

Nous proposons un dispositif dont la réalisation paraît plus simple : il ne comporte pas de bain de mercure, et les exigences optiques sont moins sévères que pour le double prisme de Kösters. Comme ce dernier, il donne, de tout point situé sur une certaine droite, deux images confondues, et, d'un point qui s'en écarte d'une longueur d , deux images séparées par l'intervalle $2d$.

On vérifie facilement qu'un objectif convergent associé à un miroir plan perpendiculaire à son axe optique au foyer postérieur F' , donne, d'un point M , une image symétrique par rapport au foyer antérieur F . Si l'on ajoute en F un plan semi-transparent BD , il fournit du même point une seconde image, symétrique par rapport à ce plan. Ces deux images sont confondues si M est sur l'axe optique, et distantes de $2d$ si M est à la distance d de l'axe. L'azimut du point M par rapport à cet axe et la direction définie par les deux points images sont parallèles ; leur relation est plus simple que dans le cas du double prisme de Kösters.

On utilisera pratiquement une disposition analogue à celle de la figure : le faisceau incident, issu d'un des points P, P', P'' , est coudé à angle droit sur le plan diagonal AB d'un cube séparateur ; le plan semi-réfléchissant en F est remplacé par la face argentée BC , dont l'image par rapport à AB passe par F . On observe la double image à l'œil nu, ou avec un viseur à tirage variable, ou mieux encore avec une lunette réglée pour l'infini et précédée d'un objectif mobile, que l'on place de façon à obtenir d'abord des images à l'infini. Pour mesurer l'intervalle des deux images, nous choisissons comme objet une règle divisée en $0^{\text{mm}}, 1$, sur laquelle se lit directement leur décalage.

THERMODYNAMIQUE. — Sur des piles électriques empruntant leur énergie indéfiniment au milieu ambiant. Note (1) de M. VASILESCO KARPEN.

On constitue une pile électrique en plongeant dans l'eau, surmontée par l'atmosphère, une lame en platine platiné formant l'électrode positive et une lame en platine poli. La force électromotrice est d'environ *un quart de volt*, elle n'arrive à cette valeur qu'au bout de quelques semaines. Si l'on remplace le platine poli par l'or, la force électromotrice augmente d'environ 10 %.

Si l'on extrait l'air de l'eau constituant l'électrolyte (qui peut être aussi de l'eau acidulée à l'acide sulfurique), la force électromotrice se maintient, même si la pression de l'air est réduite à moins de $1/500$ d'atmosphère. Lorsque l'air est complètement éliminé, la force électromotrice disparaît.

Il s'agit, sans aucun doute, d'une pile de concentration à oxygène. Le platine platiné, plongé dans l'eau (acidulée ou non), contenant en solution l'oxygène de l'air, se couvre d'une mince couche où la concentration de l'oxygène est de beaucoup supérieure à celle du reste du liquide, où se trouve plongée l'électrode

(1) Séance du 3 novembre 1943

en platine poli. Les caractéristiques de cette pile (I) sont en effet pareilles à celles d'une pile (II) dont les électrodes, plongeant dans l'eau contenant en solution l'oxygène atmosphérique, sont toutes les deux en platine poli (ou en platine platiné), mais dont l'une a servi d'anode dans l'électrolyse de l'eau et se trouve couverte d'une couche où la concentration de l'oxygène est élevée. On peut s'arranger de façon que les forces électromotrices des deux piles (I) et (II) soient égales.

Dans les deux piles, la production temporaire d'un faible courant suffit pour polariser rapidement l'électrode négative, par l'oxygène s'y dégagant, et faire baisser la force électromotrice. Aussitôt le courant interrompu, la force électromotrice remonte et au bout de quelque temps arrive *exactement* à sa valeur primitive pour la pile (I) et à une valeur *moindre* pour la pile (II); c'est que dans la pile (II) l'oxygène de la cathode disparaît peu à peu par diffusion et la force électromotrice baisse et finit par s'annuler, alors que dans la pile (I) l'oxygène à la surface du platine platiné persiste indéfiniment et la force électromotrice se maintient invariable si la pile ne débite pas, et revient automatiquement à sa valeur primitive si elle a baissé pendant que la pile a débité.

Dans la pile (I), comme dans la pile (II), *aucune réaction chimique ne se produit*; l'énergie, comme dans toute pile de concentration, est entièrement empruntée au milieu ambiant, *de façon temporaire pour la pile (II), indéfiniment pour la pile (I)*. Le courant permanent qui s'établit lorsque la pile (I) est mise en court-circuit est (comme il est naturel) analogue à ce qu'on appelle *courant restant* lorsqu'on applique à un voltamètre à eau une tension d'environ un quart de volt.

Voyons ce qui se passe dans la pile lorsqu'elle est traversée par la quantité $2e$ d'électricité.

A l'intérieur de la pile, les ions, provenant de la dissociation de *deux molécules d'eau*, se dirigent, les H^+ vers le platine platiné, les OH^- vers le platine poli. A l'électrode positive les deux électrons e^- sortant du métal, ionisent *un des atomes d'oxygène* dissous dans l'eau; l'ion O^{--} ainsi formé rencontrant les $2H^+$ produit *une molécule d'eau*. A l'électrode négative les ions $2OH^-$ perdent leurs électrons (qui passent dans le métal) et donnent *un atome d'oxygène et une molécule d'eau*.

Donc les deux molécules d'eau dissociées sont reconstituées et l'atome d'oxygène perdu à l'électrode positive est regagné à l'électrode négative. Il n'y a pas d'électrolyse, l'oxygène s'accumule à l'électrode négative dont le potentiel augmente et repasse par diffusion à l'électrode positive; pendant le repos de la pile la diffusion continue, ramenant le tout à l'état primitif. Ce phénomène est un cas particulier du phénomène antérieurement signalé: *passage du courant dans les électrolytes sans électrolyse* ⁽²⁾.

Si $c_1, c_2, \mathcal{E}'_1, \mathcal{E}'_2$ sont les concentrations de l'oxygène et des électrons aux

(2) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 480.

deux électrodes, la force électromotrice de la pile est ⁽²⁾

$$E = \frac{RT}{4} \log \frac{c_1}{c_2} = RT \log \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1}.$$

Les électrons passant de la concentration \mathcal{E} dans le platine à la concentration \mathcal{E}'_1 à l'électrode positive se refroidissent par coulomb de $RT \log \mathcal{E}/\mathcal{E}'_1$, et, à l'électrode négative, passant de \mathcal{E}'_2 à \mathcal{E} , s'échauffent de $RT \log \mathcal{E}'_2/\mathcal{E}$; le refroidissement résultant est donc $RT \log \mathcal{E}'_2/\mathcal{E}$, égal numériquement à la force électromotrice.

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES. — *La résistance de frottement des ions négatifs dans l'hydrogène.* Note de M. THÉODORE IONESCU, présentée par M. Aimé Cotton.

Lorsqu'un tube de décharge à gaz raréfié se trouve dans l'axe d'une bobine faisant partie d'un résonateur couplé à un oscillateur, le champ électrique de haute fréquence est fortement absorbé dans l'espace sombre de Faraday, ou dans la colonne positive ⁽¹⁾. Nous avons montré que l'on pouvait calculer l'absorption dans l'espace de Faraday en admettant qu'il s'y trouvait, outre des électrons, d'autres ions négatifs ayant une période propre de vibration.

L'expérience et le calcul s'accordent pour montrer qu'il existe des valeurs i du courant dans le tube qui correspondent à des minima du courant I dans le résonateur, c'est-à-dire pour lesquelles l'énergie absorbée par le tube est maximum. En fonction de i , on obtient autant de minima qu'il y a dans le gaz d'espèces d'ions négatifs dont la fréquence propre est proche de la fréquence de fonctionnement du résonateur. Nous avons trouvé, pour l'expression de I en fonction de i ,

$$(1) \quad I = \frac{I_0 \left(\frac{a}{c} + i^v \right)}{\frac{a}{c} b \cdot i + d \cdot i^{v+1}}.$$

Au cours du calcul, nous avons supposé que le courant i était proportionnel à la densité N_p des ions positifs dans la région considérée du tube, soit $N_p = \epsilon i$, où ϵ dépend du diamètre du tube. Nous avons admis en outre que le nombre d'ions négatifs N_n , paraissant par seconde et par centimètre cube, était proportionnel à la densité N_e des électrons et à la pression p du gaz. Le nombre d'ions négatifs disparaissant par seconde est proportionnel à la densité de ces ions ainsi qu'à une fonction de N_p et de p . Nous aurons donc en régime stationnaire

$$k \cdot p \cdot N_e = N_n f(N_p, p).$$

⁽²⁾ *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 791.

⁽¹⁾ TH. V. IONESCU et M^{me} IR. MIHUL, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 682; V. P. MIHU, *ibid.*, 207, 1938, p. 32; TH. V. IONESCU, *ibid.*, 207, 1938, p. 567.