Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 11 (1929)

Artikel: Sur l'effet photoélectrique des rayons ultra-violets sur les gaz
Autor: Dantinne, R. / Lenaerts, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-740973

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SUR
L'effet photoélectrique des rayons ultra-violets
SUR LES GAZ

PAR

R. DANTINNE et P. LENAERTS

(Avec 4 fig.)

Il existe un effet photoélectrique des rayons ultra-violets sur les gaz. Son intensité dépend de la nature du gaz et probablement dans une large mesure de sa pression. Il dépend de la fréquence de la lumière; c'est ainsi qu'il est plus intense avec les rayons de Schumann qu'avec les rayons ultra-violets ordinaires. C'est une ionisation du gaz, un effet de volume (on constate la présence d'ions des deux signes), que l'on explique généralement comme un effet cumulatif, comme un phénomène de résonance limite, et qui se manifeste par une augmentation ou une apparition de conductibilité électrique.

L'effet photoélectrique sur les solides (effet Hertz) est bien connu. Pour situer les conclusions de notre étude, nous sommes obligés de rappeler brièvement les caractères principaux de ce phénomène.

1. — C'est un effet de surface qui se manifeste par une émission d'électrons sortant de la surface du solide atteint par le rayonnement. (Il n'est pas question ici du phénomène de volume que l'on constate dans certains diélectriques solides et liquides et même dans certains métaux à basse température et qui se manifeste aussi par un accroissement de conductibilité.)

2. — Il est indépendant de la température du solide [1] pour autant toutefois qu'elle n'a pas d'influence sur le gaz absorbé par la surface, ainsi que de tous les phénomènes se passant dans la masse du solide qui peut par exemple être le siège d'un courant électrique.

L'état d'agitation des molécules du solide est donc sans influence.

3. — Il ne modifie pas d'une manière observable l'état du solide dans sa masse: conductibilité thermique et électrique, propriétés magnétiques et électriques, état d'agrégation (c'est la réciproque du 2°).

4. — La conductibilité électrique (présence d'électrons libres) n'est pas nécessaire pour que l'effet Hertz apparaisse: on l'a constaté sur des solutions [2], sur des sels halogénés non conducteurs, sur des diélectriques. Remarquons ici que sur ces dernières substances le phénomène est arrêté dès son début: il ne peut se continuer du fait de l'apparition, sur la surface, d'une charge positive statique qui s'oppose à la sortie de nouveaux électrons.

5. — Le gaz en présence (sa nature et sa pression) a une influence très grande sur l'intensité du phénomène.

6. — L'effet est unipolaire. Mais, si le champ que l'on emploie pour capter les électrons libérés est trop intense, il peut se produire une ionisation par chocs qui rend l'effet bipolaire.

7. — D'après Kustner et Fredenhagen [3], une surface de zinc placée dans un tube soigneusement purgé de toute trace de gaz et surtout de toute trace d'oxygène ou d'eau (ces corps étaient absorbés par du potassium chauffés) et grattée énergiquement

[1] MILLIKON et WINCHESTER, *Phil. Mag.*, vol. 28, (1914); W. SCHOTTKY, *Ann. der Phys.*, vol. 44, p. 1011 (1914).

[2] OBOLENSKI, *Ann. der Phys.*, vol. 39, p. 961 (1912). COUNSON et MOLLE, *Arch.*, (5), vol. 10, p. 231 (1928).

[3] FREDENHAGEN, *Ann. der Phys.*, vol. 15, p. 65 (1914). KUSTNER, *Ann. der Phys.*, vol. 46, p. 893 (1915).

dans le vide même ne donne aucun effet photoélectrique. L'introduction dans le tube d'une trace d'oxygène ou d'eau fait apparaître l'effet photoélectrique.

(Il serait intéressant de vérifier:

a) si le phénomène ne se produirait pas sous l'action de rayons plus pénétrants;

b) s'il ne se continuerait pas sous l'action des rayons ultra-violets, une fois amorcé par ces rayons pénétrants.)

8. — Il y a une fatigue photoélectrique qui consiste en une réduction de l'intensité de l'effet après un certain temps d'exposition. De ce qui précède et des conclusions de notre étude, nous croyons pouvoir déduire qu'en réalité c'est le gaz adsorbé par la surface, et non le solide ou le liquide lui-même, qui fournit les électrons de l'effet Hertz. S'il en est ainsi il doit exister une relation entre les intensités relatives de l'effet sur différents gaz et les intensités relatives de l'effet d'un même rayonnement sur une surface métallique plongée dans ces mêmes gaz. Cette relation s'est vérifiée pour les gaz que nous avons observés.

Dans le cas du diélectrique, les ions positifs du gaz chargent positivement la surface et arrêtent le phénomène. Dans le cas d'un conducteur, ils lui cèdent leur charge et peuvent réagir avec lui. C'est ainsi que, dans une atmosphère d'oxygène ou dans l'air, on constate au bout d'un certain temps une oxydation superficielle du métal soumis au rayonnement. Cette hypothèse expliquerait le caractère unipolaire du phénomène et la fatigue photoélectrique.

L'effet Hertz se ramènerait à un effet d'ionisation du gaz, occlus dans la surface, et l'importance de l'action pourrait s'expliquer par l'état particulier dans lequel se trouve ce gaz (peut-être sous pression considérable).

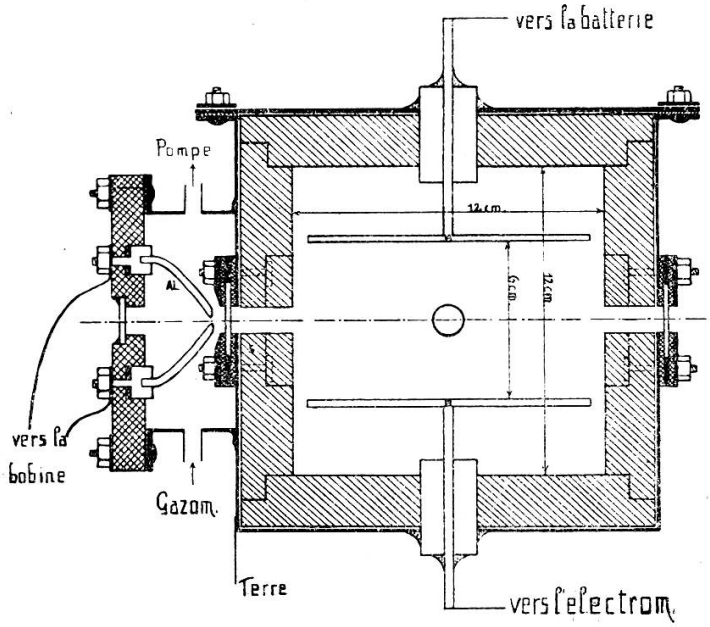
Généralement, quand on étudie le phénomène photoélectrique sur les gaz sans éliminer l'effet Hertz sur les plateaux du condensateur de la chambre d'ionisation ou en donnant à celle-ci des parois métalliques, on constate que son intensité augmente quand la pression diminue. Il est très possible qu'il

ne s'agisse là que d'un effet parasite: les rayons sont moins absorbés dans l'atmosphère raréfiée de la chambre et agissent avec une intensité plus grande quand ils atteignent la couche de gaz adsorbé.

Dans le présent travail où nous n'avons opéré qu'aux pressions ordinaires, nous nous sommes efforcés d'éliminer tout effet photoélectrique de surface. L'effet est faible, il est sélectif comme tous les phénomènes de résonance et par conséquent semble être d'ordre atomique. De ce que nous venons de dire, il résulte qu'il serait intéressant d'examiner l'effet photoélectrique sur les gaz soumis à de très fortes pressions. Nous poursuivons nos expériences dans ce sens.

Dispositif expérimental.

Nous en donnons un schéma détaillé dans la figure 1. Nous justifierons seulement quelques particularités.



Chambres d'ionisation et d'étincelle

Fig. 1.

La chambre d'ionisation est constituée par une boîte en vieux chêne paraffiné de 2 cm d'épaisseur. Soumise au rayonnement,

cette paroi s'est comportée comme un diélectrique — la charge positive dont elle se couvre immédiatement fait qu'on peut négliger sur elle tout effet de surface.

Extérieurement, elle est revêtue d'une enveloppe en tôle de laiton mise à la terre. Un des côtés est amovible. Il y a une entrée et une sortie pour le gaz, les plateaux du condensateur sont isolés du revêtement par des bouchons d'ambroïde mastiqués par de la cire à cacheter.

L'électromètre permet à tout moment de vérifier la qualité de l'isolement, un manomètre est adapté à l'une des ouvertures.

Sur le revêtement extérieur est soudé un large tube en laiton fermé extérieurement à l'aide de goujons et d'écrous par un disque épais en ébonite; au centre de ce disque est mastiquée une fenêtre en verre. Deux bornes permettent l'entrée du courant d'alimentation de l'étincelle; celle-ci éclate à l'intérieur de cette enceinte étanche A entre deux pointes d'aluminium; en pliant convenablement les électrodes, on peut centrer l'étincelle et régler sa distance à la plaque de fluorine (1 à 2 mm).

Deux ajutages soudés, l'un en communication avec la pompe, l'autre avec un gazomètre, permettent de remplir l'enceinte A d'azote sec, gaz très peu absorbant pour les rayons employés.

La paroi qui sépare les deux chambres est percée d'un trou de 1 cm de diamètre sur lequel est appliquée une plaque de fluorine de 2 mm d'épaisseur, fortement serrée entre des joints en caoutchouc à l'aide d'anneaux en laiton et de goujons fixés dans le chêne et soudés au revêtement extérieur. Ce dispositif permet d'enlever la plaque pour la nettoyer; nous avons vérifié qu'il est parfaitement étanche. Dans la paroi de la chambre d'ionisation opposée à celle qui est munie de la plaque de fluorine se trouve fixée de la même manière une seconde fenêtre.

On a ainsi de l'extérieur une vue complète dans l'axe, ce qui permet de suivre la marche de l'étincelle et de contrôler son centrage.

La distance des plateaux a été calculée d'avance pour que le faisceau de rayons reçu dans la chambre ne puisse les atteindre, ce que montre la figure.

Les gaz sont conservés dans des gazomètres. Avant leur arrivée dans la chambre d'ionisation, ils traversent des tubes

désséchants et des filtres qui les débarassent de leurs poussières. Les filtres sont placés le plus près possible de l'entrée de la chambre d'ionisation.

Les gaz passent en outre entre les armatures d'un long condensateur cylindrique chargé par la batterie. Un galvanomètre sensible branché dans le circuit révèlerait éventuellement l'existence d'une ionisation initiale.

L'appareil de mesure est un électromètre sensible, donnant une déviation du spot de 76 cm à partir de sa position d'équilibre (les deux paires de cadrans étant au sol) sur une règle située à 130 cm du miroir quand, l'aiguille étant chargée à 80 V, on donne aux deux paires de cadrans une différence de potentiel de 1.25 V.

Comme dans toutes les mesures de ce genre, un des plateaux du condensateur est porté à un potentiel de $\pm$ 1000 V par une batterie d'accumulateurs, l'autre plateau est relié à une paire de cadrans de l'électromètre par des fils rigides passés dans de minces couronnes d'ambroïde, qui les isolent de tubes de garde en laiton mis à la terre.

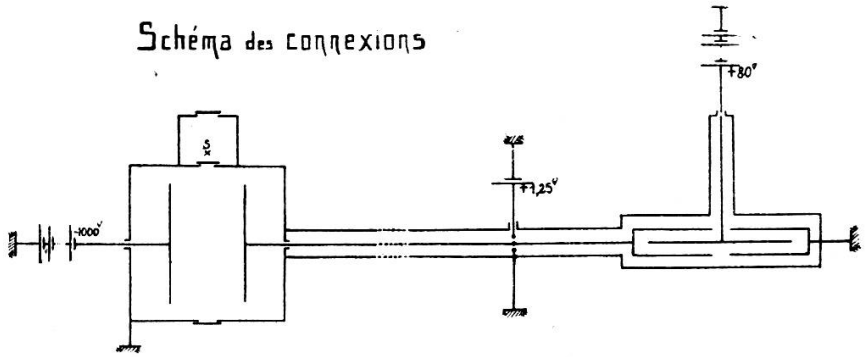


Fig. 2

Cet ensemble (plateau-paires de cadrans) peut être mis à la terre, porté au potentiel de $\pm$ 1.25 V, à l'aide d'une clef entourée d'une gaine métallique mise à la terre. L'autre paire de cadrans est à la terre.

Les connexions se présentent donc suivant le schéma de la figure 2.

Mode opératoire et résultats.

On fait le vide dans la chambre d'ionisation, on isole de la pompe, puis on ouvre la communication avec le gazomètre. On recommence plusieurs fois l'opération à des intervalles d'une heure, à cause surtout de la présence de l'épaisse paroi en bois.

La chambre d'ionisation remplie du gaz, on charge le plateau du condensateur à un potentiel d'environ — 1000 V. On charge l'ensemble plateau-paire de cadrans au potentiel de + 1.25 V, puis on l'isole. Le spot se déplace de 76 cm sur la règle, mais ne conserve pas cette nouvelle position à cause du courant de fuite; on observe la chute du spot en notant sa position de minute en minute.

Ces positions sont données dans la seconde colonne du tableau.

Position du spot.

	O_2 sec filtré sans étinc.	Air sec filtré avec étinc.	O_2 sec filtré avec étinc.	CO_2 sec filtré avec étinc.	SO_2 sec filtré avec étinc.
0	384	384	384	384	384
1	371	364	355	350	346.5
2	357.5	348	328.5	324.5	320
3	343	332	307.5	299	294
4	331	317	284	276.5	270.5
5	318	303	260.5	254.5	249.5
6	305	290	240	235.5	228.5
7	295	278	223	216	209
8	285	266	206	198	190
9	275	254	190	178.5	170.5
10	265.5	242	172	162.5	154
11	255	232.5	156	148	140
12	245	221.5	140.5	132.5	124.5
13	234.5	212	125.5	117	109
14	226.5	202.5	112.5	103.5	95
15	220	194	100.5	89	80.5
16	213	184.5	89	75	68
17	205.5	176	76.5	64	55.5
18	198	167.5	64.5	53	43.5
19	195	161	52.5	42	32.5
20	191	155	41.5	30.5	22
21	187	150	30	20.5	11
22	183	145	19.5	9.5	2

Les observations ont été faites plusieurs fois et ont donné des résultats très concordants. Les nombres donnés sont des moyennes. Ces résultats sont d'ailleurs très sensiblement les mêmes quel que soit le gaz, air, N, CO_2, O_2, SO_2, soigneusement désionisé, introduit dans la chambre d'ionisation.

On a traduit cette série de nombres en diagramme (courbe I de la fig. 3).

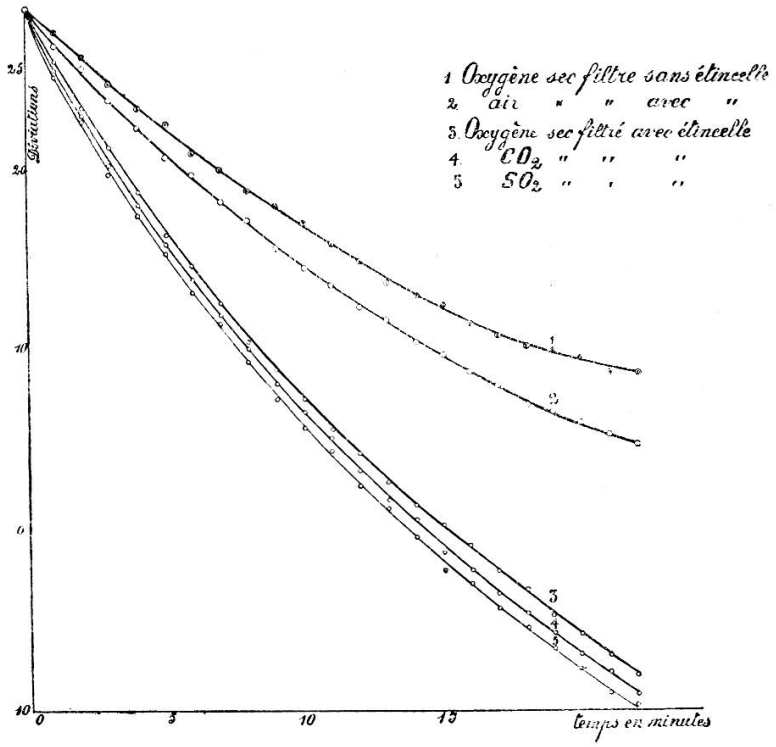


Fig. 3.

Comme les déviations de l'aiguille sont très sensiblement proportionnelles à la différence de potentiel entre les deux paires de cadrans, ce diagramme représente le potentiel du conducteur isolé condensateur-fil-paire de cadrans en fonction de temps:

$$V = f(t) \ .$$

LABORATOIRE DE PHYSIQUE UNIVERSITÉ NEUCHATEL

Une chute trop rapide ne peut être due qu'à un défaut d'isolement. C'est ce qui nous a amené à nous servir exclusivement d'ambroide. Soit i le courant de fuite et C la capacité du système isolé. Cette capacité n'est pas constante à cause du

déplacement de l'aiguille et ce n'est qu'en première approximation qu'on peut écrire:

$$i = C\frac{dV}{dt} .$$

Les ordonnées de la courbe dérivée de la précédente sont donc sensiblement proportionnelles au courant de fuite.

Nous avons dessiné celle qui se rapporte au CO_2 (fig. 4).

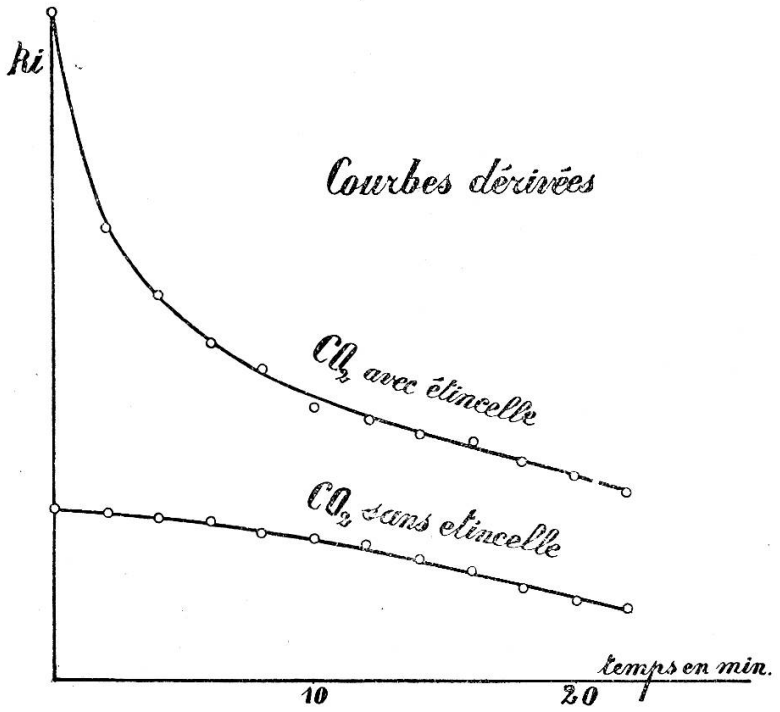


Fig. 4.

On remplit alors la chambre A d'azote sec filtré en opérant de la même manière que pour la chambre d'ionisation.

On recommence les observations précédentes, mais en soumettant le gaz au rayonnement de l'étincelle. Au courant de fuite observé plus haut s'ajoute le courant dû à l'ionisation du gaz. Ces deux courants déchargent l'électromètre, et la chute du spot est plus rapide.

Les observations ont porté sur l'air, l'oxygène, CO_2 et SO_2, desséchés, filtrés et désionisés; elles sont rapportées dans le tableau (col. 3-4-5-6) et ont donné les courbes 2-3-4-5 (fig. 3).

Les trois dernières qui se rapportent à l'oxygène, à l'anhydride sulfureux et l'anhydride carbonique dénotent une parenté évidente entre ces gaz.

L'effet est moindre sur l'air et augmente avec la proportion d'oxygène. L'oxygène semble être l'élément actif dans le domaine des fréquences utilisés.

Nous avons tracé la courbe dérivée correspondant à CO_2. Ici, les ordonnées sont sensiblement proportionnelles à la somme du courant de fuite et du courant d'ionisation. Ce courant d'ionisation peut donc être mesuré en première approximation par la différence des ordonnées des deux courbes dérivées tracées. Ces courbes montrent que l'intensité de ce courant est beaucoup plus grande au début pour tendre après une dizaine de minutes vers une valeur à peu près constante. Cela provient de ce que (pour augmenter l'effet), avant de charger les plateaux et de faire les observations, nous avons laissé fonctionner l'étincelle pendant dix minutes.

Comme nous l'avons dit au début, les valeurs relatives de cette ionisation sur les différents gaz sont très proches des intensités relatives de l'effet Hertz sur une surface métallique plongée dans les mêmes gaz.

C'est cette remarque, qui a attiré notre attention sur le fait que l'effet Hertz pourrait avoir son origine dans l'ionisation du gaz absorbé, et nous avons montré dans quel sens nous orienterons les recherches pour vérifier cette hypothèse.

Avec un autre dispositif expérimental, nous étendons pour le moment ces observations à d'autres séries de gaz et aux vapeurs; les gaz pourront être portés à des pressions de 50 à 100 atmosphères.

Liége, le 15 décembre 1928.

*(Institut de **Physique de l'Université**.)*