électrique et donne des étincelles à l'approche de la main. Si la personne qui tient la peau de chat monte elle-même sur un second tabouret isolant, les deux expérimentateurs sont électrisés, l'un positivement, l'autre négativement (888).

959. **Carillon électrique.** — Le *carillon électrique* est un petit appareil composé de trois timbres métalliques suspendus à une tringle horizontale qu'on met en communication avec la machine électrique (fig. 893). Les timbres A et B pendent par des chaînes métalliques qui établissent la communication avec la tringle, tandis que le timbre du milieu pend par un fil de soie qui l'isole de la machine; mais il communique avec le sol au moyen d'une chaîne. Enfin, entre le timbre du milieu et les deux autres sont deux petites boules de cuivre suspendues par des fils de soie. Lorsqu'on charge la machine, les timbres A et B, s'électrisant positivement, attirent les boules, puis les repoussent dès qu'il y a eu contact. Or celles-ci, se trouvant alors électrisées positivement, se portent vers le timbre C, qui, quoique en communication avec le sol, est chargé d'électricité négative par l'influence des deux autres. Aussitôt après le contact, les boules sont donc repoussées vers les timbres A et B, et exécutent un mouvement de va-et-vient rapide et des chocs successifs qui font résonner les trois timbres tout le temps que la machine est chargée.

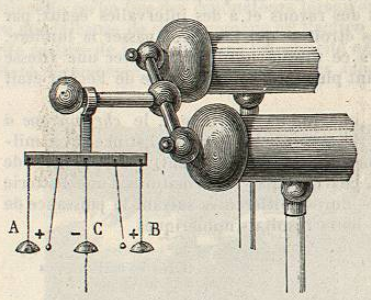

Fig. 893.

960. **Tourniquet et vent électriques.** — On nomme *tourniquet électrique* un petit appareil composé de cinq ou six rayons métalliques recourbés tous dans le même sens, terminés en pointe et fixés à une chape commune, mobile sur un pivot (fig. 894). Cet appareil étant posé sur la machine électrique, aussitôt que celle-ci se charge, les rayons et la chape prennent un mouvement de rotation rapide dans la direction opposée aux pointes. Ce mouvement n'est point un effet de réaction comparable à celui du tourniquet hydraulique (157), comme l'ont admis plusieurs physiciens : c'est un effet de répulsion entre l'électricité des pointes et celle qu'elles communiquent à l'air. L'électricité, s'accumulant vers les pointes, s'écoule dans l'air, et comme celui-ci se trouve chargé de la même électricité que les pointes, il les repousse en même temps qu'il en est repoussé lui-même. En effet, le tourniquet n'entre point en mouvement dans le vide, et si l'on approche la main tandis qu'il tourne dans l'air, on sent un souffle léger, qui est dû au déplacement de l'air électrisé, et qu'on désigne sous le nom de *vent électrique*.

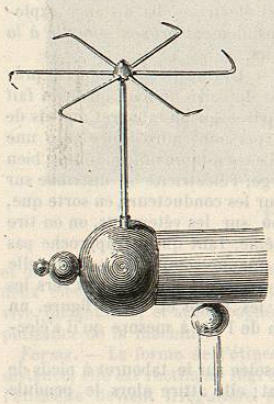
Fig. 894.

Quand l'électricité s'écoule ainsi par une pointe, l'air électrisé est assez fortement repoussé pour donner naissance à un courant qui non seulement est sensible à la main, mais peut souffler et même éteindre la flamme d'une bougie, du moins avec une puissante machine électrique. La figure 895 montre comment se dispose cette expérience. On obtient le même effet en posant la bougie sur l'un des conducteurs et en lui présentant une pointe métallique qu'on tient à la main (fig. 896). Le courant provient, dans ce dernier cas, de l'électricité contraire qui se dégage de la pointe métallique par l'influence de la machine.

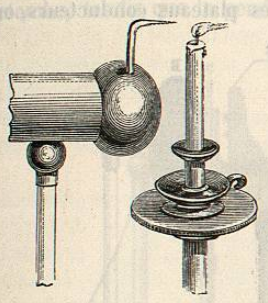
Fig. 895.

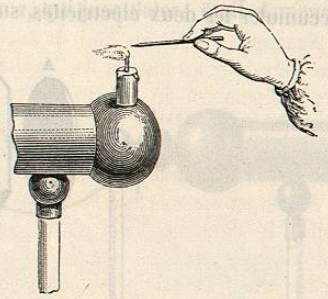
Fig. 896.

CHAPITRE VIII

CONDENSATION DE L'ÉLECTRICITÉ.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE ET THÉORIE.

961. **Condensateurs.** — On donne le nom général de *condensateurs* à des appareils qui servent à accumuler, sur des surfaces relativement petites, des quantités considérables d'électricité. Tout condensateur se compose essentiellement de deux corps conducteurs séparés par un corps isolant. Les divers condensateurs ne diffèrent entre eux que par la forme et les dimensions des conducteurs et de l'isolant. Le type de ces appareils est le *condensateur à plateaux*, d'Æpinus.

962. **Condensateur d'Æpinus.** — 1° *Description.* — Cet appareil est formé de deux plateaux de laiton A et B (fig. 897), et d'une lame de verre C qui les sépare. Ces plateaux, munis chacun d'un petit pendule électrique à fil conducteur de chanvre, sont isolés sur

deux colonnes de verre, et les pieds de celles-ci peuvent être déplacés le long d'une règle qui leur sert de support, de manière qu'on puisse écarter ou rapprocher à volonté les plateaux.

2° *Charge.* — Pour *charger* le condensateur, c'est-à-dire pour accumuler les deux électricités sur les plateaux conducteurs, on

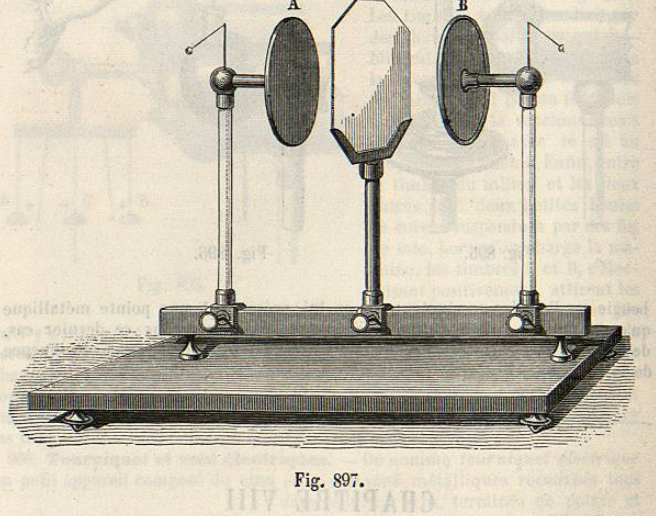

Fig. 897.

amène ceux-ci en contact avec la lame de verre (fig. 897); puis, au moyen de cordons métalliques, on fait communiquer l'un d'eux, B par exemple, avec une source d'électricité continue, et l'autre avec le sol. Le plateau B est alors appelé le *collecteur*, et le plateau A le *condensateur*.

Lorsque le pendule *b* du collecteur a atteint son maximum d'écart, le condensateur est chargé *à refus;* on rompt alors les communications avec la machine et avec le sol, en enlevant les deux cordons métalliques. Le collecteur B est alors chargé *positivement*, comme la source, et le condenseur A négativement; mais le pendule A de ce dernier *ne diverge pas :* ce qu'on exprime en disant qu'il n'y a pas d'*électricité libre* sur le condenseur, ou qu'elle y est *dissimulée*. Nous démontrerons plus tard pourquoi l'électricité libre n'apparaît pas sur le plateau qui communique avec le sol.

3° *Décharge.* — Les plateaux étant en contact avec la lame isolante, et les chaînes étant enlevées, on peut décharger le condensateur de deux manières, soit par une décharge lente, soit par une décharge instantanée.

Décharge lente. — On touche avec le doigt d'abord le collecteur B, et l'on en tire une étincelle : on remarque alors que le pendule *b* retombe, tandis que le pendule *a*, qui jusqu'alors était demeuré

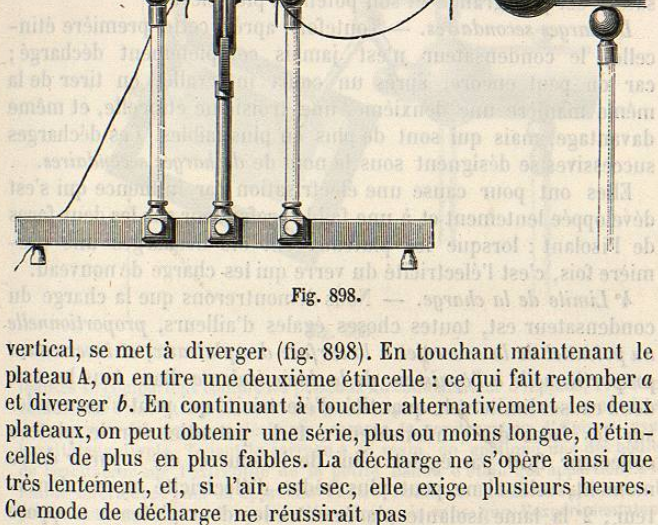

Fig. 898.

vertical, se met à diverger (fig. 898). En touchant maintenant le plateau A, on en tire une deuxième étincelle : ce qui fait retomber *a* et diverger *b*. En continuant à toucher alternativement les deux plateaux, on peut obtenir une série, plus ou moins longue, d'étincelles de plus en plus faibles. La décharge ne s'opère ainsi que très lentement, et, si l'air est sec, elle exige plusieurs heures. Ce mode de décharge ne réussirait pas si l'on touchait d'abord le plateau A.

Décharge instantanée. — Lorsqu'on veut décharger instantanément le condensateur, on se sert d'un *excitateur*. On nomme ainsi un système de deux arcs de laiton, terminés par des boules de même métal et réunis par une charnière. Quand les arcs sont munis de manches isolants de verre (fig. 899), l'appareil prend le nom d'*excitateur à manches de verre;* s'il n'est pas muni de manches (fig. 902), on lui donne le nom d'*excitateur simple*. Pour faire usage de l'excitateur, on applique l'une de ses boules sur un

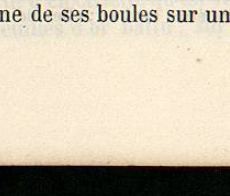

Fig. 899.

des plateaux du condensateur, et on approche progressivement l'autre boule du second plateau; il jaillit alors une forte étincelle, qui provient de la recomposition des électricités contraires accumulées sur les deux faces du condensateur : c'est la décharge *instantanée*.

Remarque. — Si, au lieu de faire communiquer les plateaux du condensateur au moyen de l'excitateur, on touche d'une main un des plateaux, et de l'autre main le second plateau, la recomposition s'opère par les bras et par le corps de l'opérateur, qui ressent alors une commotion d'autant plus vive, que la surface du condensateur est plus grande et son potentiel plus élevé.

Décharges secondaires. — Toutefois, après cette première étincelle, le condensateur n'est jamais complètement déchargé; car on peut encore, après un court intervalle, en tirer de la même manière une deuxième, une troisième étincelle, et même davantage, mais qui sont de plus en plus faibles. Ces décharges successives se désignent sous le nom de *décharges secondaires*.

Elles ont pour cause une électrisation par influence qui s'est développée lentement et à une faible profondeur sur les deux faces de l'isolant : lorsque les plateaux ont été déchargés une première fois, c'est l'électricité du verre qui les charge de nouveau.

4° *Limite de la charge.* — Nous démontrerons que la charge du condensateur est, toutes choses égales d'ailleurs, *proportionnelle au potentiel de la source et à la surface des plateaux, et inversement proportionnelle à l'épaisseur de la lame isolante*. Dans tous les cas, deux causes limitent la quantité d'électricité qui peut s'accumuler sur les faces du condensateur : 1° le potentiel sur le plateau collecteur finit par égaler celui de la source, et, à partir de ce moment, celle-ci ne peut plus céder d'électricité au condensateur; 2° la lame isolante placée entre les deux plateaux n'oppose à la recombinaison des deux électricités qu'une résistance limitée, et lorsque la tension des électricités l'emporte sur la résistance de cette lame, celle-ci est trouée, et les électricités contraires se réunissent.

963. **Condensateur à lame d'air.** — Cet appareil ne diffère du précédent que par la suppression du plateau de verre. La lame isolante est simplement constituée par la couche d'air interposée entre les deux plateaux métalliques.

964. **Carreau fulminant.** — Le *carreau fulminant*, dû à Franklin, est un condensateur plus simple que celui d'Æpinus, et plus propre à donner de vives étincelles et de fortes commotions.

Il est formé d'un carreau de verre ordinaire, entouré d'un cadre de bois, sur les faces duquel sont collées, en regard l'une de l'autre, deux feuilles d'étain. Ces feuilles laissent entre leurs bords et le cadre un intervalle de 6 centimètres environ; elles ne communiquent pas entre elles, mais l'une d'elles

communique avec le cadre par un petit ruban d'étain qui se replie (fig. 900) de manière à être en contact avec un anneau auquel est suspendue une chaîne. Pour charger le carreau fulminant, on présente à la machine électrique la feuille d'étain isolée, c'est-à-dire celle qui ne communique pas au cadre. Comme l'autre est mise, par la chaîne, en communication avec le sol, les deux

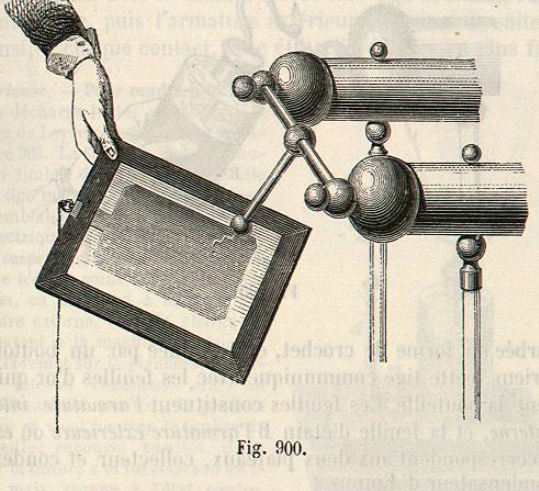

Fig. 900.

feuilles se comportent comme les plateaux du condensateur d'Æpinus, et il s'accumule sur l'une et sur l'autre une grande quantité d'électricités contraires.

Le carreau fulminant se décharge, comme le condensateur d'Æpinus, avec l'excitateur simple. Tenant le carreau à la main, on applique une des boules de l'excitateur sur l'extrémité de la petite bande d'étain qui appartient à la feuille inférieure; puis on approche l'autre boule de la feuille supérieure. Il jaillit alors une vive et bruyante étincelle, mais sans que l'expérimentateur ressente la moindre commotion, car la recomposition s'opère tout entière par l'arc métallique. Si, au contraire, tenant toujours l'appareil de la même manière, on touche en même temps les deux feuilles d'étain avec les mains, on reçoit une forte commotion, car la recomposition électrique s'opère alors par les bras et par le corps de l'opérateur.

965. **Bouteille de Leyde.** — La *bouteille de Leyde* est le plus ancien et le plus important des *condensateurs*. Elle est ainsi appelée du nom de la ville où elle fut inventée, en 1746, par Musschenbroek ou par son élève Cuneus. C'est Franklin qui en donna la théorie, en montrant que la bouteille de Leyde est, comme le carreau fulminant, un véritable condensateur.

Description. — Elle se compose d'un flacon de verre mince, dont la grandeur varie suivant la quantité d'électricité qu'on veut accumuler. L'intérieur est rempli de feuilles d'or battu; sur la

paroi extérieure est collée une feuille d'étain B, qui recouvre aussi le fond, mais qui doit laisser le verre à nu jusqu'à une assez grande distance du goulot (fig. 901). On adapte au col un bouchon de liège dans lequel passe, à frottement dur, une tige de cuivre

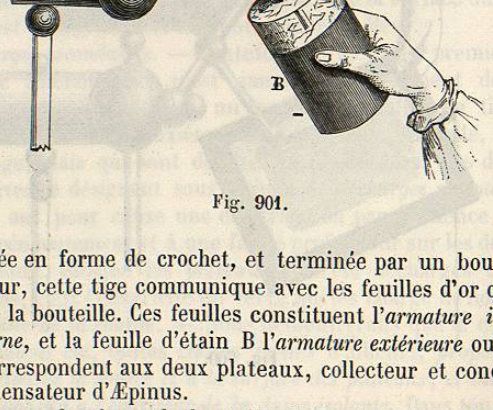

Fig. 901.

recourbée en forme de crochet, et terminée par un bouton A ; à l'intérieur, cette tige communique avec les feuilles d'or qui remplissent la bouteille. Ces feuilles constituent l'*armature intérieure* ou *interne*, et la feuille d'étain B l'*armature extérieure* ou *externe*. Elles correspondent aux deux plateaux, collecteur et condenseur, du condensateur d'Æpinus.

Charge. — On charge la bouteille de Leyde, comme le condensateur d'Æpinus et le carreau fulminant, en faisant communiquer l'une des armatures avec le sol, et l'autre avec une source électrique. Pour cela on la tient à la main par l'armature extérieure, et l'on présente l'armature intérieure à la machine électrique : l'électricité positive s'accumule alors sur les feuilles d'or, et l'électricité négative sur l'étain. C'est le contraire qui aurait lieu si, tenant la bouteille par le crochet, on présentait l'armature extérieure à la machine.

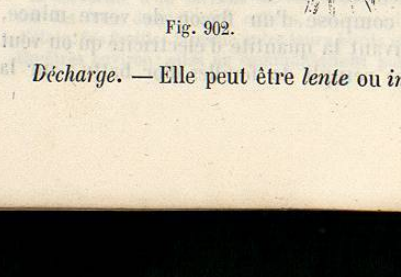

Fig. 902.

Décharge. — Elle peut être *lente* ou *instantanée*. Pour décharger

la bouteille instantanément, on la tient à la main, et l'on met en communication les deux armatures à l'aide de l'excitateur simple. Il faut avoir soin de toucher *d'abord* l'armature qu'on tient à la main, sinon on reçoit la commotion (fig. 902). Pour la décharger lentement, on l'isole sur un gâteau de résine, et l'on touche alternativement, avec la main ou avec une tige de métal, l'armature intérieure, puis l'armature extérieure, et ainsi de suite : on tire ainsi, à chaque contact, une étincelle de plus en plus faible.

Expérience. — Pour rendre plus sensible la décharge lente, on dispose la bouteille de Leyde comme le représente la figure 903. La tige est droite et munie d'un timbre *d* ; près de la bouteille est une tige métallique portant un timbre *e* semblable au premier, et un pendule électrique formé d'une boule de cuivre suspendue à un fil de soie. La bouteille n'étant point fixée à la planchette *m*, on la prend à la main par l'armature externe, et on la charge en la présentant à la machine électrique ; puis on la remet sur la planchette. L'armature interne contenant alors un excès d'électricité positive, le pendule est attiré et vient heurter le timbre de la bouteille ; repoussé aussitôt, il va choquer le timbre *e* et lui cède son électricité ; mais, revenu à l'état neutre, il est attiré de nouveau par le timbre *d*, et ainsi de suite pendant plusieurs heures, si l'air est sec et la bouteille un peu grande.

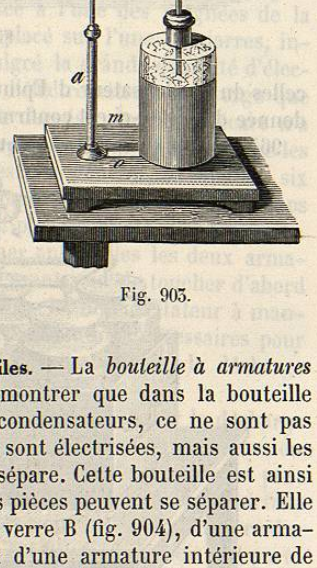

Fig. 903.

966. **Bouteille à armatures mobiles.** — La *bouteille à armatures mobiles*, due à Franklin, sert à démontrer que dans la bouteille de Leyde, comme dans tous les condensateurs, ce ne sont pas seulement les deux armatures qui sont électrisées, mais aussi les faces du plateau de verre qui les sépare. Cette bouteille est ainsi nommée, parce que ses différentes pièces peuvent se séparer. Elle se compose d'un vase conique de verre B (fig. 904), d'une armature extérieure de fer-blanc C, et d'une armature intérieure de même matière D. Ces pièces, étant placées les unes dans les autres (fig. 904, A), constituent par leur assemblage une bouteille de Leyde complète. Après l'avoir électrisée comme la bouteille ordinaire, on l'isole sur un gâteau de résine ; alors, avec la main, on enlève l'armature intérieure, ensuite le vase de verre, puis l'armature extérieure, et l'on dispose ces pièces les unes à côté des autres. Or les deux armatures ont été évidemment, par suite du contact

avec la main de l'opérateur, ramenées à l'état neutre. Cependant, si l'on reconstitue la bouteille de Leyde, on peut en tirer une étincelle presque aussi forte que si l'on n'avait pas déchargé les deux armatures.

Cette seconde étincelle est une *décharge secondaire*, analogue à

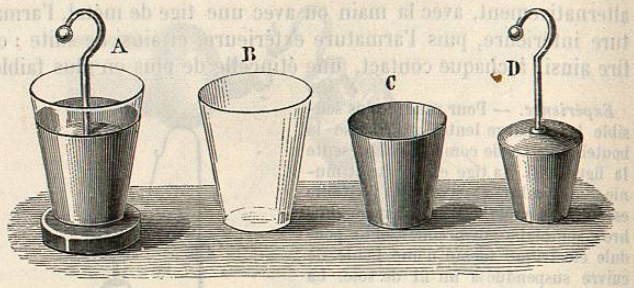

Fig. 904.

celles du condensateur d'Æpinus, et l'explication que nous avons donnée de celles-ci est confirmée par cette expérience.

967. **Jarres** et **Batteries électriques.** — Une *jarre* est une grande

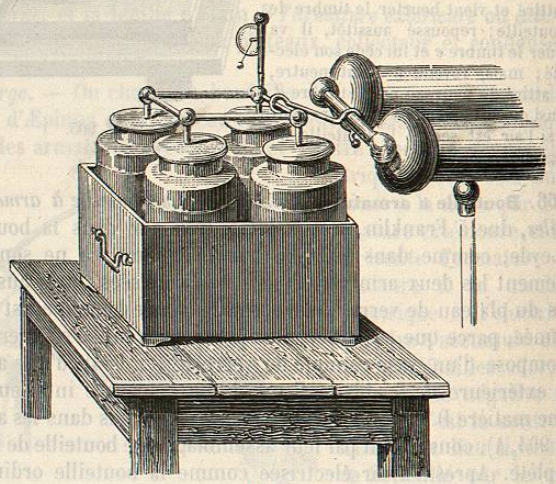

Fig. 905.

bouteille de Leyde (fig. 909) à goulot assez large pour qu'on puisse coller sur sa paroi interne une feuille d'étain qui sert d'armature

intérieure. La tige qui traverse le bouchon est droite et terminée, à la partie inférieure, par une chaîne métallique qui la met en communication avec la feuille d'étain formant l'armature intérieure.

Une *batterie* est une réunion de plusieurs jarres placées dans une caisse de bois (fig. 905 et 906), et communiquant ensemble, intérieurement, au moyen de tiges de métal, et extérieurement par une feuille d'étain qui revêt le fond de la caisse et se trouve en contact avec les armatures externes des jarres. Cette feuille se prolonge latéralement jusqu'à la rencontre de deux poignées métalliques fixées sur les parois de la caisse. Elle constitue une sorte de bouteille de Leyde à très grande surface.

Charge. — On fait communiquer les armatures internes avec la machine électrique, et les armatures externes avec le sol par le bois même de la caisse et de la table sur laquelle elle est placée, ou mieux par une chaîne fixée à l'une des poignées de la caisse. Un électromètre à cadran, placé sur l'une des jarres, indique la marche de l'opération. Malgré la grande quantité d'électricité accumulée dans l'appareil, l'électromètre ne diverge que lentement et d'un petit nombre de degrés, parce que l'écart n'a lieu qu'en vertu de la différence de potentiel qui s'établit entre les armatures. Le nombre des jarres est, en général, de quatre, six ou neuf. Plus elles sont grandes et nombreuses, plus il faut de temps pour charger la batterie, mais aussi plus ses effets sont puissants.

Décharge. — On fait communiquer entre elles les deux armatures au moyen de l'excitateur, en ayant soin de toucher d'abord l'armature externe. On doit faire usage ici de l'excitateur à manches de verre, et prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter la commotion; car, avec une forte batterie, la décharge peut entraîner de graves accidents.

Excitateur universel. — Quand on veut faire passer la décharge par le corps d'un animal ou à travers un objet quelconque, on fait usage de l'*excitateur universel de Henley*, dessiné sur le premier plan de la figure 906. C'est une petite caisse de bois portant deux colonnes de verre sur lesquelles sont fixées à charnière des tiges de cuivre. Entre ces colonnes est un pied de bois qui porte un petit plateau où se place l'objet ou l'animal sur lequel on veut expérimenter. Les deux tiges de cuivre étant dirigées vers cet objet, on fait communiquer l'une d'elles avec l'armature extérieure de la batterie, et l'autre avec l'une des boules de l'excitateur à manches de verre. Si l'on approche alors la seconde boule vers l'armature intérieure, une étincelle part entre cette boule et l'armature, et une autre entre les branches de l'excitateur

universel : c'est cette dernière qui traverse l'objet placé sur le plateau.

968. **Électromètre condensateur de Volta.** — *Description et principe.* — L'*électromètre condensateur*, imaginé par Volta, n'est autre chose que l'électroscope à feuilles d'or déjà décrit (940), rendu beaucoup plus sensible par l'addition d'un condensateur. La tige

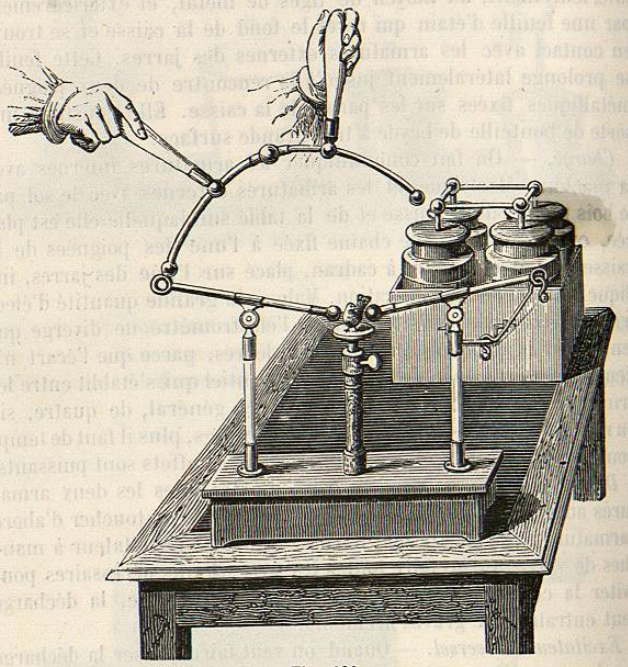

Fig. 906.

de cuivre qui porte les petites feuilles d'or se termine, à la partie supérieure, non par une boule de laiton, mais par un disque de même métal, sur lequel peut s'appliquer un second disque semblable, muni d'un manche de verre. Les deux disques sont recouverts d'une couche de vernis à la gomme laque, qui les isole : l'ensemble des plateaux métalliques et du vernis isolant constitue un *condensateur*.

Fonctionnement. — Cet appareil permet, non pas de *mesurer*, mais de manifester l'existence de certaines sources d'électricité continues et de faible potentiel, qui n'agiraient pas sur l'électroscope à feuilles d'or. Pour s'en servir, on fait communiquer la source avec le plateau inférieur qui sert de *collecteur*, et l'on met le plateau supérieur en communication avec le sol, en le touchant avec le doigt mouillé (fig. 907). Les deux électricités s'accumulent alors sur les plateaux, absolument comme dans le condensateur d'Æpinus. L'appareil étant ainsi chargé, on retire le doigt d'abord, puis la source d'électricité, sans qu'on observe encore aucune

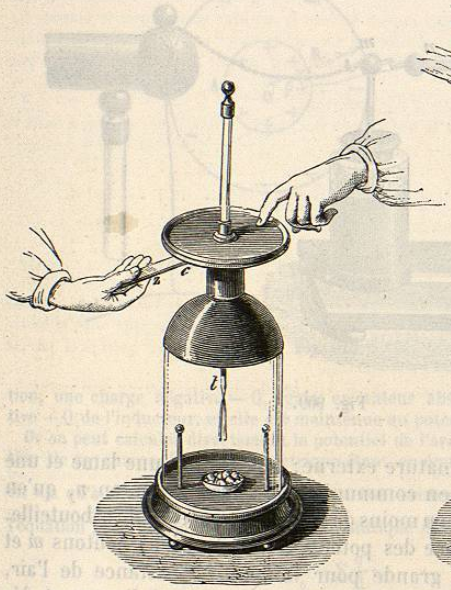

Fig. 907.

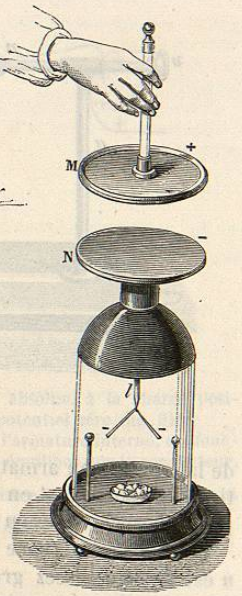

Fig. 908.

divergence; mais si l'on enlève le plateau supérieur (fig. 908), l'électricité du second plateau, laquelle est de même espèce que celle de la source, se distribue alors sur la tige et sur les feuilles d'or, et celles-ci divergent plus ou moins fortement. On augmente la sensibilité en adaptant au pied de l'appareil deux tiges de cuivre terminées par des boules de même métal qui, en s'électrisant par l'influence des feuilles d'or, réagissent sur elles et en augmentent l'écart.

969. **Électromètre à décharges**, ou **Bouteille de Lane.** — Tandis que les électromètres décrits jusqu'ici ne servent qu'à mesurer

des charges électriques très faibles, la bouteille de Lane (qui date de plus d'un siècle) est destinée à mesurer des charges intenses; elle permet de comparer les débits de machines électriques puissantes, comme celles de Holtz et de Ramsden.

Elle consiste en une bouteille de Leyde dont l'armature interne est mise en communication par un cordon métallique avec la source électrique (fig. 909). La bouteille repose sur un plateau

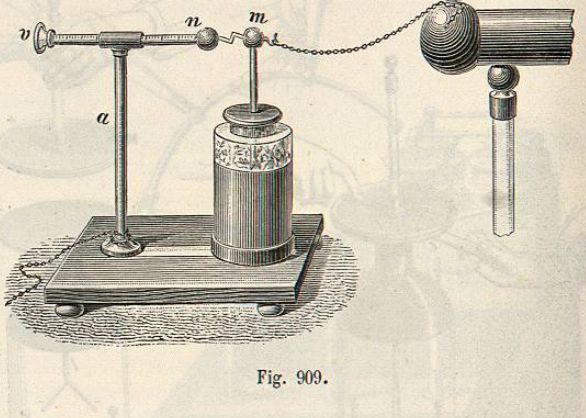

Fig. 909.

de laiton par son armature externe; celle-ci, par une lame et une tige a de laiton, est en communication avec un bouton n, qu'on peut rapprocher plus ou moins de l'armature interne de la bouteille.

Lorsque la différence des potentiels sur les deux boutons m et n est devenue assez grande pour vaincre la résistance de l'air, des étincelles successives éclatent d'un bouton à l'autre et déchargent la bouteille : à distance égale des boutons, le nombre des étincelles dans l'unité de temps est proportionnel à la quantité d'électricité fournie par la source. Cette bouteille fait l'office d'une espèce de jauge pour mesurer l'électricité qui s'écoule de la source : l'unité de mesure est alors la quantité d'électricité qui se dégage à chaque étincelle; elle varie avec la *capacité électrique* de la bouteille et avec sa *distance explosive* (écartement des boutons).

970. **Théorie de la condensation électrique. — Condensateur sphérique.** — Le phénomène de la condensation électrique n'est pas autre chose qu'un cas particulier de l'influence électrostatique. Il y a *condensation* toutes les fois que l'inducteur A est en communication permanente avec une source

électrique de potentiel constant V, et que l'induit B est maintenu à un potentiel nul par une communication permanente avec le sol.

On peut s'en rendre compte aisément dans le cas du *condensateur sphérique*, qui est théoriquement le plus simple et le plus parfait des condensateurs. L'inducteur A est une sphère métallique de rayon ρ, communiquant avec une source positive de potentiel V, assez éloignée pour ne pas exercer d'influence; l'induit B est une autre sphère métallique plus grande, de rayon R, concentrique à la première et communiquant avec le sol. Elle prend, par induc-

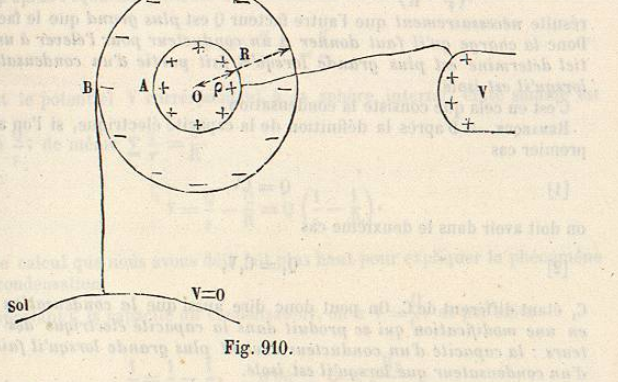

Fig. 910.

tion, une charge négative — Q, égale, en valeur absolue, à la charge positive + Q de l'inducteur, et elle est maintenue au potentiel zéro (fig. 910).

Or on peut calculer directement le potentiel de l'armature interne, en fonction de sa charge. La couche électrique étant en équilibre sur le conducteur, on n'a qu'à former la somme $\Sigma \frac{q}{r}$ pour son centre. On a, en appliquant l'équation générale de l'induction électrostatique (958),

$$\Sigma \frac{q}{\rho} - \Sigma \frac{q'}{R}.$$

Or

$$\Sigma \frac{q}{\rho} = \frac{\Sigma q}{\rho} = \frac{Q}{\rho} \quad \text{et} \quad \Sigma \frac{q'}{R} = \frac{\Sigma q'}{R} = \frac{Q}{R}.$$

Le potentiel du centre, et par conséquent de l'armature elle-même, est donc

$$Q\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R}\right).$$

En exprimant qu'il est égal à celui de la source, on a l'équation

$$[1] \qquad V = Q\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R}\right).$$

Supposons maintenant que la sphère A, au lieu d'être l'armature interne d'un condensateur, soit complètement *isolée* dans l'espace. Si on la met en communication avec la même source, elle se mettra nécessairement au même poten-

tiel V, mais elle prendra une charge Q_1 inférieure à Q. En effet, si l'on calcule maintenant le potentiel du centre, on trouve $\frac{Q_1}{\rho}$, et l'on a l'équation

$$[2] \qquad V = Q_1 \times \frac{1}{\rho}.$$

Or, en comparant les deuxièmes membres des deux équations, on voit qu'ils sont formés chacun de deux facteurs dont les produits sont égaux.

Le facteur $\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R}\right)$ étant évidemment *plus petit* que le facteur $\frac{1}{\rho}$, il en résulte *nécessairement* que l'autre facteur Q est *plus grand* que le facteur Q_1. Donc *la charge qu'il faut donner à un conducteur pour l'élever à un potentiel déterminé est plus grande lorsqu'il fait partie d'un condensateur que lorsqu'il est isolé.*

C'est en cela que consiste la condensation.

Remarque. — D'après la définition de la capacité électrique, si l'on a dans le premier cas

$$[1] \qquad Q = CV,$$

on doit avoir dans le deuxième cas

$$[2] \qquad Q_1 = C_1 V,$$

C_1 étant différent de C. On peut donc dire aussi que *la condensation consiste en une modification qui se produit dans la capacité électrique des conducteurs : la capacité d'un conducteur devient plus grande lorsqu'il fait partie d'un condensateur que lorsqu'il est isolé.*

971. **Force condensante.** — Il est naturel de caractériser un condensateur par le quotient $\frac{Q}{Q_1}$ des charges qu'il faut donner à l'armature interne pour l'élever au même potentiel, soit quand elle fait partie du condensateur, soit quand elle est isolée. C'est ce coefficient qu'on appelle *force condensante* ou *pouvoir condensant.*

Si l'on se reporte aux équations [1] et [2] ci-dessus, on a, en les divisant membre à membre,

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{CV}{C_1 V} = \frac{C}{C_1}.$$

Le *pouvoir condensant* est donc encore égal au rapport de la capacité C, correspondante au condensateur complet, à la capacité C_1, correspondante au cas où l'armature externe est supprimée.

972. **Détermination du pouvoir condensant. — Condensateurs absolus.** Pour obtenir la capacité d'un condensateur, et par suite son pouvoir condensant, il faut déterminer d'une part son potentiel V et d'autre part sa charge. On a alors $C = \frac{Q}{V}$. C'est ordinairement par l'expérience que se font ces deux mesures. Mais dans le cas où les armatures ont des formes géométriques, on peut généralement calculer la somme $\left(\Sigma\frac{q}{r} - \Sigma\frac{q'}{r'}\right)$ pour un point de l'armature intérieure en fonction de la *charge totale* et des éléments de l'appareil. On a alors une relation entre V et Q d'où l'on peut déduire la capacité C.

Les condensateurs sphériques offrent l'exemple le plus simple de cette détermination par le calcul. Ils appartiennent à la catégorie des *condensateurs*

absolus; on appelle ainsi ceux *où la densité électrique est constante à la surface des armatures.* Cela ne peut exister que pour des armatures de forme régulière. Les condensateurs sphériques sont même les seuls qui satisfassent complètement à cette condition.

1° *Condensateur sphérique.* — Il est constitué par deux sphères concentriques A et B, dont l'une est reliée à une source électrique et l'autre au sol (fig. 910).

Soient R et ρ les rayons des deux sphères.

A prend le potentiel V de la source, et une certaine charge + Q; B prend par influence une charge — Q à sa surface intérieure, tandis que sa surface extérieure est ramenée à l'état neutre par suite de sa communication avec le sol. On a, d'après l'équation générale de l'induction électrostatique,

$$V = \Sigma\frac{q}{r} - \Sigma\frac{q'}{r'}.$$

$\Sigma\frac{q}{r}$ est le potentiel V correspondant à la sphère interne; cette somme est égale à $\frac{Q}{\rho}$; de même $\Sigma\frac{q'}{r} = \frac{Q}{R}$.

Donc

$$V = \frac{Q}{\rho} - \frac{Q}{R} = Q\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R}\right).$$

C'est le calcul que nous avons déjà fait plus haut pour expliquer le phénomène de la condensation.

En appelant C la capacité du condensateur, on a $V = \frac{Q}{C}$, et par suite

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{\rho} - \frac{1}{R}, \qquad \text{d'où} \qquad C = \frac{R\rho}{R - \rho}.$$

Ainsi, dans le cas d'un condensateur absolu parfait, la capacité électrostatique est

$$C = \frac{R\rho}{R - \rho}.$$

Si l'on supposait l'armature interne isolée, la capacité deviendrait C_1. La valeur de C_1 est connue directement; elle est égale à ρ. (On peut encore la déduire de la formule générale en divisant haut et bas par R et faisant $R = \infty$.)

La force condensante est donc $\frac{C}{C_1} = \frac{R}{R - \rho}$.

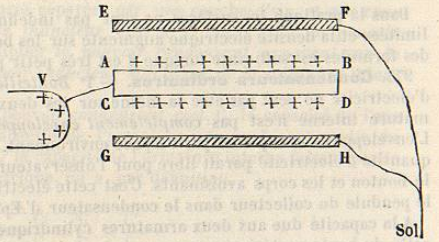

Fig. 911.

2° *Condensateurs plans.* — Soit une plaque conductrice épaisse ABCD électrisée sur ses deux faces AB et CD : elle est en communication avec une source de potentiel V. Elle est placée entre deux plaques conductrices EF, GH qui communiquent avec le sol. Elle en est séparée par des couches d'air d'épaisseur *d* et *d'* (fig. 911).