Dosage du radium par la mesure de l'émanation dégagée

Pierre Curie

► To cite this version:

Pierre Curie. Dosage du radium par la mesure de l'émanation dégagée. Radium (Paris), 1910, 7 (3), pp.65-70. 10.1051/radium:019100070306500 . jpa-00242397

HAL Id: jpa-00242397

<https://hal.science/jpa-00242397>

Submitted on 1 Jan 1910

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MÉMOIRES ORIGINAUX

Dosage du radium par la mesure de l'émanation dégagée

Par Mme P. CURIE

[Faculté des Sciences de Paris.]

Le dosage du radium par l'émanation qu'il dégage en un temps donné a été proposé de divers côtés et a été effectivement utilisé dans différents laboratoires pour des travaux dont certains ont une grande importance. La méthode qui a été employée le plus souvent est celle qui consiste à chasser par l'ébullition l'émanation accumulée pendant un temps connu dans un vase clos contenant une solution de radium, et à transporter cette émanation dans un appareil de mesures.

J'ai tout spécialement étudié une méthode de dosage du radium par l'émanation qu'il dégage. Cette méthode, employée couramment au laboratoire de radioactivité de Paris depuis plusieurs années, s'est montrée d'un emploi très pratique et donne des résultats d'une très grande précision. C'est pourquoi elle sera décrite ici avec quelques détails.

La méthode consiste à entraîner par un courant d'air à froid l'émanation dégagée par une petite quantité (quelques cm³) d'une dissolution contenant du radium.

Les deux formes d'appareils en verre que j'emploie pour y placer la dissolution sont représentées dans la figure 1. On les nomme barboteurs. Le barboteur *a*

Fig. 1.

est fermé par un bouchon rose que l'on enlève pour introduire la dissolution; il est muni d'un tube A, qui est destiné à amener l'air au fond du vase, et d'un tube de dégagement B; ces deux tubes sont à robinets. Le barboteur *b* n'a pas de rodage ni de robinet

la solution est introduite par la tubulure C au moyen d'une pipette à pointe longue et fine; après introduction de la dissolution la tubulure *c* est fermée à la lampe. Le tube A sert pour l'arrivée de l'air, et le tube B est un tube de dégagement; ces deux tubes sont étirés en pointe fine, et ils restent fermés à la lampe pendant que l'émanation s'accumule, de sorte que l'appareil est rigoureusement clos et qu'aucune fuite d'émanation ne peut avoir lieu. Le barboteur *a* n'offre pas la même sécurité puisque sa fermeture comporte un rodage et deux robinets; il est toutefois d'un emploi plus pratique et sert pour l'usage courant, tandis que le barboteur *b* est employé pour des recherches de précision. Le volume total des barboteurs est, en général, de 25 cm³; mais on peut employer des barboteurs plus petits ou plus grands.

On introduit dans le barboteur un petit volume de la solution proposée, de manière que le tube A plonge dans la dissolution sur quelques millimètres de longueur.

L'appareil qui sert pour mesurer l'activité de l'émanation produite par la solution est un condensateur à gaz du modèle représenté dans la figure 2. Le condensateur est muni de deux robinets: on doit vérifier qu'il est parfaitement étanche. Le transport de l'émanation contenue dans un barboteur de la forme *a* dans le condensateur de mesures se fait de la manière suivante: la tubulure B du barboteur est mise en communication au moyen d'un bon tube de caoutchouc de petite longueur avec l'une des tubulures du condensateur dans lequel on a fait préalablement le vide; le robinet A étant fermé, on établit la communication entre le barboteur et le condensateur: l'air chargé d'émanation contenu dans le barboteur est aspiré dans le condensateur dont le volume est environ 20 fois plus grand que celui du barboteur. La plus grande partie de l'émanation contenue dans le barboteur est enlevée dans cette opération, parce que le liquide n'occupe qu'une petite partie du volume du barboteur, un dixième environ, et que par suite l'émanation, qui n'est pas très soluble dans le liquide (coefficient de solubilité de l'émanation 0,5 et moi

trouve par conséquent dans l'air

On ferme alors la communication avec le condensateur : on ouvre peu à peu le robinet A et on laisse rentrer dans le barboteur de l'air inactif qui, barbo-

Fig. 2.

tant dans la solution, entraîne l'émanation qui y est contenue. Quand la pression atmosphérique est rétablie dans le barboteur, on fait une nouvelle aspiration en ouvrant le robinet du côté du condensateur pendant que le robinet A est fermé.

Je me suis assurée que par une succession d'aspirations et de rentrées d'air on peut pratiquement enlever la totalité de l'émanation contenue dans le barboteur pour des temps d'accumulation supérieurs à quelques heures. Il est nécessaire d'opérer toujours de la même manière ; j'ai obtenu d'excellents résultats en produisant trois aspirations suivies de trois rentrées d'air ; après quoi, le robinet A étant ouvert, on laisse rentrer dans le condensateur un courant d'air traversant le barboteur sous pression atmosphérique et ayant toujours à peu près la même vitesse réglée par une manœuvre du robinet du condensateur. Dans mes expériences l'ensemble des trois aspirations et des trois rentrées d'air demande 5 minutes : le courant d'air régulier passe ensuite pendant 10 minutes. Il est très facile de s'habituer à effectuer toujours les opérations de la même manière et à apprécier très exactement la vitesse du courant d'air par l'aspect du barbotage. Le liquide se trouve alors après chaque opération dans un état parfaitement défini et ne garde qu'une quantité d'émanation négligeable par rapport à celle qui se forme en quelques heures. Les quantités d'émanation extraites à des intervalles de temps égaux

sont alors très exactement égales pour des temps d'accumulation supérieurs à quatre heures.

L'air que l'on introduit dans les barboteurs est pris au dehors au moyen d'un tuyau de plomb, filtré au travers de coton de verre et lavé dans un flacon à eau distillée inactive.

Quand on emploie un barboteur de forme *b*, l'ouverture des tubulures se fait en cassant leurs pointes dans les tubes de caoutchouc qui les relient au condensateur et au flacon laveur ; les robinets qui servent pour la manœuvre sont alors celui du condensateur et celui du flacon laveur. Après l'opération on ferme à nouveau les pointes des tubulures à la lampe.

Quand l'opération est finie, la pression atmosphérique n'est pas encore rétablie dans le condensateur. On laisse celui-ci sous pression réduite, et l'on attend que par suite du développement de la radioactivité induite le courant ait atteint la valeur maximum, qui peut facilement être mesurée avec une grande exactitude. Il y a avantage à rétablir la pression atmosphérique dans le condensateur seulement quelques minutes avant la mesure parce que, si l'appareil n'était pas parfaitement étanche, la petite perte d'émanation qui pourrait en résulter se trouverait diminuée. On peut faire une mesure du courant de saturation entre 5 heures et demie et 4 heures à partir de l'aspiration de l'émanation. Il est bon de faire 2 séries de mesures à une demi-heure d'intervalle.

Le courant est généralement mesuré par la méthode du quartz piézoélectrique, mais on peut aussi utiliser un dispositif différent. La valeur du courant de saturation pour une même quantité d'émanation dépend des dimensions du condensateur et de la densité du gaz qui y est contenu. Ces conditions influent en effet sur la manière dont se trouvent utilisés les rayons émis par l'émanation et la radioactivité induite. Plus toutes les dimensions du condensateur sont grandes et plus la densité du gaz est élevée, plus le courant est intense, à quantité d'émanation égale. Les dimensions des condensateurs employés étaient toujours les mêmes, il était donc seulement nécessaire de préciser l'influence de la densité du gaz et de ramener toutes les mesures à une densité considérée comme normale. La correction à appliquer à cet effet a été déterminée par l'expérience. Une certaine quantité d'émanation se trouvant dans un condensateur relié à un manomètre, et le courant ayant atteint sa valeur maximum, on faisait la mesure du courant en augmentant par degrés la quantité d'air contenue dans le condensateur, de manière à avoir la valeur du courant pour une série de pressions comprenant la pression atmosphérique et s'en écartant dans les deux sens de la valeur de quelques centimètres de mercure. La courbe expérimentale ainsi obtenue a permis d'établir la correction due à la variation de pression de l'air atmosphérique : la correction due à la varia-

tion de la température ambiante a été déduite en admettant que la température n'intervient que pour modifier la densité de l'air.

Avec les dimensions des condensateurs employés la formule de correction est la suivante :

$$\varepsilon = i \cdot 0.0007 (760 - p) + 0.002 (t - 15)$$

ε représentant la correction à ajouter au courant mesuré i pour le ramener à la valeur qu'il aurait eue si l'air du condensateur avait été à la pression de 760 mm. de mercure et à la température de 15°, alors que la pression et la température de l'air au moment du remplissage final ont été effectivement p mm. de mercure et t degrés. La correction peut atteindre 2 pour 100 de la valeur mesurée, et son emploi est utile.

Le condensateur qui a servi pour une mesure est ensuite purgé de l'émanation qu'il contient; pour cela on y fait le vide et on laisse ensuite rentrer de l'air inactif séché et filtré. Quand cette opération a été répétée plusieurs fois, le condensateur est abandonné pendant une journée pour permettre l'extinction de la radioactivité induite. Il peut après cela resservir pour une nouvelle mesure. Toutefois il peut conserver une petite activité que l'on doit faire intervenir comme correction aux mesures et qui doit être aussi faible que possible. Pour protéger le condensateur contre les accidents, on interpose entre le barboteur et le condensateur un très petit tube contenant un peu de coton de verre. On peut avoir un certain nombre de condensateurs; s'ils ont les mêmes dimensions, ils sont parfaitement interchangeables ainsi que je m'en suis assurée fréquemment.

L'air chargé d'émanation qui pénètre dans le condensateur est très humide, l'interposition de tubes desséchants peut occasionner des erreurs telles que l'absorption de petites quantités d'émanation par ces matières. Cette interposition peut être évitée si l'on a soin de se servir d'ambre pour les pièces isolantes du condensateur; l'ambre conserve en effet dans l'air humide ses propriétés isolantes à un degré suffisant, pour que la mesure puisse se faire très exactement par une méthode de zéro; l'ébonite ne peut pas rendre le même service. Après chaque opération il est bon de dessécher le condensateur.

J'ai effectué un grand nombre d'expériences pour préciser les conditions qui permettent d'obtenir des résultats concordants.

La quantité d'émanation q accumulée pendant le temps t est donnée par la formule

$$q = \Delta p \theta \left(1 - e^{-\frac{t}{\theta}}\right)$$

où θ désigne la vie moyenne de l'émanation, p le poids de radium présent et Δ le débit d'émanation par gramme de radium en unités arbitraires.

Si l'émanation n'éprouvait pas de destruction spontanée, la même quantité d'émanation q serait obtenue

en un temps t , que je nomme *temps réduit*; on a,

$$q = \Delta p t,$$

par suite

$$t_r = \theta \left(1 - e^{-\frac{t}{\theta}}\right)$$

Le temps réduit augmente avec t et tend vers la valeur θ quand t tend vers l'infini. Pratiquement, la limite est atteinte avec une grande approximation pour $t = 50$ jours.

La quantité $\frac{q}{t_r} = \Delta p$ doit être une constante pour un barboteur déterminé contenant un poids fixe p de radium. Soit R la valeur de ce rapport. Pour deux barboteurs contenant des poids différents p et p' de radium, les rapports correspondants R et R' devront vérifier la relation

$$\frac{R'}{R} = \frac{p'}{p}$$

Il suffira donc de connaître la valeur du rapport R pour une solution contenant une quantité connue de radium pour pouvoir doser par comparaison le radium contenu dans toute autre solution. Pour prouver que l'emploi de la méthode est légitime, il est nécessaire de s'assurer que le rapport R est indépendant du temps d'accumulation et qu'il est proportionnel à la teneur de la solution en radium.

Si la constante de temps θ de l'émanation est connue, le temps réduit t_r peut facilement être calculé pour une valeur quelconque du temps d'accumulation t . On peut, en particulier, construire une table qui fournit les valeurs de t_r correspondant à des valeurs de t croissantes par intervalles convenables (d'heure en heure jusqu'à 48 heures, ensuite par quart de jour, par demi-jour et finalement par jour jusqu'à 50 jours). Il est aussi utile d'indiquer dans

la table les valeurs des fonctions $e^{-\frac{t}{\theta}}$ et $1 - e^{-\frac{t}{\theta}}$ qui se trouvent calculées en même temps. Une table de ce genre est depuis plusieurs années d'usage courant au laboratoire Curie. La base adoptée primitivement pour le calcul était $\theta = 158$ heures, suivant P. Curie. A la suite d'expériences plus récentes¹, on peut admettre que la véritable valeur de θ est très voisine de 155.2 heures. C'est ce nombre qui a été adopté comme base pour la construction d'une table, qui a été publiée antérieurement par M. Kolowrat².

J'ai fait un grand nombre d'expériences qui prouvent que le rapport R se montre très constant et peut être mesuré avec une grande précision pour des d'accumulation compris entre 15 heures et 48 h.

Pour des temps d'accumulation de quelques heures seulement la mesure est moins bien définie, en ce sens que le mode de prise d'émanation prend plus d'importance; aussi les résultats sont moins bons.

Enfin, pour des temps d'accumulation de quelques

1. M. CURIE, *Le Radium*, 1910.

2. KOLOWRAT, *Le Radium*, 1909.

jours et davantage, R conserve approximativement la même valeur que pour un jour: toutefois, les mesures sont beaucoup moins concordantes, et la valeur trouvée pour R est le plus souvent trop faible, l'écart pouvant atteindre 5 pour 100 et même davantage.

Quand on emploie des barboteurs à robinets, toute valeur de R trop faible peut être attribuée à un défaut de fermeture, mais avec des barboteurs entièrement clos cette cause d'erreur est supprimée. Il est possible que pour des temps d'accumulation longs il puisse se produire une occlusion partielle de l'émanation dans le verre. On peut aussi remarquer que si l'on obtenait toujours pour $t = 50$ jours une valeur de $\frac{Q}{t_r}$ constante et inférieure à celle que l'on obtient

pour $t = 1$ jour, ce fait serait une indication pour penser que la valeur admise pour θ est trop forte; en effet, si par exemple on modifie de 5 pour 100 la valeur, de θ le temps réduit qui correspond à $t = \infty$ est modifié dans la même proportion, tandis que les temps réduits qui correspondent aux temps d'accumulation inférieurs à deux jours éprouvent une réduction inférieure à 1 pour 100. Les résultats obtenus avec des valeurs de t comprises entre 5 et 50 jours ne sont pas assez réguliers pour que l'on puisse s'en servir dans le but de fixer la valeur de la constante θ .

Voici, à titre d'exemple, quelques-unes des nombreuses séries de mesures effectuées; on a indiqué par quelques barboteurs la valeur de R pour divers temps d'accumulation t .

Ba boteur à robinets		Barboteur sans robinets	
t heures	R	t heures	R
40.17	2.15	16.8	14.54
121.45	2.10	26.42	14.18
51.41	2.15	21.5	14.27
67.4	2.15	21.17	14.28
68.9	2.15	26.5	14.22
24.08	2.15	4.25	14.58
792	1.97	17.55	14.17
42.42	2.14	2.42	14.47
		21.68	14.07
		0.908	14.58

Barboteur sans robinets		Barboteur sans robinets	
t heures	R	t heures	R
17.28	2.68	45.5	2.19
14.75	2.68	2580	2.15
27.07	2.68	48	2.16

En employant un temps d'accumulation entre un et deux jours et en ayant soin de se servir de barboteurs très propres et d'effectuer la prise d'émanation très régulièrement, on obtient une précision de 0,5 pour 100. L'erreur à craindre sur la constante θ ne peut influencer les résultats d'une manière appréciable si $t < 48$ heures.

Si l'on a obtenu une bonne concordance pour la valeur de R mesurée avec un même barboteur, on peut constater que les valeurs de R pour deux barboteurs différents sont très exactement proportionnelles aux poids de radium contenus dans le barboteur à l'état de dissolution. On peut alors préparer une solution étalon avec un sel de radium pur et déterminer en valeur absolue l'intensité du courant de saturation que l'émanation fournie par cette solution par unité de temps, peut produire dans un condensateur de forme déterminée.

Cet étalonnage sert ensuite de base pour tous les dosages que l'on voudra effectuer; il constitue une opération délicate qui doit être faite avec le plus grand soin en raison de son importance. Voici comment cette opération a été exécutée.

Le sel de radium que j'ai utilisé était le chlorure de radium parfaitement pur que j'avais préparé en 1907 et qui m'avait servi pour la détermination du poids atomique du radium; le poids atomique obtenu était égal à 226,5.

Le sel qui venait de cristalliser d'une solution contenant de l'acide chlorhydrique a été séché à l'étuve et privé de son eau de cristallisation. Ensuite quelques fragments conservant la forme de cristaux ont été choisis, placés dans un creuset de platine et pesés après dessiccation avec les mêmes précautions que celles qui étaient habituelles pour une détermination de poids atomique, avec la même balance précise et rapide. Le poids de chlorure de radium anhydre utilisé était de 0,02 à 0,05 gramme.

Le sel a été introduit dans un flacon de verre à bouchon rodé parfaitement propre. Ce flacon avait une contenance d'environ 200 cm³; il était pesé à un milligramme près. En versant sur le sel un peu d'eau qui avait été redistillée dans un appareil en platine, on a obtenu la dissolution du sel sans aucun résidu. Le volume de la solution a alors été amené à 150 cm³ environ et une goutte d'acide chlorhydrique très pur a été ajoutée. Le poids total de la dissolution était déterminée par une pesée précise au milligramme.

La quantité de chlorure de radium pur qui était utilisée pour une mesure de l'activité de l'émanation dégagée est de l'ordre de 10⁻⁶ gr. Il était donc nécessaire de faire des barboteurs avec une solution beaucoup plus diluée que la solution principale. Pour cela on a fait sur celle-ci des prises de liquide destinées à la préparation de solutions plus diluées. La solution

principale ayant été fortement agitée dans le flacon fermé, on prend avec une pipette une quantité convenable (1 cm³ environ) de solution et on l'introduit dans un petit flacon de verre fin de 5 cm³ de volume, préalablement pesé avec soin sur une balance précise au dixième de milligramme. Le liquide étant introduit et le flacon bouché, une nouvelle pesée fait connaître le poids de la prise de solution. Celle-ci est alors introduite dans un flacon de 200 cm³ préalablement pesé et le volume du liquide est amené à 150 cm³ environ au moyen d'eau parfaitement pure. La pesée du flacon fait connaître alors le poids de la solution. Deux solutions auxiliaires ont été généralement préparées ainsi au moyen de la solution principale : pour chacune de ces solutions la quantité convenable pour un barboteur était de 0,5 gr. à 1 gr. Les solutions ayant été agitées, on prenait avec une pipette à pointe fine la quantité de liquide convenable et on l'introduisait dans un barboteur (fig. 1, b) soigneusement pesé à la balance de précision; le poids du liquide utilisé était déterminé par une pesée, et l'on ajoutait un peu d'eau pure pour amener le volume à 2 cm³ environ, puis on fermait le barboteur. Plusieurs barboteurs ont généralement été faits avec chacune des solutions auxiliaires.

Les solutions sont repesées après chaque prise afin que l'on puisse se rendre compte si leur concentration varie par évaporation. Cette variation est très lente et peut le plus souvent être négligée.

Les prises d'émanation ont été faites ainsi qu'il a été décrit plus haut. Trois mesures étaient généralement faites pour chaque barboteur.

On mesurait pour un temps d'accumulation t le courant de saturation qui peut être obtenu dans un condensateur de forme déterminée 5 à 4 heures après l'introduction de l'émanation, c'est-à-dire quand le courant a atteint sa valeur maximum. L'intensité du courant était mesurée au moyen d'un quartz piézo-électrique en grammes par seconde; elle était rapportée à une heure de temps réduit et ramené à la pression normale et à une température de 15°. Les nombres ainsi obtenus sont inscrits dans la colonne R.

Soit p le poids de sel contenu dans un barboteur. Le rapport $\frac{R}{p}$ doit être constant, et sa connaissance suffit pour effectuer des dosages de radium, en conservant le même condensateur à gaz et la même lame de quartz piézoélectrique ou autre étalon de courant invariable.

Le tableau A de la colonne suivante est un exemple d'une détermination de ce genre.

On voit que la concordance est très bonne, l'écart maximum n'atteignant pas 0,5 pour 100.

Pour obtenir un nombre absolu il faut faire intervenir la constante de la lame de quartz utilisée; cette constante a été déterminée par des expériences d'éta-

Tableau A.

		I.	II.
Solution principale contenant 0,0245 gr. de RaCl ₂ pur	Solution auxiliaire I	Barboteur a	5,24
		" b	5,21
		" c	5,24
		" d	5,165
	Solution auxiliaire II	Barboteur b	5,170
		" c	5,165
		Barboteur e	5,17
			5,11
			5,11
		Barboteur d	5,55
5,60			
		5,55	
Moyenne générale.		2.263	10

lonnage. La quantité d'électricité dégagée par la lame pour un poids connu est comparée à celle que porte un condensateur à plateaux absolu pour une différence de potentiel connue, fournie par une série d'éléments étalons¹.

L'étalonnage a été effectué à l'aide d'un condensateur de précision (plateaux de 20 centimètres de diamètre) et d'une batterie de 10 éléments Weston. Les lames utilisées donnent lieu à un dégagement de 8 à 10 unités E.S. pour une traction d'un kilogramme.

Connaissant la constante du quartz on peut calculer l'intensité i du courant maximum pour l'émanation obtenue par gramme de sel et par heure de temps réduit.

Bien que les mesures soient, en général, très bonnes, on rencontre cependant d'assez grandes difficultés quand il s'agit d'obtenir la valeur absolue de i avec une précision suffisante. Ces difficultés portent sur l'homogénéité des solutions et sur leur conservation. Avant chaque prise ces solutions très diluées doivent être très fortement agitées, afin de faire disparaître les différences de concentration locale. Les solutions doivent être préparées avec le plus grand soin, en ce qui concerne la propreté des vases et la pureté des réactifs; ces précautions ont pour but d'éviter la formation de précipités insolubles qui est toujours à craindre. Une solution préparée avec soin reste limpide pendant plus d'un an; malgré cela j'ai pu m'assurer qu'une solution conservée aussi longtemps peut avoir éprouvé une perte de radium, ce dernier étant probablement absorbé par le verre; la perte peut atteindre quelques pour 100 en une année. Pour faciliter la conservation des solutions auxiliaires, il est bon de les additionner d'une petite quantité de solution de sel de baryum pur: le baryum et le radium étant des substances très voisines et isomorphes, on peut espérer que toute cause susceptible

d'insolubiliser ces matières agira principalement sur le baryum présent en quantité considérablement plus grande que le radium.

Les résultats définitifs obtenus dans quelques séries d'expériences récentes conduisent à la valeur suivante de i

$i = 2,00 \cdot 10^4$ E.S. par gramme de RaCl_2 et heure de temps réduit.

$i = 2,62 \cdot 10^4$ E.S. par gramme de Ra et heure de temps réduit.

Ces valeurs sont obtenues avec une précision d'environ 1 pour 100, mais la divergence avec une série de mesures antérieures est notablement plus grande (quelques pour 100). Cette divergence peut tenir à des imperfections des expériences. Mais on peut aussi se demander si la production d'émanation par une solution de radium n'est pas sujette à certaines variations. De telles variations pourraient avoir lieu, s'il existait entre le radium et l'émanation un corps intermédiaire (Radium X), se séparant très difficilement du radium.

Il existe quelques indices en faveur de cette manière de voir. Le débit d'émanation dans des solutions préparées avec du chlorure de radium fraîchement cristallisé a paru subir une légère augmentation. Dans d'autres solutions d'où l'on avait éliminé le radium par l'acide sulfurique, le débit d'émanation a progressivement diminué bien que la solution se soit conservée limpide.

On peut déduire du résultat numérique indiqué que la valeur du courant maximum pouvant être obtenu avec l'émanation saturée d'un gramme de radium est égale à $2,62 \cdot 10^4 \times 155,2$, soit $5,5 \cdot 10^6$ E.S. pour la chambre d'ionisation utilisée.

Ce nombre est obtenu avec les conditions expérimentales suivantes :

Le condensateur de mesures est un vase cylindrique dont voici les dimensions :

Hauteur	12,5 cm ;
Diamètre intérieur	6,7 cm ;
Volume	440 cm ³ environ.

L'électrode centrale est une tige de 5 mm. de diamètre qui arrive à la distance de 1 cm. du fond.

Le courant de saturation a toujours été atteint ; la différence de potentiel entre les armatures du condensateur était de 800 volts.

On peut d'ailleurs remarquer qu'avec les dimensions indiquées un petit écart de ces dimensions n'entraîne pas de variation appréciable dans les résultats des mesures, de sorte que la reproduction des conditions expérimentales indiquées ne présente aucune difficulté.

La méthode qui vient d'être décrite peut être utilisée pour doser des quantités de radium bien plus faibles que celles qui ont été utilisées pour l'étalonnage. En augmentant le volume du barboteur et la sensibilité du dispositif de mesures, on peut doser ainsi une quantité de radium de l'ordre de 10^{-9} gr. contenu dans un volume de liquide qui peut atteindre 50 cm³. Si la dilution de la matière est trop grande et que l'on veuille éviter l'ébullition de grandes masses de liquide, on peut avoir avantage à précipiter d'abord le radium contenu dans la solution par l'acide sulfurique, à redissoudre le précipité et à doser ensuite le radium dans cette solution de volume réduit. La précipitation du radium contenu dans une solution en très faible proportion peut être rendue très complète, si la solution contient un peu de baryum, et si la précipitation est répétée deux ou trois fois.

[Manuscrit reçu le 20 mars 1910.]