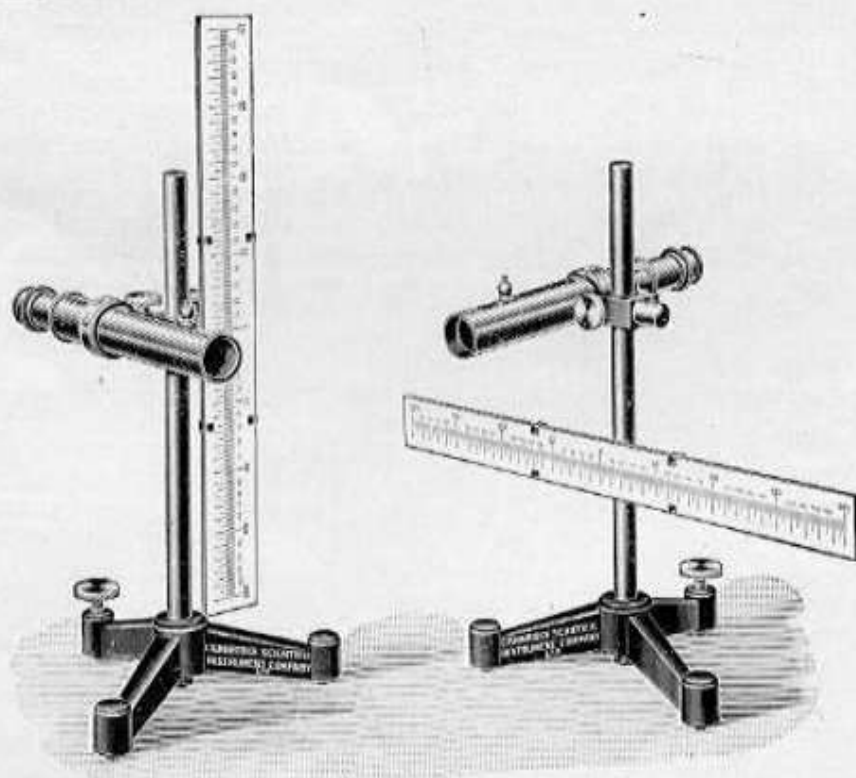


FIG. 64.

L'échelle a 40 centimètres de longueur, est divisée en millimètres avec chiffres renversés. Elle peut être placée verticalement ou horizontalement, un réglage de précision peut être obtenu au moyen d'une vis calante et la règle peut également glisser longitudinalement dans ses crochets de maintien. Le télescope a un grossissement de 4 environ, il peut être incliné et maintenu dans n'importe quelle position.

PRIX

303 41941. — Télescope et échelle avec support en laiton (fig. 64).....	120 fr.	<i>Curtal.</i>
---	---------	----------------

* Nous pouvons fournir au même prix un appareil semblable à celui-ci, mais muni d'une lampe à filament métallique fonctionnant à l'aide d'un accumulateur de 4 volts.

QUATRIÈME PARTIE

OSCILLOGRAPHERS DE DUDDELL

L'OSCILLOGRAPHE DE DUDELL

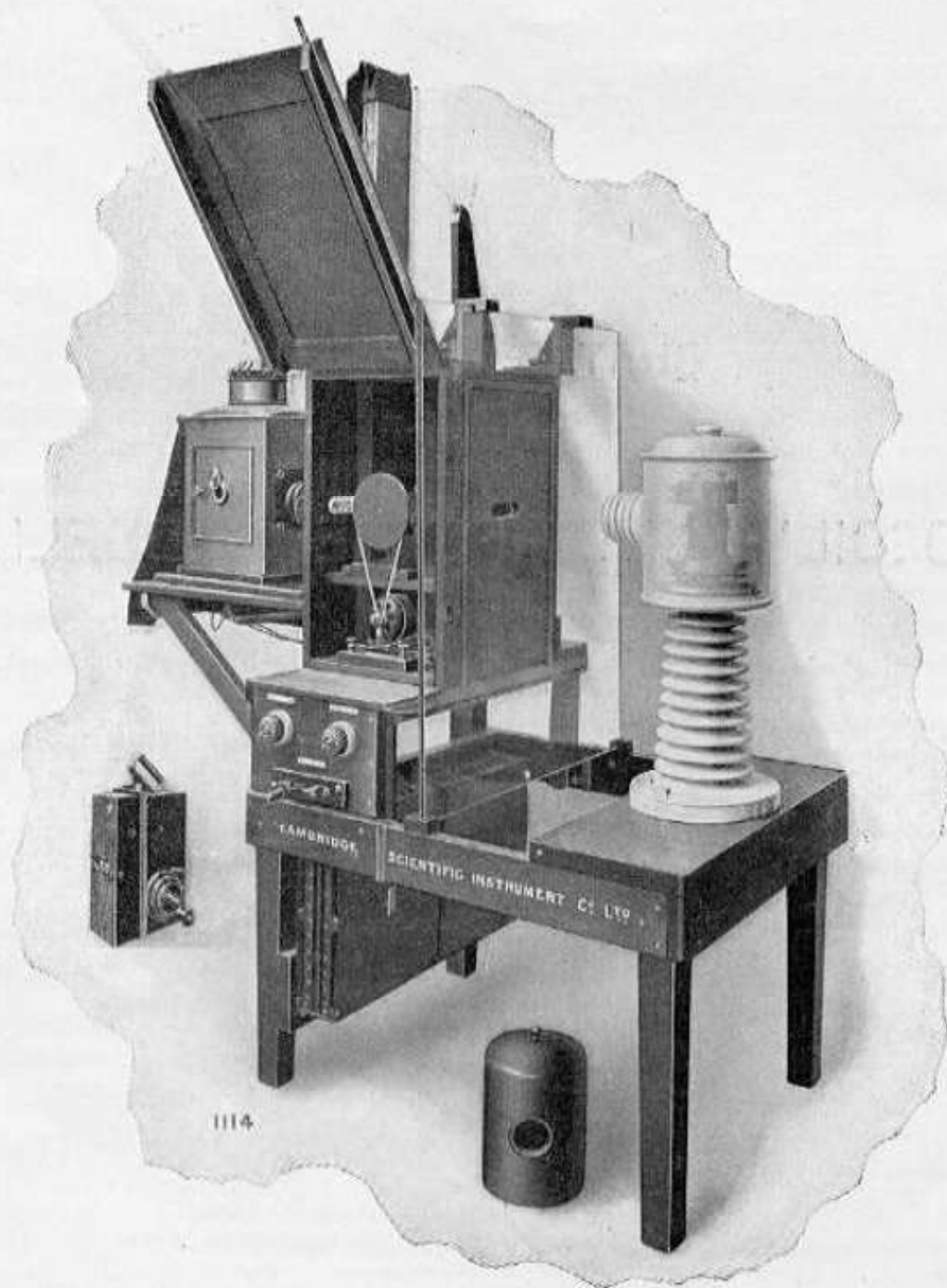


FIG. 65. — L'oscillographe de Duddell isolé pour un circuit de 50.000 volts.

L'OSCILLOGRAPHE DE DUDELL

L'oscillographe de Duddell a été construit pour répondre à la demande croissante d'un instrument qui suive et enregistre avec exactitude les courants ou les forces électromotrices rapidement variables. Un grand nombre de problèmes relatifs à la transmission et à l'utilisation des courants à haute tension peuvent être résolus complètement ou partiellement quand une connaissance approfondie de la relation entre le courant et la tension est acquise.

L'oscillographe de Duddell a rendu de grands services aux ingénieurs des stations productrices de puissance dans lesquelles la question de la forme des ondes de courant est si importante. On l'a trouvé également utile chez les ingénieurs des téléphones parce qu'il a aidé à élucider maintes difficultés relatives à la transmission de la parole.

La valeur de l'instrument comme aide pour l'enseignement intelligent de la technologie électrique a été reconnue depuis longtemps, en ce sens que l'appareil retient l'attention de l'étudiant, intéresse ce dernier et donne une conception physique rationnelle de la nature et des propriétés des courants alternatifs.

Nous fournissons des séries de plaques pour lanternes de projection représentant les décharges oscillatoires d'un condensateur qui ont été enregistrées par M. le professeur J.-A. Fleming, F. R. S., à l'aide d'un oscillographe de Duddell. Ces plaques sont destinées à l'usage des conférenciers en classe.

PRINCIPE DE L'OSCILLOGRAPHE DE DUDELL

L'oscillographe complet consiste essentiellement en un galvanomètre à bobine mobile modifié et combiné avec un miroir tournant ou vibrant, et en une pellicule photographique ou une plaque photographique tombante.

La partie galvanométrique de l'installation est ordinairement dénommée oscillographe et la figure 66 représente schématiquement le principe d'après lequel elle travaille.

Dans la fente étroite située entre les pôles N et S d'un aimant puissant sont tendus deux conducteurs parallèles *s, s* formés par la tension d'un ruban mince en bronze phosphoreux qui passe sur une poulie en ivoire P. Un ressort en spirale attaché à cette poulie sert à maintenir une tension uniforme sur les deux brins du ruban et une pièce-guide L limite la longueur de la partie vibrante à celle actuellement dans le champ magnétique.

Un petit miroir M forme un pont entre les deux brins comme la figure le montre. L'effet du passage d'un courant à travers le « vibreur » est d'obliger un des brins à s'avancer pendant que l'autre recule, et le miroir tourne, par suite, autour d'un axe vertical.

Dans l'oscillographe de Duddell, chaque brin de la boucle passe dans un évidement séparé (non montré sur la figure). La totalité du « vibreur » — c'est ainsi que cette partie de l'instrument est dénommée — est immergée dans un bain d'huile pour l'amortissement du mouvement des brins du ruban, on a ainsi un instrument amorti. Ce procédé a encore l'avantage d'augmenter par la réfraction le mouvement de la tache lumineuse réfléchi par les miroirs vibrants.

Le pinceau lumineux réfléchi par le miroir M est reçu sur un écran ou une plaque photographique; la valeur instantanée du courant est proportionnelle au déplacement linéaire de la tache lumineuse ainsi formée. Avec des courants alternatifs, le spot de lumière oscille de côté et d'autre quand le courant varie et tracerait ainsi une ligne droite. Pour obtenir une image de la forme de l'onde, il est nécessaire de déplacer la plaque ou la pellicule photographique, dans une direction perpendiculaire à la direction du mouvement du spot lumineux.

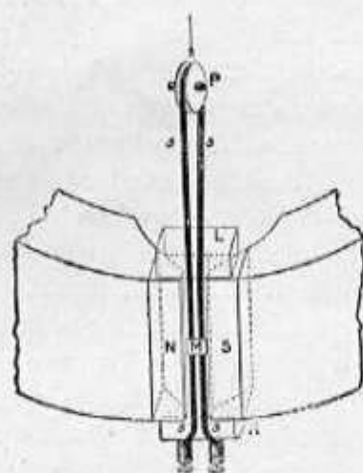


FIG. 66. — Diagramme illustrant le principe de l'opération.

TYPES D'OSCILLOGRAPHES DUDELL

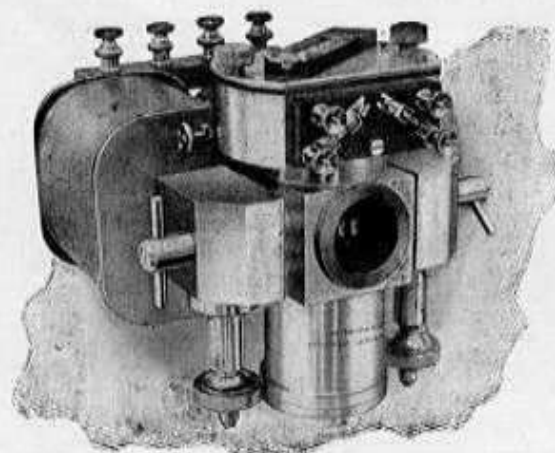


FIG. 67. — Vue générale du type 4.

Type 1. — L'apparence générale de cet oscillographe est à peu près exactement semblable à celle du type 4 de la figure 67; il a été construit pour avoir une période naturelle de vibration très élevée (environ $1/10.000$ de seconde), et c'est pourquoi il est convenable pour les travaux à haute fréquence, les courants téléphoniques, etc. Il exige du courant continu pour l'excitation de l'électro-aimant et est principalement employé pour les essais sur circuits à bas voltage, car, par suite de la difficulté d'isoler l'enroulement de l'électro-aimant du noyau, il n'est pas approprié pour les travaux à voltage élevé, à moins que des précautions spéciales ne soient prises pour le tenir au ou près du potentiel terrestre. L'enroulement est suffisamment bien isolé du noyau pour résister à 500 volts alternatifs.

Il est tout à fait exact pour des fréquences jusqu'à 300 par seconde. Les deux vibrateurs sont placés côte à côte dans le bain d'huile entre les pièces polaires de l'électro-aimant. Chaque vibreur est monté sur pivots entre des centres verticaux et, grâce à des vis de réglage, chacun peut être légèrement incliné, de sorte qu'on peut obtenir un contrôle complet des miroirs, et les spots lumineux réfléchis peuvent être amenés à coïncider avec celui réfléchi par le miroir de zéro fixe, qui est fixé sur un support en bronze entre les deux vibrateurs.

Une lentille plan-convexe de 50 centimètres de longueur focale est fixée dans le bain d'huile devant les miroirs vibrants pour faire converger les pinceaux lumineux réfléchis. La distance normale des miroirs vibrants à la plaque photographique est de 50 centimètres, et à cette distance une déviation convenable pour le travail de chaque côté de la ligne de zéro est de 3 à 4 centimètres. Cette déviation est obtenue avec un courant de 0,05 à 0,1 ampère (valeur moyenne quadratique) dans les brins, suivant la forme des ondes, etc.

PRIX

303 45111. — Type 1. Oscillographe à haute fréquence, instrument seul consistant en un électro-aimant, bain d'huile et deux vibrateurs n° 1.....	1160 fr.	<i>Disrank.</i>
303 45112. — Vibreur seul, n° 1.....	225 fr.	<i>Disrelish.</i>

Type 2. Cet instrument a une période naturelle de vibration plus faible ($1/3.000$ de seconde) que le type 1 et, par suite, n'est pas capable de suivre exactement la forme des ondes d'une fréquence si élevée, mais il est assez exact pour la plupart des travaux commerciaux et est le type le plus généralement employé. En même temps il est beaucoup plus robuste, plus facile à réparer et plus portable à cause du fait que le champ magnétique est produit par un aimant permanent au lieu d'un électro-aimant. Ces dispositions rendent l'instrument très convenable pour l'emploi sur les circuits à haute tension sans connection à la terre, l'instrument étant facilement isolé.

L'aimant permanent employé est muni de pièces polaires en acier entre lesquelles les vibreurs sont fixés dans un bain d'huile très semblable à celui employé pour le type 1. Les vibreurs du type à aimant permanent sont interchangeables avec ceux du type 1, mais le système suspendu est beaucoup plus robuste, les miroirs sont plus larges et la tension sur les brins est moindre. Le courant maximum admissible, la sensibilité et la distance d'échelle sont les mêmes que dans le type 1.

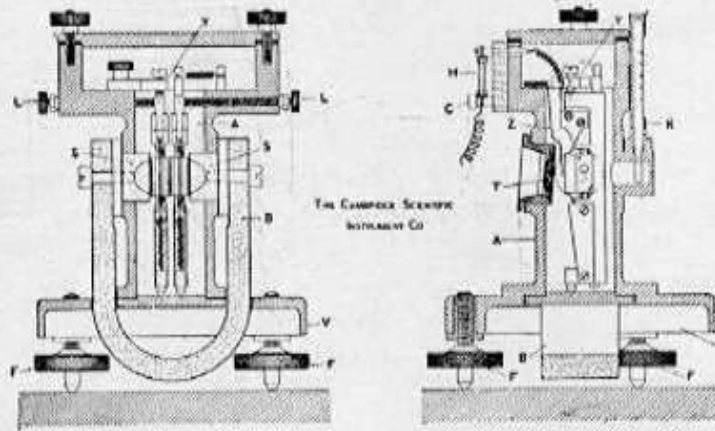


FIG. 68. — Sections à travers l'oscillographe à aimant permanent type 2.

PRIX

303/45121. — Type 2. Oscillographe à aimant permanent, l'instrument seul consistant en aimant permanent, bain d'huile et deux vibreurs n° 2.....	850 fr.	<i>Dissuasive.</i>
303/45122. — Vibreur seul, n° 2.....	215 fr.	<i>Distend.</i>

Type 4. Cet instrument (*fig. 67*) a été spécialement créé pour l'enseignement et les conférences. Il exige 5 fois plus de courant que les autres types, mais le bain d'huile et les vibreurs sont beaucoup plus larges bien que l'électro-aimant soit le même que celui employé pour le type 1. Il est employé avec un moteur synchrone et un miroir vibrant et il projette les courbes soit sur un écran, soit sur un tableau noir. La distance normale de l'échelle pour la projection est de 3 mètres. La valeur moyenne quadratique maximum du courant qui passe dans les brins ne doit pas excéder 0,5 ampère.

PRIX

303/45141. — Type 4. Oscillographe de projection, l'instrument seul consistant en un électro-aimant, un bain d'huile et deux vibreurs n° 4.....	1590 fr.	<i>Distiller.</i>
303/45142. — Vibreur seul, n° 4.....	265 fr.	<i>Dratfish.</i>
303/45341. — Tableau de projection pour emploi avec le n° 45141 muni de miroir de projection pour projeter une grande onde sur l'écran, lentille et tableau noir pour projection de petites ondes sur le papier de traçage (sans lanterne, oscillographe ou moteur) (voir <i>fig. 69</i>).....	265 fr.	<i>Disrober.</i>
303/45342. — Boîte noire avec coulisse pour fixer au tableau noir du n° 303/45142 et donnant le moyen d'obtenir des photographies au lieu de tracés.....	66 fr.	<i>Distaff.</i>

APPAREIL POUR LA PROJECTION ET L'ENREGISTREMENT

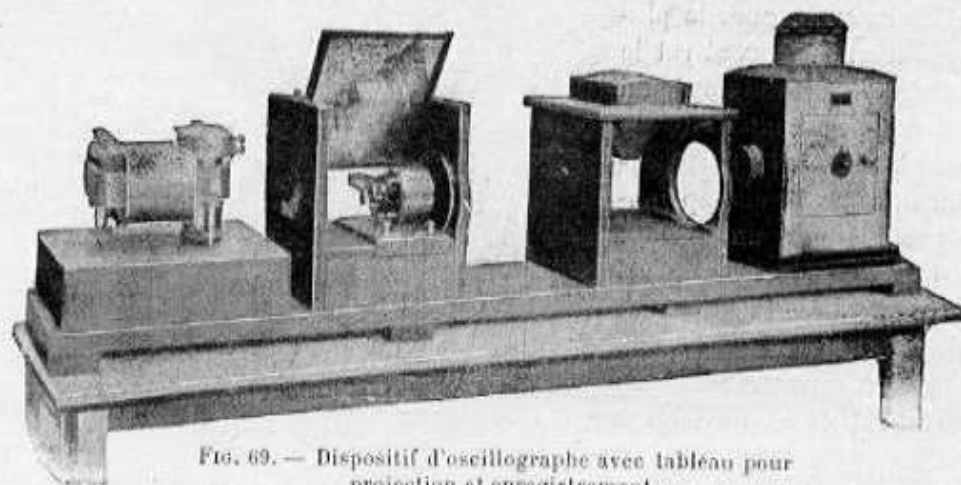


FIG. 69. — Dispositif d'oscillographe avec tableau pour projection et enregistrement.

Ce type d'installation représenté dans la figure 69 est destiné à l'enseignement et aux conférences. Après que le pinceau lumineux venant de la lampe à arc a été réfléchi par les miroirs de l'oscillographe, il tombe sur un miroir vibrant qui donne une déviation proportionnelle au temps dans une direction à angles droits de la déviation qu'il a déjà; celle-ci est proportionnelle au courant qui traverse l'oscillographe. De sorte qu'il suffit de placer un écran dans le parcours du rayon réfléchi pour obtenir un tracé de la forme de l'onde.

PRIX

303/45343. — Moteur synchrone avec miroir vibrant, pour emploi avec le n° 303/45341 (p. 61).....	464 fr.	Dittany.
303/49111. — Lanterne en fer russe avec condensateur, diaphragme convenable et lampe à arc à commande à la main spécialement rigide.....	252 fr.	Diversify.

APPAREIL ENREGISTREUR

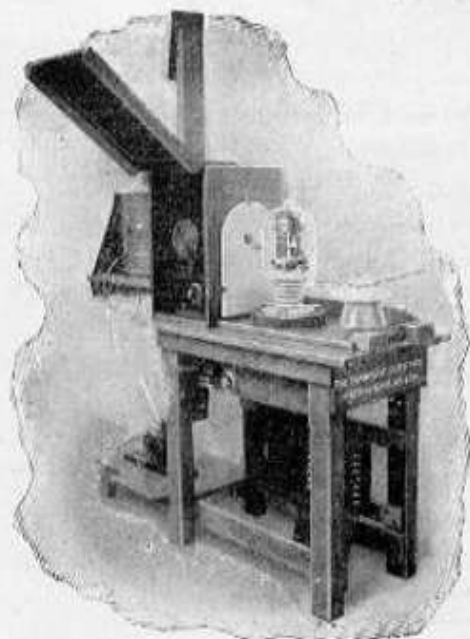


FIG. 70. — Oscillographe pour emploi sur 25.000 volts.

Chambre à plaque tombante. — La chambre à plaque tombante est un dispositif dans lequel une plaque photographique peut tomber en chute libre par son poids et passe devant une fente horizontale sur laquelle les faisceaux lumineux réfléchis par les miroirs d'oscillographes sont condensés au moyen d'une lentille cylindrique. La coulisse verticale dans laquelle la plaque tombe peut être vue facilement dans la figure 70. A l'intérieur de la chambre, dont le côté est montré ouvert, est un support qui porte 4 miroirs fixés autour d'un axe commun avec leurs plans parallèles à lui. Ces miroirs sont construits pour tourner au moyen d'un petit moteur à courant continu, et, en regardant à travers une fente placée à l'extrémité de la chambre, il est possible d'examiner l'image réfléchie de la courbe tracée par l'oscillographe. Dans notre installation modèle, la vitesse de la plaque tombante (qui mesure $17^{\text{cm}},1 \times 8^{\text{cm}},3$) est d'environ 400 centimètres par seconde, et est très convenable pour l'emploi avec des fréquences de 40 à 60 par seconde.

Nous pouvons fournir en supplément un support de plaque à vitesse lente et une planchette noire au moyen desquels la vitesse de la plaque peut varier entre 100 centimètres et 200 centimètres par seconde.

PRIX

Chambre à plaque tombante et boîte complète comprenant une lentille cylindrique, une échelle calibrée, six sacs pour plaques avec attaches. Avec miroirs rotatifs pour observation visuelle des courbes avec petit moteur à courant continu à 100-110 volts et rhéostat de contrôle de la vitesse.

303 45311. — Pour emploi avec le n° 45111 ou 45121 sur bas voltages	850 fr.	<i>Divestore.</i>
303 45313. — Pour emploi avec le n° 45121 avec support isolant en porcelaine et couvercle pour circuits jusqu'à 25.000 volts (voir fig. 70)	1060 fr.	<i>Divisor.</i>
303 45315. — Pour emploi avec le n° 45121 avec fenêtre recouverte d'une glace, support isolant en porcelaine et couvercle, pour circuits jusqu'à 50.000 volts	1450 fr.	<i>Divulge.</i>
303 45321. — Support de plaque à faible vitesse et planchette noire permettant de vérifier et régler la vitesse de la plaque tombante pour toute valeur entre 100 et 200 ^{cm} par seconde	436 fr.	<i>Docility.</i>
303 45331. — Chambre à film cinématographique pouvant être munie de la caisse avec plaque tombante et permettant de faire des enregistrements jusqu'à 50 mètres de longueur avec une pellicule de 3 ^{cm} ,5 de largeur	396 fr.	<i>Doctrinal.</i>

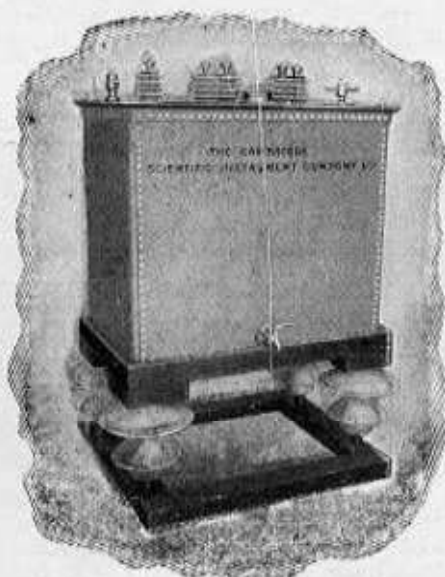


FIG. 71. — Résistance de 250.000 ohms pour supporter 0,1 ampère montée sur un support isolant pour 50.000 volts.



FIG. 72. — Shunt universel Ayrton-Mather.

APPAREILLAGE AUXILIAIRE — RÉSISTANCES EN SÉRIE

303/45511. — Résistance de 50.000 ohms, refroidie à l'air avec bornes d'embranchement intermédiaires. Pour supporter 0,1 ampère. Cette résistance est construite avec des fils simples tissés d'amiante et placés sur des supports isolants en porcelaine dans un cadre métallique. Cette résistance peut supporter 10.000 volts entre les fils et le cadre. Les points de subdivision la partagent en quatre sections : 5.000, 10.000, 15.000 et 20.000 ohms	1020 fr.	<i>Document.</i>
303/45512. — Résistance de 50.000 ohms refroidie à l'air sans subdivisions. Elle est exactement la même que le n° 45511, sauf qu'il n'y a pas de points de sectionnement. Elle est destinée à être employée en série avec le n° 45511	825 fr.	<i>Dogmatic.</i>
303/45531. — Résistance de 250.000 ohms dans un bain d'huile. Avec subdivisions. Les points de sectionnement la divisent en quatre sections : 25.000, 50.000, 75.000 et 100.000 ohms. Isolée pour résister à 25.000 volts entre les fils et le cadre. Peut supporter 0,1 ampère. (L'huile n'est pas comprise dans le prix.) (Voir fig. 71)	1590 fr.	<i>Domestic.</i>
303/45532. — Résistance de 250.000 ohms dans un bain d'huile. Sans subdivisions. Elle est exactement la même que le n° 45531, excepté qu'il n'y a pas de points de sectionnement. Elle est destinée à être employée avec le n° 45531	1430 fr.	<i>Donation.</i>

SHUNTS EN MANGANINE

Shunt universel Ayrton-Mather de 100 ampères. Avec six valeurs : 0,5 ; 0,25 ; 0,1 ; 0,05 ; 0,025 ; et 0,01 ohm. Pour emploi avec l'un ou l'autre des types 1, 2 ou 4 des oscillographes et réglé pour donner une déviation convenable avec des courants de 2, 4, 10, 20, 40 ou 100 ampères (fig. 72).

303/41711. — Shunt universel Ayrton-Mather, comme décrit ci-dessus	396 fr.	<i>Doorstead.</i>
303/41721. — 1 ohm pour supporter 1 ampère	46 fr.	<i>Doublet.</i>
303/41722. — 0,1 ohm pour supporter 10 ampères	100 fr.	<i>Dovecot.</i>
303/41723. — 0,01 ohm pour supporter 100 ampères	168 fr.	<i>Dowerless.</i>
303/41724. — 0,002 ohm pour supporter 500 ampères	480 fr.	<i>Dramatist.</i>

PRIX DE L'ÉQUIPEMENT COMPLET DE L'OSCILLOGRAPHE

303/45711. — Oscillographe pour bas voltage, pour travaux de recherches demandant de la précision à de hautes fréquences, convenable pour des voltages jusqu'à 550 volts.

Oscillographe pour hautes fréquences, type 1, n° 45111	1160 fr.	<i>Disrank.</i>
Vibrateur de rechange pour l'oscillographe ci-dessus n° 45112	225 fr.	<i>Disrelish.</i>
Chambre à plaque tombante complète, n° 45311	850 fr.	<i>Divestore.</i>
Lanterne et lampe à arc n° 49111	252 fr.	<i>Diversify.</i>
Résistance en série pour lampe à arc sous 110 volts, n° 49112	53 fr.	<i>Dryshod.</i>
Boîte de résistance à fiches de 3.100 ohms sans subdivisions, n° 43215	260 fr.	<i>Duality.</i>
Résistance de 3.000 ohms sans subdivisions, n° 43216	132 fr.	<i>Dubiety.</i>
Shunt universel Ayrton-Mather, n° 41711	396 fr.	<i>Doorstead.</i>
Boîte à résistance à fiches de 21 ohms. Pour régler la sensibilité du vibreur à courant, n° 43211	160 fr.	<i>Dutiful.</i>
Tableau à courant continu, n° 45911	140 fr.	<i>Dulcorate.</i>
Cinq douzaines de plaques photographiques, n° 45391	12 fr.	<i>Duncify.</i>
303/45711. — Équipement A complet	3640 fr.	<i>Durity.</i>

A noter. — L'équipement ci-dessus convient à des courants de jusqu'à 550 volts. Pour des recherches au-dessous de 250 volts, on peut se passer de la boîte de résistance n° 43216. Il se peut aussi que l'on préfère à la place du shunt Ayrton-Mather n° 41711 l'un des shunts fixes, par exemple, le n° 41723. (Pour la chambre cinématographique, voir la note au bas de l'équipement E.)

EQUIPEMENT B. — Pour les recherches sur les courants téléphoniques.

Oscillographe à haute fréquence, type 1, n° 45111	1.160 fr.	<i>Disrank.</i>
1 vibreur de rechange, n° 45112	225 fr.	<i>Disrelish.</i>
2 vibreurs supplémentaires type 2, n° 45122 et un flacon d'huile	430 fr.	<i>Drawbridge.</i>
Chambre à plaque tombante complète, n° 45311	850 fr.	<i>Divestore.</i>
Support de plaque à faible vitesse et planchette noire, 45321	436 fr.	<i>Docility.</i>
Lanterne et lampe à arc, n° 49111	252 fr.	<i>Diversify.</i>
Résistance en série pour la lampe sous 110 volts, n° 49112	53 fr.	<i>Dryshod.</i>
Boîte de résistance à fiches de 21 ohms, n° 43211	160 fr.	<i>Dutiful.</i>
5 douzaines de plaques photographiques, n° 45391	12 fr.	<i>Duncify.</i>
303/45712. — Équipement B complet	3.578 fr.	<i>Duskiness.</i>

L'équipement ci-dessus peut être muni d'une table. Prix sur demande.

Les courants dans les circuits téléphoniques varient de quelques dixièmes d'ampère jusqu'à environ le dixième d'un micro-ampère. Toutefois les oscillographes Duddell ne sont pas assez sensibles pour enregistrer les plus faibles courants. Quant aux courants les plus forts, il faut parfois shunter l'oscillographe et dans ce but on a prévu la boîte de résistance n° 43211 (p. 65) comme appareil accessoire à cet équipement. On y a prévu également les vibreurs complémentaires n° 45122 lesquels se prêtent à des expériences particulières par suite de leur plus grande sensibilité. La chambre cinématographique n'est pas nécessaire pour l'enregistrement des sons vocaux, mais il faut s'en servir pour enregistrer les phénomènes qui ne se répètent pas d'une façon régulière, tels les sons consonants.

Pour les expériences sur les courants télégraphiques, l'équipement B se montre tout à fait satisfaisant, à l'exception seulement des vibreurs n° 45122 que l'on remplace par un shunt pour supporter 1 ohm, n° 41721. La boîte de résistance n° 43215 se montre très utile dans l'enregistrement du voltage appliqué dans la télégraphie à haute vitesse.

**EQUIPEMENT C. — Voltage élevé, à employer sur des circuits de 10.000 volts
entre ligne et terre.**

Oscillographe à aimant permanent, type 2, n° 45121.....	850 fr.	<i>Dissuasive.</i>
Vibrateur de rechange pour cet oscillographe, n° 45122.....	212 fr.	<i>Distend.</i>
Chambre à plaque tombante complète avec support isolant, n° 45313.....	1.060 fr.	<i>Divisor.</i>
Lanterne et lampe à arc, n° 49111.....	252 fr.	<i>Diversify.</i>
Résistance en série pour la lampe sous 100 volts, n° 49112.....	53 fr.	<i>Dryshod.</i>
Résistance de 50.000 ohms refroidie à l'air avec bornes d'embranchement, n° 45311.....	1.020 fr.	<i>Document.</i>
Idem, sans bornes d'embranchement, n° 45312.....	825 fr.	<i>Dogmatic.</i>
Shunt universel Ayrton-Mather, n° 41711.....	396 fr.	<i>Doorstead.</i>
2 boîtes de résistance à fiches pour régler la sensibilité des vibreurs, n° 43211, 160 fr. chaque.....	320 fr.	<i>Draffish.</i>
Petit ampèremètre et voltmètre combiné, n° 49117.....	120 fr.	<i>Droller.</i>
Support isolateur pour porter les deux boîtes et le shunt, n° 45611.....	100 fr.	<i>Drowsiness.</i>
5 douzaines de plaques photographiques, n° 43391.....	12 fr.	<i>Duncify.</i>
303/45714. — Equipement C complet.....	5.220 fr.	<i>Dweller.</i>

A noter. — Dans l'équipement ci-dessus, l'oscillographe lui-même est suffisamment isolé pour être utilisé sur des circuits de 25.000 volts. L'équipement peut donc être rendu applicable à ce voltage en y ajoutant encore 3 résistances, n° 45312, jointes à 5 supports isolants, n° 45621. L'équipement D ci-après représente cependant une combinaison d'appareils beaucoup moins coûteuse pour ce voltage de 25.000 volts.

(Pour la chambre cinématographique, voir la note qui suit l'équipement E.)

L'équipement ci-dessus peut être muni au besoin d'une table. Prix sur demande.

**EQUIPEMENT D. — Voltage élevé, à employer sur les circuits de 25.000 volts
entre ligne et terre.**

Oscillographe à aimant permanent, type 2, n° 45121.....	850 fr.	<i>Dissuasive.</i>
Vibrateur de rechange pour cet oscillographe, n° 45122.....	212 fr.	<i>Distend.</i>
Chambre à plaque tombante complète avec support isolant, n° 45313.....	1.060 fr.	<i>Divisor.</i>
Lanterne et lampe à arc, n° 49111.....	252 fr.	<i>Diversify.</i>
Résistance en série pour la lampe sous 110 volts, n° 49112.....	53 fr.	<i>Dryshod.</i>
Résistance de 250.000 ohms en réservoir à l'huile, n° 45331.....	1.590 fr.	<i>Domestic.</i>
Shunt universel Ayrton-Mather, n° 41711.....	396 fr.	<i>Doorstead.</i>
2 boîtes de résistance à fiches pour régler la sensibilité des vibreurs, n° 43211, 160 fr. chaque.....	320 fr.	<i>Draffish.</i>
Petit ampèremètre et voltmètre combiné, n° 49117.....	120 fr.	<i>Droller.</i>
Support isolant pour porter les deux boîtes et le shunt, n° 45611.....	100 fr.	<i>Drowsiness.</i>
5 douzaines de plaques photographiques, n° 43391.....	12 fr.	<i>Duncify.</i>
303/45715. — Equipement D complet.....	4.965 fr.	<i>Dwindle.</i>

(Pour la chambre cinématographique, voir la note qui suit l'équipement E.)

EQUIPEMENT E. — Voltage très élevé, à employer sur des circuits de 60.000 volts entre ligne et terre.

Oscillographe à aimant permanent, type 2, n° 45121.....	850 fr.	<i>Dissuasive.</i>
Vibrateur à rechange pour cet oscillographe, n° 45122.....	212 fr.	<i>Distend.</i>
Chambre à plaque tombante avec support isolant pour 50.000 volts, n° 45315..	1.450 fr.	<i>Divulge.</i>
Lanterne et lampe à arc, n° 49111.....	252 fr.	<i>Diversify.</i>
Résistance en série pour la lampe à arc sous 110 volts, n° 49112.....	53 fr.	<i>Dryshod.</i>
Résistance de 250.000 en réservoir à l'huile, n° 45531.....	1.590 fr.	<i>Domestic.</i>
Résistance de 250.000 en réservoir à l'huile, n° 45532.....	1.430 fr.	<i>Donation.</i>
2 supports isolants pour porter les résistances de 250.000 ohms, n° 45533, 212 fr. chaque.....	424 fr.	<i>Drummer.</i>
Shunt universel Ayrton-Mather, n° 41711.....	396 fr.	<i>Doorstead.</i>
2 boîtes de résistance à fiches pour régler la sensibilité des vibrateurs n° 43211, 160 fr. chaque.....	320 fr.	<i>Drassfish.</i>
Petit ampèremètre et voltmètre combiné, n° 49117.....	120 fr.	<i>Droller.</i>
Support isolant pour porter les 2 boîtes et le shunt, n° 45613.....	348 fr.	<i>Duckling.</i>
5 douzaines de plaques photographiques, n° 45391.....	12 fr.	<i>Duncify.</i>
303/45716. — Equipement E complet.....	7.455 fr.	<i>Dynasty.</i>

Chambre cinématographique comme appareil accessoire aux équipements ci-dessus.

Dans les expériences qui exigent des enregistrements durant plus longtemps que ne le permet la chambre à plaque tombante, il faut se servir de la chambre cinématographique. Cette chambre se laisse adapter à la boîte de la chambre à plaque tombante et doit être fournie comme pendant à celle-ci. On peut utiliser avec la chambre cinématographique soit une pellicule, soit du papier sensible, et nous fournissons avec elle un rouleau de chaque, bien que le papier, meilleur marché que la pellicule, suffise pour bon nombre d'expériences.

Chambre cinématographique à pellicule, n° 45331, arrangée pour s'adapter à la chambre à plaque tombante.....	396 fr.	<i>Doctrinal.</i>
Moteur électrique pour courant continu pour faire marcher le pellicule sous 110 volts n° 45338.....	106 fr.	<i>Dukedom.</i>
Rouleau de pellicule, n° 45393.....	66 fr.	<i>Dullard.</i>
Rouleau de papier sensible, n° 45394.....	10 fr.	<i>Dalleyed.</i>
303/45718.....	578 fr.	<i>Dyscrasy.</i>

EQUIPEMENT F. — Pour l'enseignement et les expériences en classe.

Oscillographe à projection, type 4, n° 45141.....	1.590 fr.	<i>Distiller.</i>
Tableau de projection avec pupitre à tracer et miroir de projection, n° 45341..	265 fr.	<i>Disrober.</i>
Lanterne et lampe à arc, n° 49111.....	252 fr.	<i>Diversify.</i>
Moteur synchrone avec miroir vibrant, n° 45343.....	464 fr.	<i>Dittany.</i>
Résistance en série pour la lampe à arc sous 110 volts, n° 49112.....	53 fr.	<i>Dryshod.</i>
Tableau de distribution pour courant continu, n° 45912.....	128 fr.	<i>Dumpish.</i>
Tableau de distribution pour courant alternatif, n° 45913.....	132 fr.	<i>Dusky.</i>
Boîte de résistance à fiches pour 1600 ohms, n° 43213.....	278 fr.	<i>Dumbness.</i>
Shunt universel Ayrton-Mather, n° 41711.....	396 fr.	<i>Doorstead.</i>
Boîte de résistance à fiches pour 21 ohms. Pour régler la sensibilité du vibreur, n° 43211.....	160 fr.	<i>Dustiness.</i>
303/45719. — Equipement F complet.....	3.718 fr.	<i>Dysury.</i>

A noter. — Si on le préfère, nous remplaçons le shunt Ayrton-Mather par l'un des shunts fixes, par exemple le n° 41723. On trouve également très utile la boîte noire du n° 45342 jointe à du papier sensible n° 45392.

303/4501. — 1 série de 40 plaques pour lanterne de projection. Chaque plaque est numérotée et dénommée, et le tout est disposé pour être employé de suite et est emballé pour le transport..... 69 fr. *Dungeon.*

Nous faisons des prix spéciaux pour une ou plusieurs plaques.

CINQUIÈME PARTIE

ÉLECTROMÈTRES

ÉLECTROMÈTRES

La classe d'instruments dont il est question dans cette section est unique en ce qu'elle renferme des appareils appropriés à la plupart des recherches qui exigent des électromètres ou des électroscopes pour la détermination des charges électrostatiques ou des différences de potentiels.

L'ÉLECTROMÈTRE DE WILSON A FEUILLE D'OR INCLINABLE

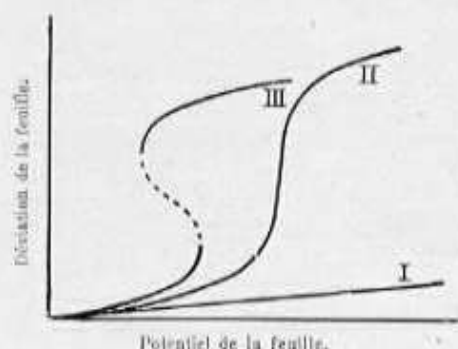


FIG. 73. — Diagramme illustrant le principe de l'électromètre incliné.

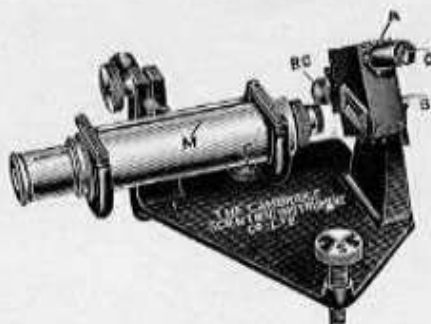


FIG. 74. — Vue générale de l'électromètre incliné.

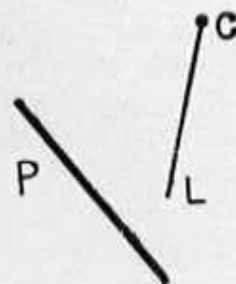


FIG. 75. — Courbes montrant comment la sensibilité peut être modifiée.

Cet instrument, imaginé par M. C. T. R Wilson F. R. S., consiste essentiellement en une feuille d'or isolée L (voir *fig. 75*), qui est suspendue en C et est attirée en dehors de la verticale par une plaque inclinée et chargée P. On peut voir que, suivant : 1° l'inclinaison de la plaque P ; 2° les potentiels relatifs de P et de L ; et 3° la proximité de P et de L, l'équilibre de la feuille peut être soit stable sur la totalité de sa course, soit instable sur une partie de celle-ci. La figure 73 montre trois courbes illustrant les cas possibles. Parmi celles-ci, la courbe I montre une stabilité complète et peu de sensibilité, tandis que la courbe III réunit une grande sensibilité locale avec l'instabilité dans la région pointillée.

L'électromètre incliné est construit de façon à rendre facile le réglage de ces conditions, de façon qu'une courbe intermédiaire puisse être obtenue telle que la courbe II qui réunit une grande sensibilité sur une partie de son développement avec la stabilité partout. Il y a, en fait, une courbe critique qui montre une sensibilité infinie sur une de ses parties.

Sensibilité. — La sensibilité peut être modifiée dans de larges limites. Une sensibilité de 300 à 400 divisions d'oculaire par volt peut être facilement obtenue.

PRIX

303.42111. — Electromètre incliné, complet, avec microscope comprenant l'oculaire n° 3 de Zeiss avec micromètre et l'objectif A3 de Zeiss. (Poids net : 2 kilos.)

250 fr. *Eagerness.*

MICRO-ÉLECTROSCOPE SIMPLE

tel qu'il a été imaginé et employé par M. C. T. R. Wilson, F. R. S.

Il consiste essentiellement en un électroscope à feuille d'or dans lequel on emploie seulement une feuille d'or simple amovible; la répulsion se produit entre elle et une prolongation du fil qui la supporte. Cet instrument est spécialement adapté aux expériences sur l'ionisation et la radio-activité. Une ouverture pratiquée dans la boîte verticalement et au-dessous de la feuille d'or permet à l'agent ionisant d'exercer son influence sur l'air contenu dans la boîte de l'électroscope, et des ouvertures sont ménagées dans les côtés pour voir la feuille d'or. On réalise une isolation exceptionnellement élevée par l'emploi du quartz et l'on connecte momentanément ou d'une façon permanente à la feuille d'or un dispositif simple de charge.

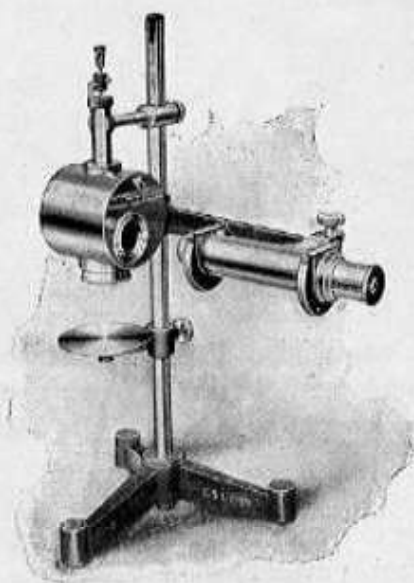


FIG. 76.

Sensibilité. — Cet instrument peut indiquer les variations d'une petite fraction de volt et, pendant tout le temps qu'il reste sans perturbations, les lectures s'accordent bien.

Méthodes permettant de suivre les déviations. — On peut observer de deux manières distinctes les déviations de la feuille d'or. Celle qui est indiquée dans la figure 7 de la notice n° 92, qui sera envoyée sur demande, se réalise en utilisant un microscope muni d'un oculaire micrométrique, le microscope reposant dans un berceau maintenu par le support.

Dans la seconde méthode, on n'emploie pas de microscope, les déviations étant observées au contraire sans grossissement au moyen de l'image réfléchie d'une échelle micrométrique d'après la méthode employée par les professeurs Elster et Geitel. Dans ce but, nous fournissons une échelle attachée à un bras coulissant en laiton monté à quelques centimètres en avant de la fenêtre d'observation dont le verre plan est argenté sur sa partie inférieure. L'observateur, regardant dans la fenêtre, relève en coïncidence avec la feuille d'or l'image virtuelle d'une échelle montée sur la partie extérieure de l'électroscope de façon à éviter toute erreur de parallaxe. Voir la figure 8 de ladite notice n° 92.

En passant commande, on est prié de nous indiquer quelle méthode d'observation on tient à employer, sinon nous fournissons le microscope avec oculaire micrométrique.

PRIX

303/42121. — Micro-électroscope simple comme celui de la figure 76, complet, avec pinces de serrage, support, table pour supporter l'objet soumis à l'examen et microscope, contenant oculaire micrométrique et objectif de 76 millimètres avec berceau de support. (Poids net : 4,1 kilog.)	225 fr.	Eaglestone.
303/42122. — Micro-électroscope simple, complet, avec pinces de serrage, support, table pour soutenir l'objet soumis à l'examen, miroir semi-argenté et échelle millimétrique extérieure avec bras pour supporter celle-ci	160 fr.	Eagre.

PRIX SÉPARÉS

303/42123. — Micro-électroscope seul, sans microscope	114 fr.	Earless.
303/42124. — Support, avec pince pour tenir l'électroscope	16 fr.	Earmark.
303/42125. — Table pour supporter l'objet soumis à l'examen, avec pince pour celle-ci	10 fr.	Earshot.
303/42126. — Microscope contenant l'oculaire micrométrique et l'objectif de 75 millimètres, avec berceau	86 fr.	Earable.
303/42127. — Echelle millimétrique extérieure avec bras de soutien et miroir semi-argenté	20 fr.	Earldom.

ÉLECTROMÈTRE UNIVERSEL PORTATIF

tel qu'il a été imaginé et employé par M. C. T. R. Wilson, F. R. S.

Cet électromètre est un instrument à feuille d'or construit spécialement pour la mesure des potentiels différant peu de zéro ou des potentiels élevés. La particularité essentielle de l'instrument est que la feuille d'or pend dans l'intérieur de la boîte qui est maintenue à un potentiel convenable au moyen d'une bouteille de Leyde en quartz.

Un compensateur est attaché à l'instrument et permet de mesurer des charges par une méthode à potentiel constant; on se trouve bien de ce compensateur pour d'autres usages.

Sensibilité. — Le déplacement de la feuille d'or pour une variation de potentiel de 1 volt dépend de la feuille d'or spécialement employée; il n'est pas de moins de $0^{\text{mm}}.4$, ce qui correspond à deux divisions de l'échelle micrométrique.

Avantages spéciaux :

- 1° Il est facilement portable et n'a pas besoin de batterie;
- 2° Il a une faible capacité (C. G. S.), environ 60 centimètres;
- 3° La feuille d'or prend sa position d'équilibre presque instantanément;
- 4° Une échelle développée est donnée avec deux ou trois limites;
- 5° Il est particulièrement convenable pour les mesures de potentiel de l'atmosphère.

Cet instrument a été employé dans toutes les récentes expéditions antarctiques britanniques.

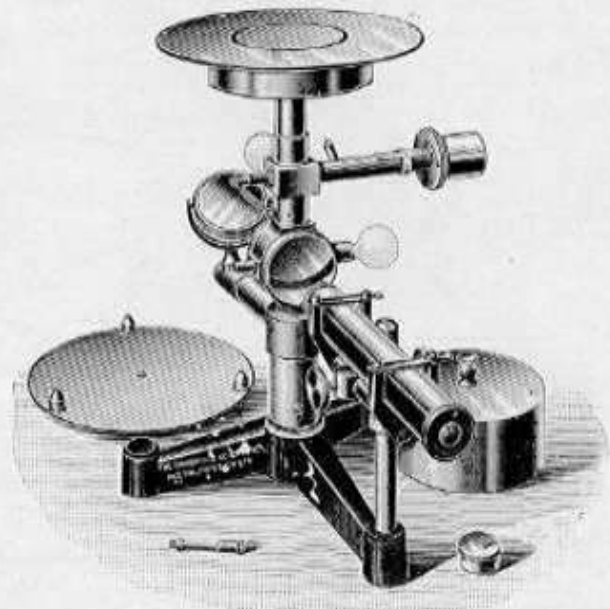


FIG. 77. — Électromètre universel portable montrant la plaque de condensateur employée pour étalonner l'instrument.

PRIX

303/42131. — Électromètre universel portable (fig. 77) dans une boîte en bois, complet, avec le microscope comprenant l'oculaire micrométrique de Zeiss n° 3 et l'objectif de Zeiss A 3. (Poids net: 9 kilos en boîte)

730 fr. Earthling.

L'ÉLECTROMÈTRE A CORDE DE BURTON-LABY

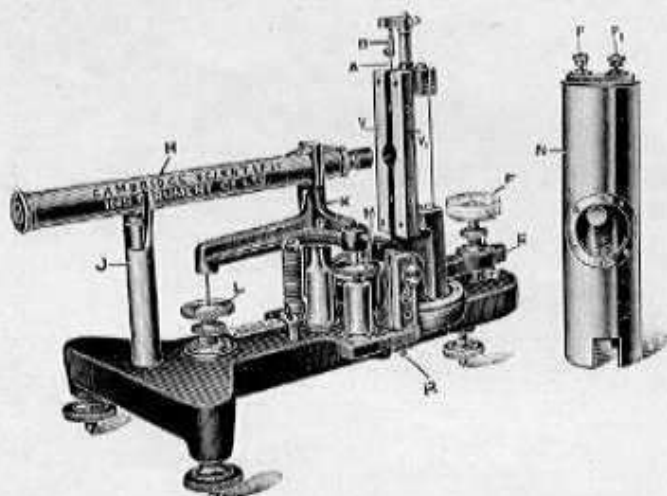


FIG. 78.

L'électromètre à corde, suggéré primitivement par le professeur Einthoven, est un instrument dans lequel le système mobile est une fibre de quartz argenté, solidement tendue entre et parallèlement à deux plaques de métal fixes. Non seulement sa capacité est très petite, mais le mouvement de la fibre est amorti et la période est courte. L'instrument est, pour cette raison, très convenable pour suivre et (si une chambre appropriée est employée) pour enregistrer les variations rapides de voltage dans l'étude des phénomènes discontinus tels que ceux qui se présentent dans les expériences se rapportant à l'ionisation des gaz.

Sensibilité. — Celle-ci varie avec la tension de la fibre. Avec une tension modérée, et avec une fibre d'environ 0^{mm}.003 de diamètre, 50 divisions de l'échelle peuvent être obtenues par volt avec 60 volts entre les plateaux qui sont distants de 10 millimètres. L'emploi de laiton pour recouvrir les plateaux, qui réduit le jeu à 4 millimètres, augmente la sensibilité à peu près dans la proportion inverse de la dimension de ce jeu.

Avantages spéciaux :

- 1° Extrêmement rapide en action ;
- 2° C'est un instrument sensible avec une très faible capacité (quelques centimètres seulement) ;
- 3° La sensibilité peut facilement varier ;
- 4° Le zéro est stable ;
- 5° Il peut être employé comme instrument de projection, ou comme instrument d'enregistrement.

PRIX

303/42211. — Électromètre à corde, complet, avec microscope contenant l'oculaire micrométrique n° 3 de Zeiss et l'objectif C de Zeiss. (Poids net : 9 k. 50)...	660 fr.	Earthy.
303/42212. — Fibre de quartz argenté de rechange. En tube en verre.....	40 fr.	Earthborn.
303/42213. — Support de fibre. Pour emploi dans le montage des fils de rechange.	40 fr.	Earthfed.
303/42214. — Condensateur optique. Comprend un objectif A de Zeiss placé dans une monture convenable pour le montage dans l'électromètre pour transformer ce dernier en instrument de projection.....	86 fr.	Earthnut.
303/49111. — Lanterne de projection avec lampe à arc commandée à la main, particulièrement rigide.....	252 fr.	Easeful.
303/49112. — Résistance en série pour emploi avec la lampe ci-dessus sur circuits à 110 volts continus.....	53 fr.	Easterly.

Prix d'une chambre enregistreur convenable sur demande.

L'ÉLECTROMÈTRE A QUADRANTS DE DOLEZALEK

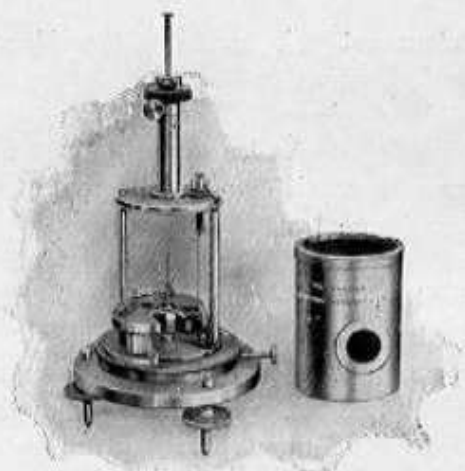


FIG. 79.

Cet instrument est du type bien connu à quadrants et est construit en accord avec les idées de M. le Dr Dolezalek.

L'aiguille et les quadrants sont de petites dimensions, de sorte que la capacité électrostatique est relativement petite (environ 80 centimètres). Les quadrants sont montés sur de l'ambroide qui permet une très haute isolation. L'aiguille est une feuille d'aluminium, sa forme spéciale lui donne une grande rigidité. Elle est suspendue par un fil de quartz, sa légèreté extrême permet d'employer une très faible force de contrôle sans rendre la période inutilement grande.

Sensibilité. — Avec un fil de quartz de 0^{mm},006 de diamètre et 60 millimètres de longueur et avec l'aiguille chargée à 100 volts de plus que les quadrants, on peut obtenir une déviation de 150 millimètres sur une échelle placée à 1 mètre de distance avec une différence de potentiel entre les deux paires de quadrants de 0,1 volt.

Avantages spéciaux :

- 1° Très sensible ;
- 2° Il est pratiquement amorti ;
- 3° Ses déviations sont proportionnelles à la différence de potentiel ;
- 4° Les suspensions sont interchangeables ;
- 5° La capacité est faible, elle est d'environ 80 centimètres.

PRIX

303 42311. — Électromètre de Dolezalek, complet, comprenant trois suspensions en fil de quartz d'environ 0,003, 0,006 et 0 ^{mm} ,009 de diamètre respectivement, et une suspension à ruban en bronze phosphoreux. (Poids net : 3 k. 2.)	200 fr.	<i>Eastward.</i>
303 42313. — Aiguille de rechange en boîte	13 fr.	<i>Eavesdrop.</i>
303 42314. — Boîte contenant trois suspensions en fil de quartz et une en bronze phosphoreux des dimensions ci-dessus	16 fr.	<i>Ebbing.</i>

ÉLECTROMÈTRE DE DOLEZALEK

muni du dispositif magnétique de Sayers pour amortissement

Cet électromètre est décrit dans *The Electrician* du 12 novembre 1909, dans un article intitulé « Un électromètre à quadrants amorti pour l'essai des câbles sous-marins », par M. R.-M. Sayers.

303 42321. — Électromètre de Dolezalek, muni du dispositif magnétique de Sayers pour amortissement. Complet avec boîte contenant trois suspensions en fil de quartz de 0 ^{mm} ,020 de diamètre et une en bronze phosphoreux. (Poids net : 5 k.)	292 fr.	<i>Echinus.</i>
--	---------	-----------------

ÉLECTROMÈTRE A QUADRANTS ENREGISTREUR

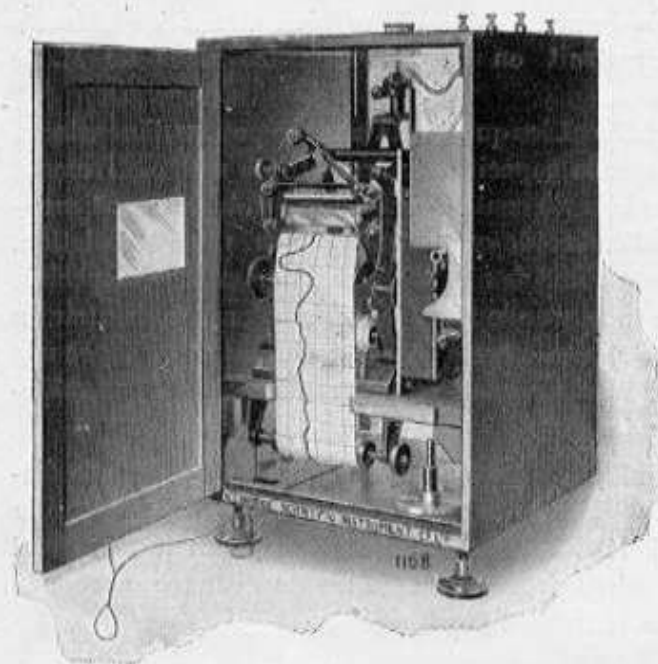


Fig. 80.

Cet instrument (voir *fig. 80*) a été créé avec la collaboration active de M. J. Patterson, du Bureau météorologique de Toronto, et est destiné à être employé dans les investigations météorologiques. Il consiste essentiellement en un électromètre à quadrants sensible ayant une double aiguille et deux séries de quadrants. L'aiguille, qui est construite en aluminium, est munie à son extrémité inférieure d'une ailette en aluminium supplémentaire pour l'amortissement magnétique et à sa partie supérieure d'une baguette isolée qui se meut librement au-dessus d'un tambour enregistreur. A des intervalles réguliers, cette baguette est abaissée par un mouvement d'horlogerie et appuie un fil encre sur la feuille de l'enregistreur. De cette façon, on obtient un enregistrement de la position de la baguette de l'électromètre sous forme d'une série de points qui, dans la pratique, apparaissent comme une ligne continue.

Le système d'enregistrement est absolument semblable à celui employé dans le galvanomètre enregistreur (voir page 40).

La boîte de l'instrument est pourvue d'une fenêtre, de sorte qu'on peut voir d'un coup d'œil la déviation actuelle et celles des heures précédentes.

Une porte est ménagée sur l'arrière de l'appareil pour faciliter l'enlèvement de l'aiguille et de la suspension.

Vitesse de la feuille d'enregistrement. — Cette feuille avance à la vitesse de 14 millimètres à l'heure, et l'on peut faire sur elle un enregistrement d'une semaine.

Sensibilité. — Avec les quadrants chargés à $+40$ et -40 volts respectivement, une déviation de 1 millimètre peut être obtenue quand l'aiguille est chargée à 1,4 volt. L'échelle de l'instrument est de 40 millimètres de part et d'autre du zéro.

Avantages spéciaux :

- 1° Les déviations sont proportionnelles à la différence de potentiel;
- 2° Les suspensions sont faciles à changer et sont interchangeables;
- 3° Il y a un amortissement magnétique;
- 4° Le zéro électrostatique peut être facilement réglé de façon à coïncider avec le zéro naturel.

PRIX

303/42341. — Électromètre à quadrants enregistreurs. Complet, comme représenté dans la figure 80, y compris 6 rouleaux de papier	1440 fr.	<i>Eclat.</i>
303/42343. — Rouleaux de papier de rechange, par douzaine	32 fr.	<i>Eclipse.</i>

L'ÉLÉMENT NORMAL WESTON

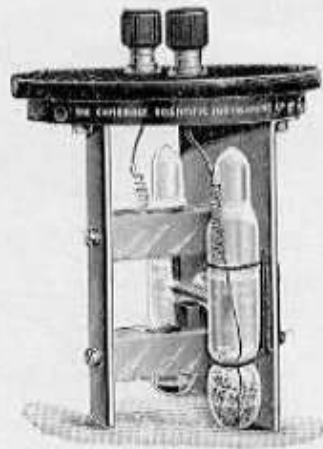
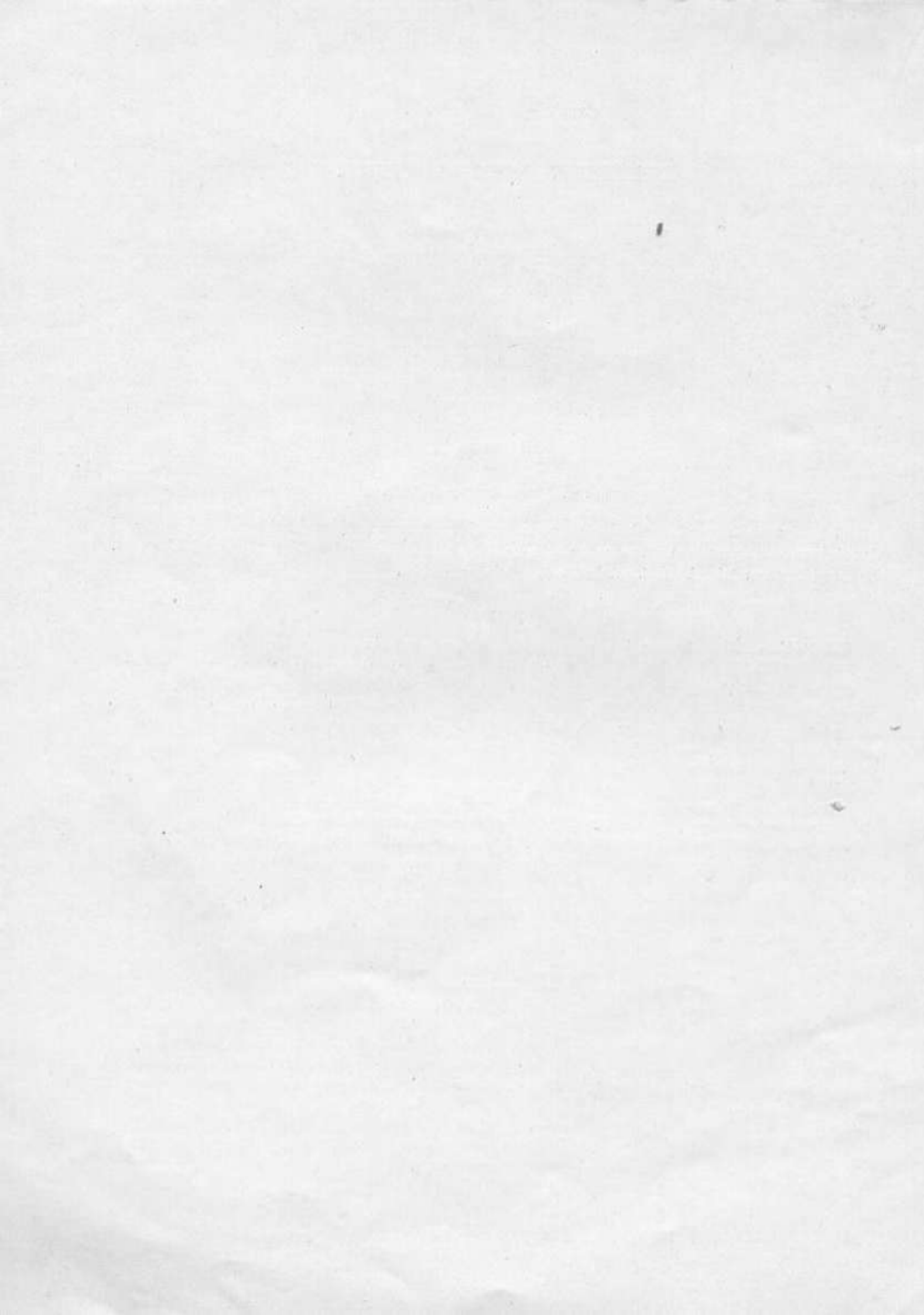


FIG. 81. — Boîte métallique enlevée.

Cet élément étalon est construit en accord avec les recommandations du Congrès international des étalons électriques tenu à Londres en octobre 1908, et est dénommé « Élément normal Weston ». La force électromotrice à 20° C. est de 1,0183 volt international.

PRIX

303/44111. — Élément normal simple Weston avec certificat du Laboratoire national de physique d'Angleterre. (Poids net : 0 k. 80.)	73 fr.	<i>Eclogue.</i>
303/44121. — Élément normal Weston double avec certificat du Laboratoire national de physique d'Angleterre (deux éléments dans une boîte). (Poids net : 1 kil.).	112 fr.	<i>Economist.</i>
303/44112. — L'un ou l'autre de ces éléments peut être monté dans une boîte en acajou avec couvercle, pour protéger le dessus en ébonite et les bornes de la lumière solaire et de la poussière.		
Par élément, supplément de.....	7. 50	<i>Ecstasy.</i>
303/44114 — Thermomètre à mercure divisé en dixièmes de degré et permettant de faire des lectures depuis 0° jusqu'à 50° C. pour usage avec les éléments précités. Avec certificat du Laboratoire national de physique d'Angleterre.....	20 fr.	<i>Ectype.</i>



SIXIÈME PARTIE

BOITES DE RÉSISTANCE
ÉTALONS, ETC.



FIG. 82. — Etalon de résistance, modèle hermétiquement fermé.

ÉTALONS DE RÉSISTANCE

Cette résistance a été créée à la suite des résultats des recherches du professeur Rosa du Bureau of Standards des États-Unis. Les petits changements constatés dans le modèle ordinaire de bobine, dus à l'absorption de l'humidité par la gomme laque, sont évités parce que la bobine est enfermée dans une boîte métallique remplie d'huile de pétrole spécialement choisie et est hermétiquement fermée. Ainsi la bobine est indépendante de toute variation de l'humidité relative de l'atmosphère et reste absolument constante.

Toutes nos bobines sont réglées pour être exactes, à 0,003 % près à la température de 20° C.

Coefficient de température. — Le fil choisi pour ces bobines a un coefficient de variation de la résistance avec la température, très petit. La variation en pour cent est approximativement de 0,002.

Pouvoir thermo-électrique. — Le cuivre est employé pour les bornes et, comme la valeur de la force électromotrice pour le cuivre et la manganine n'excède pas 1,5 microvolt par degré centigrade, il est évident que pour la pratique ordinaire, les effets thermo-électriques sont pratiquement négligeables. On trouvera ci-après copie d'un certificat émanant du Laboratoire national de physique d'Angleterre et se rapportant à une de nos bobines :

LABORATOIRE NATIONAL DE PHYSIQUE

Certificat d'examen de la bobine résistance étalon N° 7227

N. P. L. 8341,8702.

Valeur normale : 100 ohms.

Métal servant à la construction : manganine.

Type de bobine : hermétiquement fermé.

Résistance : 99,992 ohms international à 15,0° C.

— 100,002 — — 20,0° C.

— 100,010 — — 25,0° C.

Mars, 29 1912.

Signé : T.-E. STANTON,
faisant fonctions de directeur.

PRIX

Résistance étalon immergée dans l'huile et hermétiquement fermée comme illustrée par la figure 82, réglée pour être exacte à 0,003 % près à 20° C. Avec certificat du Laboratoire national de physique d'Angleterre.

303/43121. — Résistance 1 ohm.....	120 fr.	<i>Edacity.</i>
303/43122. — — 10 ohms.....	120 fr.	<i>Edely.</i>
303/43123. — — 100 —.....	132 fr.	<i>Edgeless.</i>
303/43124. — — 1000 —.....	160 fr.	<i>Edible</i>

BOITES DE RÉSISTANCE A FICHES

Les bobines dans ces boîtes de résistances sont toutes enroulées de façon à éviter l'induction, et, dans tous les cas, le fil qui est en manganine et recouvert de soie est enroulé sur une simple couche sur des tubes en laiton ouverts aux deux extrémités pour la libre circulation de l'air. On obtient par ces moyens une surface maximum de radiation, et toute la chaleur engendrée par le courant dans la bobine est rapidement dissipée.

Le courant que la bobine dans ces boîtes peut supporter en toute sécurité est gravé sur le couvercle, on a ainsi supprimé tous les doutes qu'on pourrait avoir au sujet du plus ou moins de convenance de certaines boîtes pour une affectation déterminée.

Tous les joints sont faits avec de la soudure d'argent à des connexions en cuivre, lesquelles sont à leur tour soudées à l'étain aux blocs des fiches.

Exactitude. — La plupart des boîtes que nous construisons sont réglées à moins de 0,1 % près. Cependant, dans le cas de la résistance de 1.600 ohms, l'exactitude est de 0,2 %. Cette boîte a été primitivement créée pour emploi avec l'oscillographe.

Coefficient de température. — Celui-ci est d'environ 0,002 % par degré centigrade.

Pouvoir thermo-électrique. — Comme tous les joints sont faits à la soudure d'argent sur les bornes en cuivre et que le pouvoir thermo-électrique entre la manganine et le cuivre est seulement de 1,3 microvolt par degré centigrade, cette source d'ennuis est négligeable.



FIG. 83.

PRIX

303/43211. — Boîte de résistance à fiches avec bobines de 0,04; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 1; 2; 3; 4; 10 ohms et l'infini. Total 21 ohms. Convenable pour courants jusqu'à 0,5 ampère. Approximation 0,1 %..... 160 fr. *Edict.*

303/43215. — Boîte de résistance à fiches avec bobines de 10, 20, 30, 40, 100, 200, 300, 400, 1.000, 1.000 ohms et l'infini. Total 3.100 ohms. Pouvant supporter 0,1 ampère. Approximation 0,1 %..... 260 fr. *Edifer.*

303/43213. — Boîte de résistance à fiches avec bobines de 10, 20, 20, 50, 100, 200, 200, 500 et 500 ohms. Total 1.600 ohms. Pouvant supporter 0,5 ampère, excepté les bobines de 500 ohms qui supportent 0,2 ampère. Approximation 0,2 %..... 278 fr. *Edile.*

Les autres dimensions sont construites sur commande.

SHUNTS

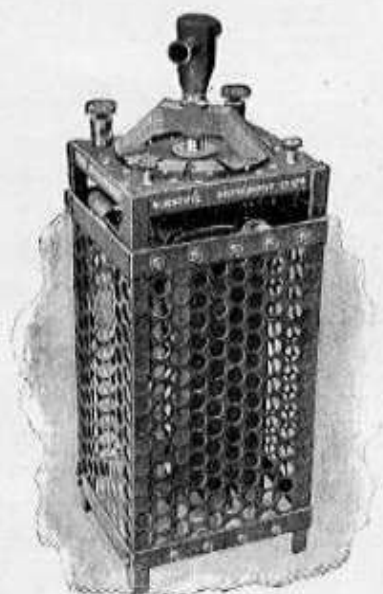


FIG. 84. — Shunt universel Ayrton-Mather.

Tous les shunts sont construits au moyen de feuilles en manganine et sont soigneusement recuits pour que leur constance soit assurée. Les joints sont faits à l'argent soudé au cuivre et la construction est telle que la surface radiante par watt dissipé est très élevée.

La résistance de chaque shunt est telle que lorsque tout le courant le traverse, la chute de potentiel à travers le shunt est de 1 volt.

Shunt universel d'Ayrton-Mather. — Cet instrument a été créé principalement pour être employé avec nos oscillographes. Ses avantages, cependant, sont si grands et si apparents qu'il a un champ étendu d'emploi pour les lycées et autres institutions.

Il est combiné pour supporter des courants de 2, 4, 10, 20, 40 et 100 ampères, chaque bande donne une chute de potentiel de 1 volt quand le courant voulu le traverse. Au moyen d'un commutateur placé sur le dessus, on peut automatiquement faire varier les limites et les connections correspondant aux différences de potentiel.

Exactitude. — Tous les shunts sont réglés avec une approximation de $0,1 \frac{1}{100}$.

Coefficient de température. — Celui-ci est d'environ $0,002 \frac{1}{100}$ par degré centigrade.

PRIX

SHUNTS EN MANGANINE

303/41721. — 1 ohm pour supporter un ampère.....	46 fr.	<i>Effable.</i>
303/41722. — 0,1 ohm pour supporter 10 ampères.....	100 fr.	<i>Effector.</i>
303/41723. — 0,01 ohm pour supporter 100 ampères.....	168 fr.	<i>Effervesce.</i>
303/41724. — 0,002 ohm pour supporter 500 ampères.....	480 fr.	<i>Effete.</i>
303/41711. — Shunt universel Ayrton-Mather de 100 ampères. Avec six valeurs : 0,5 ; 0,25 ; 0,1 ; 0,05 ; 0,025 et 0,01 ohm. Pour supporter 2, 4, 10, 20, 40 ou 100 ampères (fig. 84).....	396 fr.	<i>Effigy.</i>

PONT DE WHEATSTONE

Modèle décimal d'Anthony

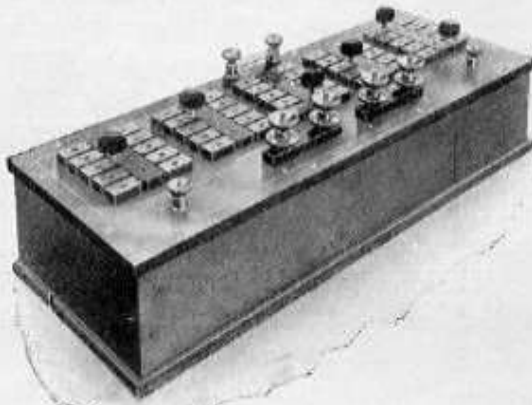


FIG. 85. — Disposé avec fiches et blocs.

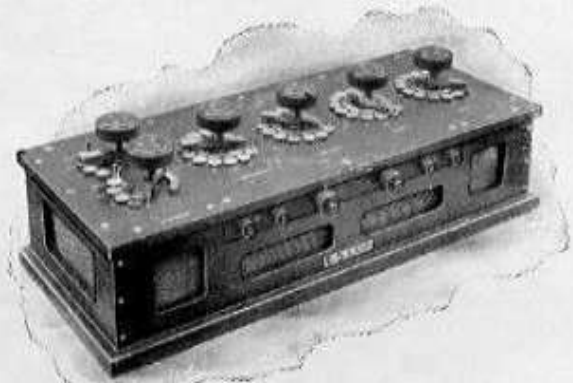


FIG. 86. — Disposé avec commutateurs.

Ce type de ponts de Wheatstone est basé principalement sur les suggestions du professeur Anthony. Les bobines de rapport sont placées l'une à côté de l'autre à une extrémité de la boîte pour qu'on soit sûr qu'elles sont bien à la même température.

Figure 85. Dans ce pont, les contacts sont faits au moyen de fiches et de blocs. Par suite de la forme des tableaux des barres, l'espace entre les blocs de laiton peut être facilement nettoyé.

Le pont montré dans la figure 86 est muni de commutateurs au lieu de fiches et de blocs. La construction des commutateurs a reçu beaucoup d'attention et les résistances au contact ont été trouvées constamment très faibles et très constantes même après quelques années de service. L'avantage des dispositifs de commutateurs sur le système à fiches consiste en un travail plus facile et en une plus grande rapidité de manipulation.

Bobines. — Les bobines de résistances sont en manganine et sont enroulées sur des tubes en laiton; elles sont gomme laquées et bien recuites. Il y a quatre tableaux donnant les unités, les dizaines, les centaines et les mille, réunis au tableau de rapport.

Exactitude. — Les bobines sont réglées pour une approximation de $0,05 \frac{1}{100}$.

PRIX

303/43321. — Pont de Wheatstone, modèle d'Anthony, avec blocs à fiches, exactitude $0,05 \frac{1}{100}$, comme illustré dans la figure 85	1320 fr.	<i>Efflate.</i>
303/43322. — Pont de Wheatstone, modèle d'Anthony, avec tableaux, approximation $0,05 \frac{1}{100}$, comme illustré dans la figure 86	1320 fr.	<i>Effluent.</i>

PONT DE WHEATSTONE ENREGISTREUR DE CALLENDAR

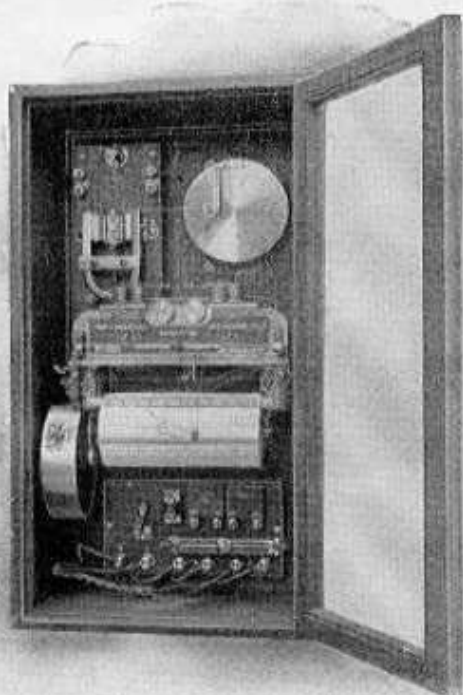


FIG. 87.

Cet instrument est employé pour enregistrer n'importe quelle quantité physique variable qui peut être réduite à la détermination d'une résistance électrique. Il est employé pour enregistrer l'éclairage solaire, les variations de la pression et de la température de la vapeur et est largement utilisé en relation avec les pyromètres à résistance pour donner un enregistrement continu de la température sur une échelle très développée. La feuille mesure 200 millimètres de largeur et l'échelle des températures peut être pratiquement celle qu'on veut. L'instrument consiste essentiellement en un pont à fil sur lequel glisse un contact porté par une plume qui écrit sur le tambour mis en rotation. Le mouvement de la plume est contrôlé par deux mouvements d'horlogerie qui, à leur tour, sont contrôlés par des électro-aimants. L'aiguille du galvanomètre porte deux fils isolés l'un de l'autre qui peuvent faire contact sur l'un ou l'autre des côtés d'une roue de contact recouverte de platine. Quand le pont est « en équilibre », ces contacts ne touchent pas la roue, mais, dès que la bobine du galvanomètre dévie, l'un ou l'autre

contact est réalisé et oblige l'électro-aimant correspondant à abandonner son mouvement d'horlogerie et à tirer le chariot à plume le long du fil du pont jusqu'à ce que les conditions d'équilibre soient retrouvées. Un accumulateur de 4 volts est nécessaire pour actionner l'enregistreur.

Echelles. — L'échelle le long de la feuille, dépend de la dimension du fil de pont employé. Les fils de pont de valeurs suivantes sont fournis : n° 1/2 = 0,5 ohm; n° 2 = 2 ohms; n° 4 = 4 ohms.

Zéro. — Le zéro de l'enregistreur peut être rapidement et facilement changé. Un tableau est installé et fera passer le zéro par degrés de 0,5 ohm de 0 à 20 ohms.

Vitesse du tambour. — Par un simple dispositif de changement de vitesse, le tambour peut faire un tour soit en 25 heures, soit en 2 heures 5 minutes. Si on le désire, des vitesses de 12 et 1 heure peuvent être fournies. Nous pouvons également fournir un mouvement continu du papier permettant de faire l'enregistrement pendant une semaine.

Exactitude. — Les bobines de résistance sont réglées à 0,1 % près et le fil de pont à 0,25 % près. L'approximation avec laquelle on peut travailler avec le pont est bien inférieure à 0,5 %.

PRIX

303 43341. — Pont de Wheatstone de Callendar avec enregistrement muni d'un tambour ayant des vitesses de 25 heures et de 2 heures 5 minutes et réglé pour l'une des échelles ci-dessus, complet avec 100 feuilles (voir fig. 87)	1020 fr.	<i>Effusion.</i>
303 43342. — Le même, mais avec tambour se déroulant en 12 heures et 1 heure, complet avec 100 feuilles	1020 fr.	<i>Effulge.</i>
303 43343. — Le même, mais avec le mouvement continu du papier pour un enregistrement de 7 jours, complet avec 25 feuilles	1100 fr.	<i>Effusive.</i>

POTENTIOMÈTRE

(Modèle thermo-couple)



FIG. 88.

Cet instrument a été créé pour la mesure exacte des petites différences de potentiel n'excédant pas 30 millivolts. La méthode de mesure adoptée est une extension de la méthode bien connue du potentiomètre. Un élément normal Weston est employé comme étalon et le potentiomètre est arrangé de façon qu'il est possible d'obtenir des lectures directes à 1/100 de millivolt et, par estimation des dixièmes, à 1 microvolt. La manganine et le cuivre sont employés partout dans la construction des circuits électriques, ces deux métaux n'ayant qu'un petit pouvoir thermo-électrique. L'étalonnage du potentiomètre peut toujours être vérifié sans perturber la position de l'instrument lui-même; c'est là un point important quand la rapidité dans les manipulations est essentielle.

Bobines. — Les bobines de résistance sont en manganine, gomme laquées et bien recuites. Les bobines qui donnent la différence de potentiel de 1 millivolt chacune sont faites d'une longueur ininterrompue, le cuivre n'est employé que pour les conducteurs aux bornes de contact.

Échelles. — L'échelle du fil coulisseau « à millivolt » correspond à 1,2 millivolt et des lectures directes de valeur de 0,01 millivolt peuvent être obtenues. Le fil coulisseau de l'élément est suffisant pour répondre aux changements maxima dans la force électromotrice de l'élément normal Weston dus aux changements de température.

Courant de batterie. — Un accumulateur de 2 volts est nécessaire. Le courant est de 0,02 ampère.

Exactitude. — L'approximation dans les mesures est de 0,1 %.

PRIX

303/44221. — Potentiomètre (Modèle thermo-couple), échelle de 0 à 30 millivolts. Exactitude 0,1 %	660 fr.	<i>Eftsoon.</i>
303/44222. — Potentiomètre (Modèle thermo-couple), échelle de 0 à 90 millivolts. Exactitude 0,1 %	720 fr.	<i>Egging.</i>

POTENTIOMÈTRE ENREGISTREUR DE CALLENDAR

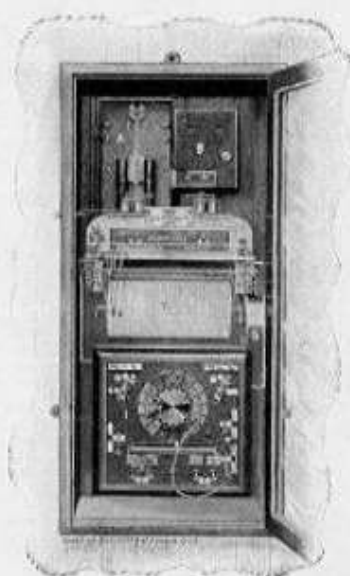


Fig. 89.

Cet instrument est employé pour enregistrer toute quantité physique variable qui peut être réduite à la détermination d'une différence de potentiel. Au moyen de simples commutateurs, on peut s'en servir comme pont de Wheatstone enregistreur et on a ainsi un instrument très utile dans le laboratoire. Son aspect général est assez semblable à celui du pont de Wheatstone enregistreur décrit à la page 82. Dans le but de donner au fil de pont à différence de potentiel une échelle convenable, on emploie une résistance auxiliaire comprenant quinze sections et dont les extrémités sont connectées à un tableau à fiches circulaire monté dans la partie inférieure de l'appareil. Un élément de pile étalon est employé pour la comparaison et un accumulateur de 2 volts est employé pour envoyer un courant constant à travers le fil de pont et les résistances auxiliaires en série.

Echelles. — L'échelle sur la feuille d'enregistrement dépend de la dimension du fil-coulisse employé. Des fils-coulisses ayant les dimensions suivantes sont fournis : n° 1/2 = 0,025 volt, n° 1 = 0,05 volt, n° 2 = 0,1 volt.

Zéro. — Le zéro du fil-coulisse peut être remonté par gradations de 0,1 volt.

Vitesses du tambour. — Un dispositif de changement de vitesse simple est prévu et les vitesses qu'on peut obtenir sont : une révolution dans 25 heures ou dans 2 heures 5 minutes.

Nous pouvons fournir un mouvement continu du papier au moyen duquel un enregistrement pendant une semaine peut être obtenu.

Exactitude. — Les bobines de résistance sont réglées à 0,1 % près et le fil-coulisse à 0,25 % près. L'approximation de travail tout le long de l'échelle est inférieure à 0,5 %.

PRIX

303 44211. — Potentiomètre de Callendar enregistreur, muni d'un tambour ayant des vitesses de 25 heures et 2 heures 5 minutes et une des échelles ci-dessus, comme illustré par la figure 89, y compris 100 feuilles.....	1320 fr.	<i>Egoist.</i>
303 44212. — Le même, mais muni d'un mouvement continu du papier de Wayne pour enregistrement de 7 jours, complet avec 25 feuilles.....	1450 fr.	<i>Egress.</i>

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A	Pages.
Affaissements (Appareils pour mesures de)	33
Ampèremètre thermique de Duddell	53
Astronomie (Micromètre)	30
Avant-propos	4
Ayrton-Mather (Galvanomètre de)	37
— — — à courte période	38
— — — (Shunts de)	80
Ayrton-Perry-Duddell (Galvanomètre à ruban tordu de)	55

B	Pages.
Banc optique	25
Boîtes de résistance	77-84
Boîtes de résistance à fiches	79
Boys (Radiomètre de)	22
— (Supports de Laboratoire d'après)	7
Brearey (Traceur de courbes de)	73
Broca (Galvanomètre de)	42

C	Pages.
Callendar. Appareil pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur	20
— (Calorimètre de)	24
— (Pont de Wheatstone enregistreur de)	82
— (Potentiomètre enregistreur de)	84
Calorimètre de Callendar et de Barnes pour déterminer l'équivalent électrique de la chaleur	24
— à combustibles de Rosenbain	24
Cambridge (Extensomètre de)	15
Cathétomètre	10
Cercle d'inclinaison	26
— modèle de Kew	28
Chaleur (Instruments de)	20-23
Chambre photographique à papier	48
— — — à plaques	47
Choix répétés (Machine d'essais aux)	18
Chronographe	43
Comparateur	10
Compressomètre d'Ewing	16
Conditions de fourniture	2
Corde (Electromètre à)	72
Corde (Galvanomètre à)	43-50
Courbes (Traceur de), d'après Brearey	53
Cymographe	44

D	Pages.
Deprez (Marqueur de temps de)	44
Diapason (Support de)	13
Diapasons	13
Diviser (Machines à)	32
Dolezalek (Electromètre à quadrants de)	73
Duddell (Étalon magnétique)	54
— Galvanomètre à vibrations de	54
— (Oscillographes de)	57-66
— (Thermo-ampèremètre)	53
— (Thermo-galvanomètre de)	52

E	Pages.
Echelle avec télescope ou lampe	9, 56
Einhoven (Galvanomètre de)	43-50
Electricité (Appareils de)	33-84
Electromètre à corde de Burton-Laby	72
— à feuille d'or inclinable	69
— à quadrants de Dolezalek	73
— — — enregistreur de Patterson	74
— de Wilson	69-71
— universel portable de Wilson	74
Electromètres	67-75
Electroscope (Micro-simple de Wilson)	70
Élément normal de Weston	75
Enregistreur à corde	40
Équivalent mécanique de la chaleur (Appareil pour déterminer l')	20
Étalons de résistance	78
Étalon magnétique de Duddell	54
Ewing (Compressomètre de)	16
— (Extensomètre de)	16
Extensomètre de Cambridge	15
— d'Ewing	16
— (Outils de repérage pour)	17

F	Pages.
Facteur de mérite de galvanomètre	36
Fourniture (Conditions de)	2
Fresnel (Miroir de)	25

G	Pages.
Galvanomètre (Lampe pour)	56
— (Télescope pour)	56
Galvanomètres, etc	35-56
Galvanomètre Ayrton-Mather	37
— Ayrton-Mather (à courte période)	38
— Ayrton-Perry-Duddell	55
— à bobine mobile à pivots	39
— à ruban tordu	55
— à vibration de Duddell	54
— de Broca	42
— d'Einhoven	43-50
— de Paschen	41
— enregistreur	40
— Facteur de mérite	36
— (Théorie de)	36
— thermique de Duddell	52

H	Pages.
Hinks (Micromètre astronomique de)	30
Hooke (Appareil pour vérifier la loi de)	47
Horloge	44

		Pages
I		
Inclinaison (Cercle d')	26-28	
— (Inducteur d')	28	
Inducteur d'inclinaison	28	
Instruments d'électricité	35-84	
— de physique, etc.	5-26	
— spéciaux	27-33	
Ionisantes (Appareil de Wilson pour rendre visibles les trajectoires)	18	
J		
« J » (Appareil pour déterminer)	20	
Joly (Medomètre de)	23	
L		
Laboratoire (Supports de)	6	
Lampe Neerst et échelle transparente, etc.	9, 56	
Lanternes de projection (Plaques pour)	18, 59, 66	
Lentilles (Roue à)	24	
Lumière (Appareils de)	24-25	
M		
Magnétique (Étalon)	54	
Magnétisme (Instruments de)	26	
Magnétomètre d'étudiants	26	
Marqueur de temps de Deprez	14	
Mécanique (Appareils de)	13-19	
Medomètre de Joly	23	
Micro-électroscope de Wilson	70	
Micromanomètre	19	
Micromètre astronomique	30	
Microscope de lecture	10	
Miroirs de Fresnel	25	
N		
National Physical Laboratory, Angleterre. Bulletins d'essais	54, 78	
O		
Optique (Banc)	25	
Oscillographes de Duddell	57-66	
— — (Appareils accessoires)	63	
— — — pour la projection et l'enregistrement)	62	
— — — installations types	64-66	
— — — (Principes des)	59	
— — — (Types de)	60-61	
P		
Paschen (Galvanomètre de)	41	
Patterson (Electromètre à quadrants enregistreur de) ..	74	
Photographique (Chambre)	47-48	
Physique (Instruments de)	5-26	
Pile étalon de Weston	75	
Plaques pour lanternes de projection	18	
Q		
Quadrants (Electromètre de Dolezalek à)	73	
— enregistreur de Patterson	74	
R		
Radio-micromètre de Boys	22	
Règles étalons	8	
Résistances, etc.	77-84	
— (Boîtes de), à fiches	79	
— (Étalons de)	58	
Rosenhain (Calorimètre à combustibles)	21	
Roue à lentilles	24	
S		
Searle (Appareil de), pour la détermination du module de Young	17	
Shunts d'Ayrton-Mather	80	
Spectro-héliographe	29	
Spectromètre de laboratoire	24	
Stanton Dr. (Machine d'essais aux chocs répétés d'après)	18	
Supports de diapason	13	
Supports de laboratoire	6	
— — géométriques	7	
T		
Tambour rotatif	11	
Télescope et échelle	9	
Temps (Marqueur de), de Deprez	14	
Thermiques (Instruments)	52-53	
Thermo-couple (Potentiomètre modèle pour)	83	
Threlfall (Micromanomètre de)	19	
V		
Vibrations (Galvanomètre de Duddell à)	51	
Vis (Machine à mesurer les)	31	
W		
Weston (Élément normal de)	75	
Wheatstone (Ponts de)	81-82	
Wilson. Appareil pour rendre visibles les trajectoires des particules ionisantes	18	
— (Electromètre à feuille d'or inclinable de)	69	
— (— universel portable de)	71	
— (Micro-électroscope simple de)	70	
Y		
Young (Module de) (Détermination de), Appareil de Searle	17	

D'AUTRES APPAREILS

Nous indiquons ci-après d'autres notices et brochures françaises que nous tenons à la disposition de tout demandeur.

- N° 307. Appareils électro-cardiographiques.
- » 75 F. Extensomètre de Cambridge.
 - » 79 F. Régulateurs automatiques de température H & M.
 - » 81 F. Le Meldomètre Joly.
 - » 84 F. Machine pour les essais de chocs répétés.
 - » 86 F. Enregistreur à deux compteurs pour acide carbonique.
 - » 90 F. Appareils pour la détermination des équivalents mécanique et électrique de la chaleur.
 - » 94 F. Pyromètres thermo-électriques.
 - » 305. Le calorimètre Rosenhain.
 - » 310. Extensomètre d'Ewing.
 - » 320. Pyromètre enregistreur Callendar pour hauts fourneaux.
 - » 313. Thermomètres H et M enregistreurs et indicateurs.
-

IL A ÉTÉ DÉCERNÉ A LA "CAMBRIDGE SCIENTIFIC INSTRUMENT
COMPANY, LTD ", AUX EXPOSITIONS UNIVERSELLES, LES
RÉCOMPENSES SUIVANTES :

International Inventions, 1885, Médaille d'Or.

Paris, 1900, Grand Prix.

Saint-Louis, 1904, 2 Grands Prix.

Milan, 1906, 2 Grands Prix.

Franco-Britannique, 1908, 5 Grands Prix.

Bruxelles, 1910, Hors Concours.

Turin, 1911, Hors Concours.