

# Die **LEYBOLD** -Welle

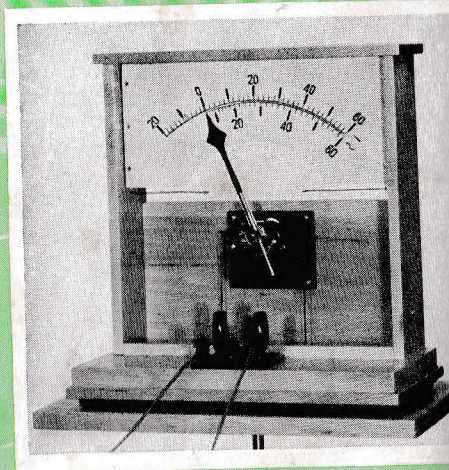
Revue illustrée pour les amis de la Physique



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER · KÖLN-BAYENTAL**  
BONNER STRASSE 504 · TELEPH. 4716 · TELEGR. LEYBOLDVAK

**1<sup>re</sup> année**

Cahier 1 · Décembre 1959

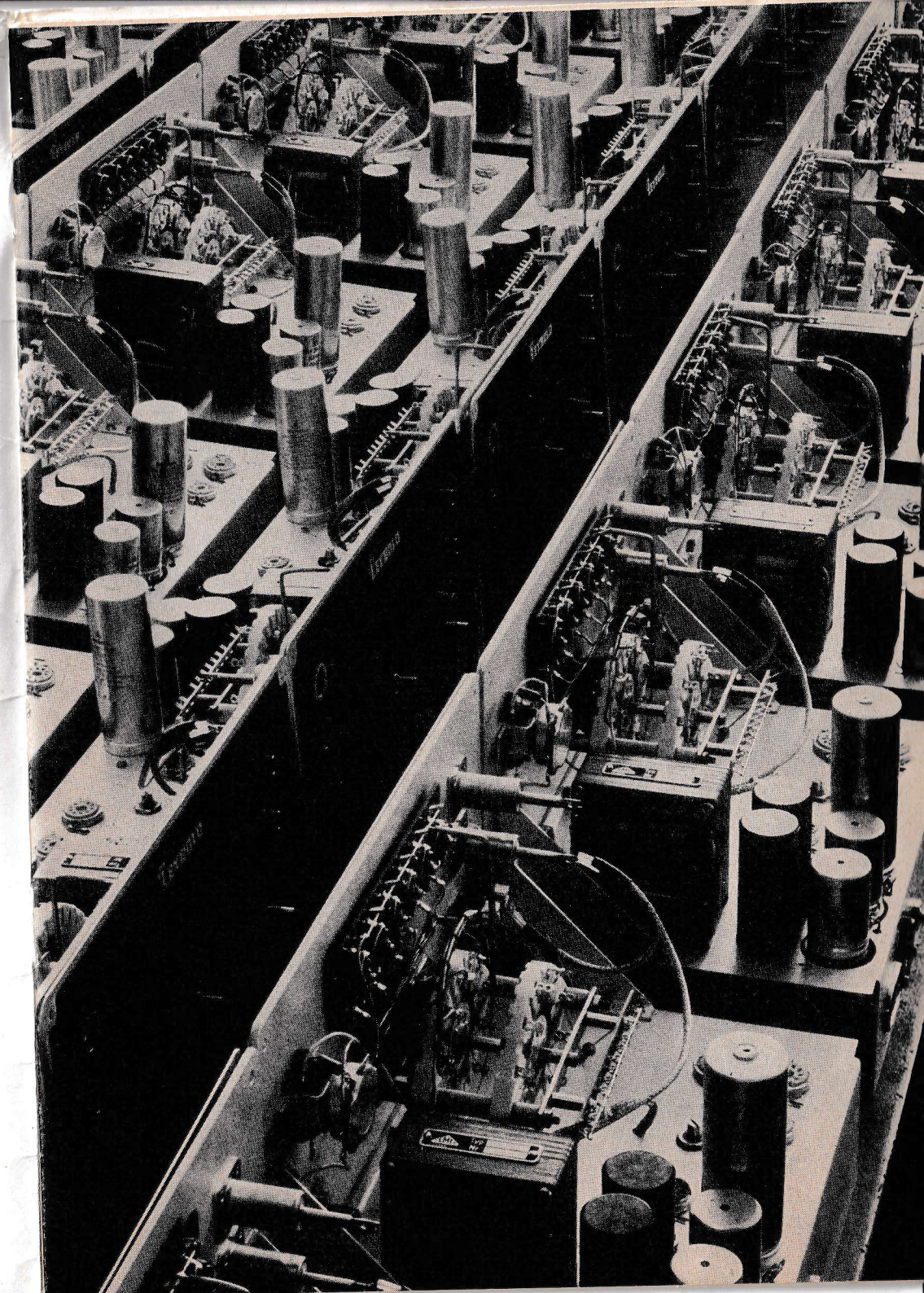


## Sommaire:

|                                                                                                                                                                                                                      | page  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Notre grand appareil à cadre mobile pour courants alternatif et continu et ses applications en combinaison avec l'amplificateur de mesure . . . . .                                                                  | 3-13  |
| „The Nature of the $\alpha$ -Particle from Radioactive Substances”, by Professor E. Rutherford, F. R. S., and T. Royds, M. Sc., 1851 Exhibition Science Scholar. Phil. Mag. (6), 17, 181 (1909) Traduction . . . . . | 15-19 |
| Coup d'œil dans nos usines . . . . .                                                                                                                                                                                 | 20    |
| Nouvelles de LEYBOLD . . . . .                                                                                                                                                                                       | 21-23 |

Ci-contre «Un coin de nos usines»: châssis tout montés de notre nouvel amplificateur de mesure aux essais.

„Die LEYBOLD-Welle”, Revue illustrée pour les amis de la Physique.  
 Publiée par E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, éditeur, KÖLN-BAYENTAL, Allemagne, Bonner Straße 504.  
 Associé personnellement responsable: Dr. Manfred Dunkel; rédacteur en chef: Siegfried Leonhard, tous deux à Köln-Bayental, Bonner Strasse 504.  
 Impression: Grossdruckerei Greven & Bechtold, Köln, Weyerstrasse 19.  
 Reproduction, même partielle, seulement avec l'autorisation de la rédaction. Tous droits réservés, notamment pour la traduction.



## Notre grand appareil à cadre mobile pour courants alternatif et continu et ses applications en combinaison avec l'amplificateur de mesure

Le désir partout exprimé d'avoir un instrument de mesure pouvant être employé pour les tensions et courants alternatifs et continus nous a incités à réunir en un seul appareil les deux systèmes de mesure de nos appareils à cadre mobile fournis jusqu'ici.

Le nouvel appareil est simple dans sa construction, en même temps que son emploi est presque illimité pour la mesure des courants et tensions. Nous avons adopté le point zéro au centre gauche, afin de pouvoir utiliser toute l'échelle dans des expériences, aussi bien avec des tension et courant continus qu'avec des tension et courant alternatifs. Pourtant on peut, si l'on veut, déterminer la polarité quand on opère avec de la tension continue, vu qu'on dispose d'un espace suffisant pour des déviations vers la gauche. On peut encore facilement exécuter des expériences d'oscillations lentes pour expérimenter par conséquent avec des tensions alternatives, comme c'est le cas – pour ne citer qu'un exemple – pour montrer les rapports entre l'intensité de champ magnétique et l'induction magnétique.

L'appareil a été conçu pour permettre une lecture à distance sans l'appoint d'aucun dispositif supplémentaire; les élèves les plus éloignés peuvent ainsi suivre l'aiguille sans quitter leur place. La lecture peut se faire en outre des deux côtés de l'échelle, ce qui permet au professeur, placé derrière l'appareil, de suivre également les déviations.

Fig. 1 Grand appareil à cadre mobile raccordé à l'amplificateur de mesure

Nous nous proposons de décrire tout d'abord les avantages de l'instrument employé seul, c'est-à-dire avec des résistances en dérivation et en série combinées (fig. 2). Nous parlerons ensuite de sa combinaison avec l'amplificateur de mesure (fig. 1) pour montrer les multiples applications de celui-ci pour la mesure des courants et tensions les plus faibles.

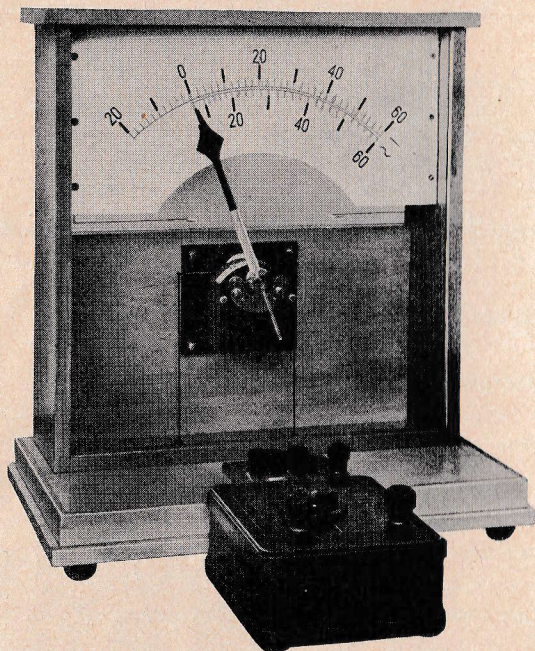


Fig. 2

Grand appareil à cadre mobile avec système de résistances en dérivation et en série combinées

### Organes de l'appareil

Le grand appareil à cadre mobile possède: aimant permanent, bobine tournante avec deux ressorts en spirale enroulés en sens inverse, aiguille avec contrepoids et fils conducteurs. La vitre frontale permet de voir ces divers organes. L'échelle supérieure, graduée linéairement, sert à la mesure des tensions et courants continus; l'inférieure à celle des tensions et courants alternatifs, mais celle-ci n'est pas — et elle

ne l'est jamais sur ce genre d'appareil — linéaire. Un adaptateur, caractérisé par — et ~, commande la connexion au mécanisme mesureur, suivant qu'on veut mesurer de l'alternatif ou du continu.

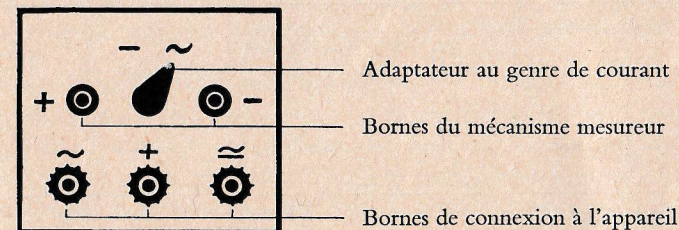


Fig. 3

Cet adaptateur (— ~) est monté sur un petit socle au bas de la vitre entre les deux bornes du mécanisme mesureur (+ —), avec les trois bornes de connexion de l'appareil (~ + ~) (Fig. 3).

### Zones de mesure

Le tableau 1 indique les zones de mesure de l'appareil suivant les positions de l'adaptateur (— ~) au genre de courant et suivant les connexions, soit aux 2 bornes supérieures (sur la figure 3) caractérisées par + et —, soit aux bornes inférieures, caractérisées par ~ + et ~-, soit au système de résistances en dérivation et en série combinées, raccordé aux dites bornes inférieures pourvues d'écrous moletés et isolés. Ce tableau renferme les 4 zones de mesure pour courant et tension continus, en connectant aux bornes supérieures + et — dont nous reparlerons spécialement plus loin. Quand on raccorde à ces 2 bornes, on ne doit pas utiliser en même temps les bornes inférieures pour une connexion quelconque. Inversement, quand on utilise ces dernières, on ne doit pas se servir des autres en même temps. Le système de résistances en dérivation et en série combinées ne doit pas non plus être raccordé quand on applique un courant ou une tension directement aux bornes de l'appareil de mesure. Enfin on ne doit pas utiliser simultanément les bornes de l'appareil à cadre mobile et celles du système de résistances combinées. En résumé, on ne peut pas exécuter deux mesures à la fois. En se servant des connexions indiquées dans le tableau 3, on dispose de 24 zones de mesure différentes.

Si l'on emploie l'appareil à cadre mobile comme indicateur avec l'amplificateur de mesure, on utilise les bornes + et — et tourne le commutateur commandant sur ~. Les valeurs indiquées sur l'amplificateur (voir tableau 2, page 8) valent alors pour les zones de l'appareil de mesure.

## Zones d'emploi de l'amplificateur de mesure

Le tableau 2 ci-dessous montre les différentes zones de mesure de l'amplificateur.

Tableau 2

| Zone de mesure                | Résistance d'entrée | Zone de mesure                 | Résistance d'entrée   |
|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|
| $30 \cdot 10^{-12} \text{ A}$ | $10^{10} \Omega$    | 300 V                          | $5 \cdot 10^8 \Omega$ |
| $30 \cdot 10^{-11} \text{ A}$ | $10^9 \Omega$       | 30 V                           | $5 \cdot 10^8 \Omega$ |
| $30 \cdot 10^{-10} \text{ A}$ | $10^8 \Omega$       | 3 V                            | $5 \cdot 10^8 \Omega$ |
| $30 \cdot 10^{-9} \text{ A}$  | $10^7 \Omega$       | $30 \cdot 10^{-10} \text{ As}$ | $2 \cdot 10^8 \Omega$ |
| $30 \cdot 10^{-8} \text{ A}$  | $10^6 \Omega$       | $30 \cdot 10^{-9} \text{ As}$  | $2 \cdot 10^7 \Omega$ |
|                               |                     | $30 \cdot 10^{-8} \text{ As}$  | $2 \cdot 10^6 \Omega$ |

En dehors de ces zones, on a encore la possibilité de mesurer, à l'aide d'un potentiomètre devant être raccordé séparément, des tensions allant jusqu'à 1.500 et 3.000 V, dont le réglage est nécessaire pour alimenter des tubes compteurs, des chambres d'ionisation, des compteurs à pointe et d'autres appareils similaires.

Nous parlerons en détail dans un prochain cahier de la structure interne et du fonctionnement de l'amplificateur. Nous ne donnerons aujourd'hui que quelques indications concernant ses possibilités d'emploi en combinaison avec l'appareil à cadre mobile, pour mesurer en partie même les courants, tensions et charges les plus faibles. Comme nous l'avons déjà dit, l'amplificateur est raccordé pour cela aux deux bornes supérieures (sur la figure 3) caractérisées par + et —, donc directement au mécanisme mesureur de l'appareil à cadre mobile, tandis que l'adaptateur au genre de courant est tourné sur ~.

## Mesure de faibles courants

Il est nécessaire de pouvoir mesurer de tels courants quand on veut montrer l'ionisation de l'air par des gaz enflammés, par les électrons émis dans l'effet photoélectrique, par des rayons X ou d'origine radioactive. A cela s'ajoute encore la mesure du courant de saturation apparaissant toujours lors de l'ionisation de l'air, quand tous les ions formés sont captés par les électrodes. Hormis ces expériences servant d'introduction au mécanisme de la conduction, à la mesure des doses et des intensités de rayonnement X et  $\gamma$ <sup>1)</sup> et à la détermination de la portée des corpuscules  $\alpha$ , l'amplificateur de mesure trouve encore son application pour mesurer de faibles courants dans les importantes expériences suivantes:

<sup>1)</sup> Voir K. Hecht: „Dosimétrie des rayons X et  $\gamma$  dans l'enseignement de la Physique" (tirage à part traduit en français)

## Mesure de la constante universelle $h$

Pour déterminer la constante de Planck à l'aide de l'effet photoélectrique et en appliquant l'équation einsteinienne, on mesure dans un procédé compensateur l'énergie des électrons libérés par effet photoélectrique. Par suite de la grande faiblesse des courants photoélectriques, l'amplificateur de mesure convient mieux que notre ancien dispositif à tube électronique proposé autrefois pour cette expérience. La constance du point zéro et la sensibilité de l'appareil permettent maintenant de mesurer également la raie jaune du mercure  $\lambda = 578 \text{ nm}$ . On peut par conséquent opérer des mesures sur les 5 raies visibles du spectre du mercure (578; 546; 493; 436 et 405 nm) et utiliser ainsi une zone de fréquences considérablement plus étendue de l'énergie quantique, ce qui facilite l'exécution de l'expérience et conduit à des résultats plus sûrs (fig. 5).

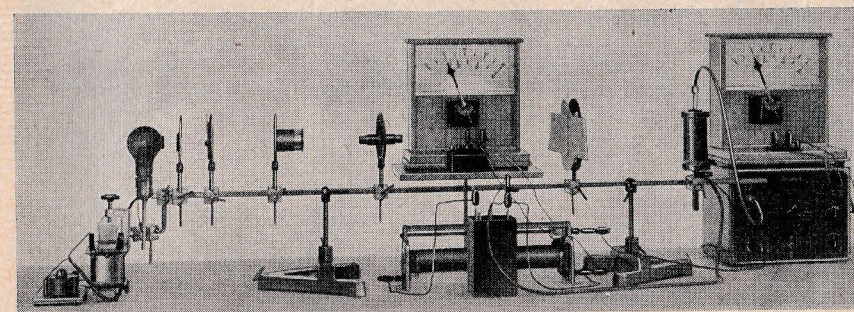


Fig. 5 Mesure de la constante de Planck à l'aide de l'effet photoélectrique et en appliquant l'équation d'Einstein. Montage expérimental réalisé avec deux grands appareils à cadre mobile, en combinaison avec l'amplificateur de mesure

## Expérience de Franck-Hertz

La réalisation de cette expérience est aussi considérablement simplifiée par l'emploi de l'amplificateur de mesure. Comme le montre la figure 6, le montage pour exécuter cette importante expérience de physique quantique est facile. L'appareil à cadre mobile de gauche indique la tension réglée à l'aide de la boîte d'alimentation, tandis que celui de droite, posé sur l'amplificateur de mesure, indique le courant électronique passant entre la grille accélératrice et l'anode.

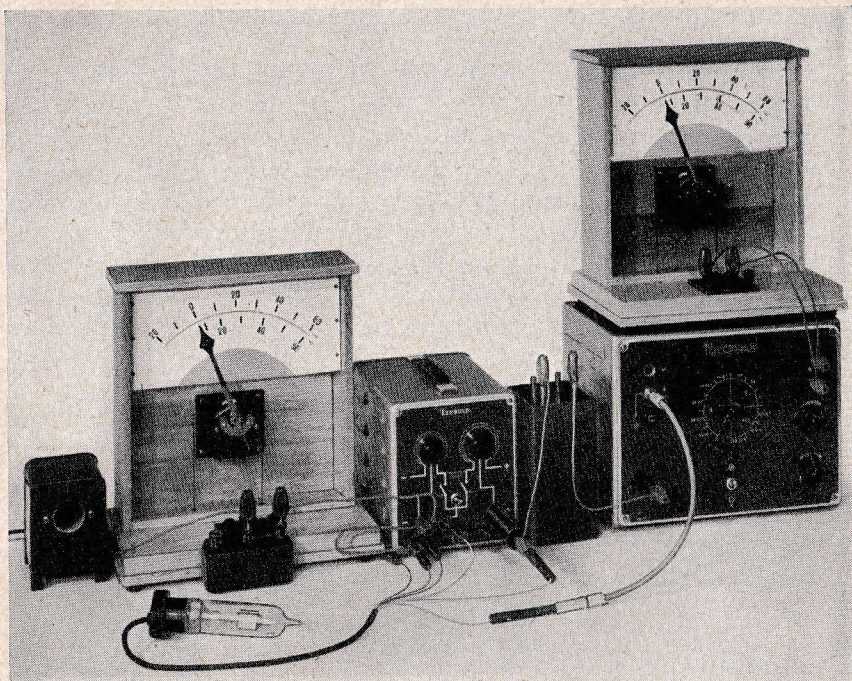


Fig. 6 Montage pour l'expérience de Franck-Hertz, avec l'amplificateur et 2 grands appareils à cadre mobile

### Mesure de tensions de polarisation

Les 4 zones de tension de l'amplificateur de mesure ( $0,3^2$ ); 3,0; 30 et 300 V) servent à employer celui-ci comme voltmètre à lampes, c'est-à-dire comme voltmètre à haute résistance d'entrée. On peut utiliser les zones de faibles tensions, par ex. pour mesurer des tensions de polarisation; les zones de tension plus élevées conviennent par contre excellentement pour mesurer des tensions dans la cuve à électrolyse et celles de sondes dans un champ électrique.

### Répartition de la tension

On peut par ex. expliquer dans une expérience simple les phénomènes de conduction électrique se déroulant dans une longue cuve en verre. On fixe pour cela une électrode à chacune des extrémités de cette cuve qu'on remplit d'eau. Si un faible courant continu passe dans l'eau, on enregistre, à l'aide d'un fil métallique raccordé

<sup>2)</sup> Chacune des 5 zones de courant (tableau 2) donne en même temps une zone de tension de 0,3 V.

à l'amplificateur et traversant la cuve, où il joue le rôle de sonde, une hausse uniforme de tension entre les deux électrodes. Si l'on modifie maintenant la conductibilité, en jetant en un point de la cuve du permanganate de potasse, on modifie en cet endroit la répartition de la tension.

Avec un agencement similaire, on peut explorer et noter la répartition de la tension en champs électriques dans la cuve à électrolyse.

### Mesures de charges

Les 3 dernières zones de l'amplificateur de mesure sont prévues pour mesurer des charges. Les zones de  $30 \cdot 10^{-8}$ ,  $30 \cdot 10^{-9}$  et  $30 \cdot 10^{-10}$  As ont été choisies pour permettre d'effectuer des mesures même sur le condensateur à lame d'air, déjà à de basses tensions; les étincelles jaillissant aux hautes tensions ne gênent pas. Pour effectuer les mesures, on se sert du procédé balistique, employé habituellement même avec le galvanomètre à miroir.

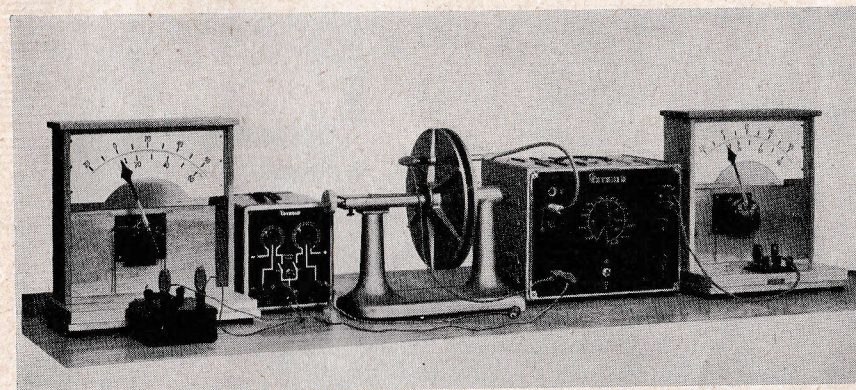


Fig. 7 Montage expérimental pour déterminer  $\epsilon_0$  à l'aide du condensateur à lame d'air de l'amplificateur, de la boîte d'alimentation et de 2 grands appareils à cadre mobile

Cette méthode de mesure de charge peut servir d'introduction à la notion de grandeur capacitive d'un condensateur électrique, constituée par la charge et la tension. On peut ainsi montrer que la capacité d'un condensateur dépend de ses dimensions et du diélectrique et déterminer les constantes diélectriques du vide (fig. 7).

### Courts chronométrages

Outre une série de mesures électrostatiques, le procédé de mesure des charges peut être aussi employé pour un court chronométrage, qui a la vertu d'être très clair et

suggestif. La figure 8 illustre schématiquement un exemple de mesure de durée d'impact entre une bille et un bloc d'acier. L'amplificateur mesure la charge accumulée par le courant passant pendant le contact établi par le choc. Quand par exemple la tension de 10 volts indiquée sur la figure est appliquée par l'intermédiaire d'une résistance externe de  $1\text{ M}\Omega$ , il passe alors pendant le contact entre la bille et

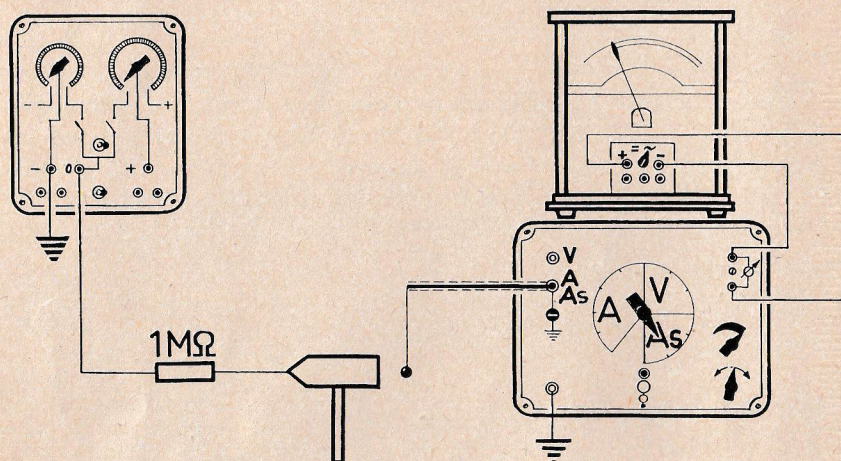


Fig. 8 Mesure de durée d'impact entre une bille et un bloc d'acier

le bloc d'acier un courant de  $10^{-5}\text{ A}$ . Si la durée d'impact s'élève à  $3 \cdot 10^{-4}\text{ s}$ , la quantité de charge transmise est alors de  $10^{-5} \cdot 3 \cdot 10^{-4}\text{ As} = 30 \cdot 10^{-10}\text{ As}$ . La zone de mesure de charge correspond par conséquent, avec cette tension et cette résistance, à une durée de contact de  $3 \cdot 10^{-4}\text{ s}$ . Une division de l'échelle de l'instrument permet de lire un chronométrage de  $1 \cdot 10^{-5}\text{ seconde}$ .

### Mesure de la vitesse balistique

On peut utiliser un agencement similaire pour mesurer des vitesses balistiques. La figure suivante (fig. 9) montre schématiquement un tel agencement. La tension  $V$ , d'environ 100 volts, est court-circuitée, en passant par deux lamelles métalliques, séparées entre elles par une distance connue  $L$  (3—10 cm), et par l'amplificateur de mesure, à un condensateur styroflex  $C$ , d'environ 1000 pF, fortement isolé. Parallèlement au condensateur et à l'amplificateur de mesure est intercalée une résistance de décharge  $R$ , de valeur élevée — environ  $10\text{ M}\Omega$ . Il faut mettre tout d'abord

l'amplificateur à la terre lorsqu'on applique la tension au condensateur, afin qu'il n'enregistre pas la charge de celui-ci. Après l'enclenchement du condensateur, la trajectoire peut, comme indiqué sur le schéma, en venant de la gauche, être réglée de façon que le projectile traverse successivement les lamelles  $B_1$  et  $B_2$ .

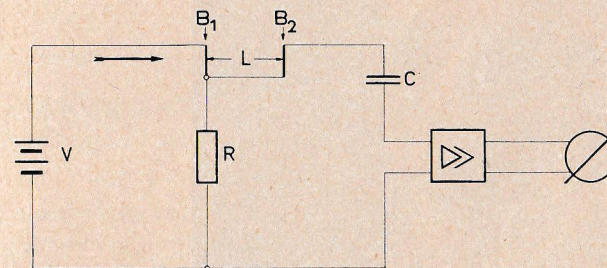


Fig. 9 Schéma du dispositif pour mesurer la vitesse d'un projectile

Au moment où la lamelle 1 est transpercée par le projectile, la liaison du condensateur avec la source de courant est interrompue. Le condensateur se décharge à travers la résistance de valeur élevée. De même, quand la lamelle 2 est transpercée par le projectile, la décharge cesse. La charge passant pendant cet intervalle est mesurée par l'amplificateur et l'appareil à cadre mobile. On peut tirer de la formule de décharge des condensateurs le temps mis par le projectile pour parcourir la distance  $L$ . Au cours d'une expérience avec un pistolet à air comprimé, on obtient ainsi des valeurs d'environ  $100\text{ ms}^{-1}$ .

Ces expériences ne sont que quelques exemples d'application de l'amplificateur de mesure et de l'appareil à cadre mobile. Leur but est de montrer la variété des domaines dans lesquels on peut les employer pour mesurer des courants, des tensions et des charges. Nous reparlerons éventuellement ici d'autres expériences de ce genre.

Les appareils étudiés dans l'article ci-dessus peuvent être commandés sous les désignations et numéros de catalogue suivants:

|                                                              |          |
|--------------------------------------------------------------|----------|
| Grand appareil à cadre mobile pour l'enseignement . . . . .  | 531 64 A |
| Résistances en dérivation et en série combinées . . . . .    | 531 57 A |
| Amplificateur . . . . .                                      | 580 00   |
| Amplificateur de mesure d'Inderthal et Gestrich . . . . .    | 532 01   |
| Résistance en série pour l'amplificateur de mesure . . . . . | 532 02   |