

un grand nombre de laboratoires, diffère de la machine de M. Bertsch en ce que le secteur de caoutchouc B est remplacé par un disque qui tourne entre deux frottoirs, et qui conserve ainsi une charge constante pendant le mouvement imprimé à la machine.

VI. — CONDENSATION DE L'ÉLECTRICITÉ. — APPAREILS
CONDENSATEURS.

450. **Principe fondamental de la condensation.** — Soit un plateau métallique A (fig. 525), isolé par un pied de verre : si l'on fait communiquer ce plateau, au moyen d'un conducteur métallique M, avec une source électrique (*), fournissant, par exemple, de l'électricité positive, il se charge d'électricité; mais il arrive un moment où une particule électrique *m*, située dans le conducteur, éprouvant la même répulsion de la part de l'électricité du plateau et de

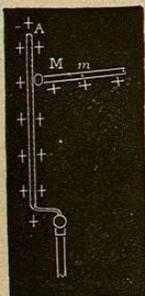


Fig. 525.

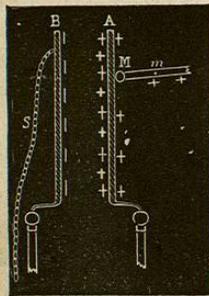


Fig. 526.

la part de l'électricité de la machine, reste en équilibre. On dit alors que le plateau A est arrivé à sa *limite de charge*, pour les conditions de l'expérience. — Si maintenant on met en présence de A un autre plateau semblable B (fig. 526), communiquant avec le sol, il y a décomposition par influence de l'électricité neutre de B, et attraction de l'électricité négative sur la face interne de ce plateau, c'est-à-dire sur celle qui regarde A. Or, en même temps, l'action de l'électricité négative de B modifie la distribution de l'électricité positive sur A, et en attire une plus grande partie à la face interne, c'est-à-dire à la face qui regarde B (455); de là résulte une diminution de la force répulsive exercée par N sur la particule *m* et sur les particules voisines, en sorte qu'une nouvelle quantité d'électricité positive peut passer sur A; à cette action, il faut ajouter d'ailleurs l'attraction de l'électricité négative de B sur tout le système formé par la machine et le plateau A. Il y a donc, par le seul fait de la

(*) On appelle *source électrique*, un système de corps capable de produire de l'électricité, de manière à arriver à un état électrique ou à un *potentiel* déterminé, et capable en même temps de reproduire les charges électriques qu'on lui enlève, de manière à se maintenir toujours à ce même *potentiel*. — Les machines électriques que nous avons étudiées sont des sources électriques, conformes à cette définition.

présence du plateau B communiquant avec le sol, *accumulation* d'électricité positive sur le plateau A. — On peut dire, en d'autres termes, que la *capacité électrique* du plateau A est augmentée, par le seul fait de la présence du plateau B; c'est-à-dire que, pour amener le plateau A au même potentiel que la source, il faut une quantité d'électricité plus grande que si ce plateau était seul.

Tel est le principe fondamental de la *condensation* : on voit qu'il se déduit immédiatement du développement de l'électricité par influence. — On peut d'ailleurs le vérifier par l'expérience : il suffit de charger le système des plateaux A et B comme il vient d'être dit, de supprimer la communication entre le plateau A et la machine, d'éloigner B, et de comparer, à l'aide du plan d'épreuve, la charge acquise par un des points de A à celle qu'il acquiert sans l'intervention du plateau B.

L'appareil que nous venons d'étudier, et qui fut imaginé en 1760 par *Epinus*, est un *condensateur*; le plateau qui communique avec la machine se nomme *plateau collecteur*; celui qui communique avec le sol est le *plateau condensateur*.

451. **Condensateur à lame de verre.** — En rapprochant de plus en plus les plateaux A et B (fig. 526), on accroît évidemment la condensation, et par suite la charge du plateau collecteur; mais, si la distance devient assez petite pour que l'attraction des deux électricités accumulées sur les faces internes des deux plateaux surmonte la résistance de l'air, il part une étincelle, et les électricités contraires se recombinent. Il y a donc avantage à placer, entre les deux plateaux A et B, une lame de verre C (fig. 527), vernie à la gomme laque, qui offre une résistance plus grande, et contre laquelle on pourra appliquer les deux plateaux. Cependant, ici encore, si l'attraction des électricités accumulées devient capable de surmonter la résistance de la lame, l'étincelle jaillit, en perçant le verre.

452. **Limite de charge d'un condensateur.** — En supposant que la lame isolante d'un condensateur ait une résistance suffisante pour empêcher la combinaison des électricités accumulées sur les plateaux, il est facile de montrer que l'appareil doit cependant avoir encore une

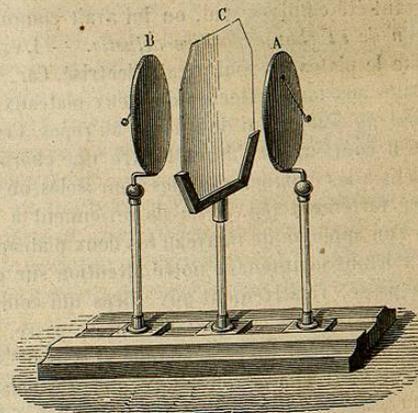


Fig. 527. — Condensateur à lame de verre.

limite de charge. — Dans la démonstration que nous allons donner, nous supposons que chacun des plateaux métalliques soit assez mince pour qu'on puisse négliger la distance de ses deux faces.

Et d'abord, l'électricité négative attirée à la face interne de B, par l'influence de A (fig. 528), doit être *en quantité moindre* que l'électricité positive de A; car, puisqu'il y a équilibre dans le conducteur S qui communique avec le sol, il faut que la résultante des actions contraires exercées par B et A, sur une particule électrique quelconque, située dans ce conducteur, soit nulle; et, comme l'électricité de B est à une distance moindre de cette particule que l'électricité de A, il faut qu'elle soit en quantité moindre.

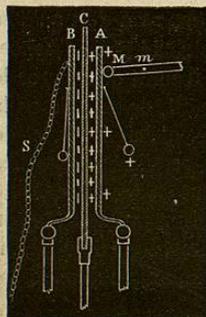


Fig. 528.

Dès lors, la résultante des actions exercées par le système des deux plateaux sur une particule *m* d'électricité positive, placée dans le conducteur qui établit la communication avec la source, est une action *répulsive*, semblable à celle que pourrait éprouver cette même particule, si, le plateau A ayant été employé seul, on lui avait communiqué seulement *une fraction de sa charge positive actuelle*. — L'expérience montre d'ailleurs que le plateau A seul paraît électrisé. Car, si l'on a fixé de petits pendules aux faces externes des deux plateaux, on voit celui de A diverger seul (fig. 528): celui de B reste au repos. Cependant les deux plateaux A et B contiennent l'un et l'autre une charge considérable; car, si l'on vient à les éloigner après les avoir isolés, on voit les deux pendules diverger fortement (fig. 527); ils reviennent à leurs situations primitives, si l'on applique de nouveau les deux plateaux sur la lame de verre.

Portons maintenant notre attention sur ces deux résultats: 1° tout se passe, relativement aux corps qui communiquent avec B, comme si B n'était pas chargé; 2° tout se passe, relativement aux corps qui communiquent avec A, comme si A était seul et ne possédait qu'une partie de sa charge actuelle. — D'après cela, il est facile de concevoir: 1° comment on a été conduit à donner à l'électricité de B l'épithète, assez impropre d'ailleurs, de *dissimulée*; 2° comment on a pu considérer l'électricité de A comme composée de deux parties: l'une, accumulée à la face interne, dont l'action sur les points extérieurs est neutralisée par celle de B, et qui peut prendre, dans le même sens que plus haut, le nom d'*électricité dissimulée*; l'autre, répandue sur tout le plateau, dont la force répulsive se manifeste sur l'électricité des conducteurs de la machine, et qu'on a nommée *électricité libre* (*).

(*) Il faut bien remarquer que ces deux locutions sont uniquement destinées à re-

* 453. **Force condensante.** — On appelle *force condensante*, pour un condensateur déterminé, le rapport de la charge que la machine peut communiquer au plateau collecteur, quand il fait partie du condensateur, à celle qu'elle donnerait à ce même plateau employé seul.

M. Riess a constaté que, pour un condensateur de dimensions déterminées, la force condensante augmente à mesure que la distance des plateaux diminue: c'est là un résultat facile à concevoir, d'après les considérations qui précèdent.

454. **Décharge successive d'un condensateur.** — Un condensateur à lame de verre ayant été chargé comme nous l'avons dit, et les communications avec la machine et avec le sol ayant été interrompues, si l'on approche le doigt du plateau A, qui contient de l'électricité libre (fig. 529), on en tire une petite étincelle: aussitôt le pendule de ce plateau tombe au repos, et celui du plateau B diverge. — On voit, en effet, que le contact du doigt a dû enlever au plateau A une partie de l'électricité positive qu'il contenait, et qui attirait l'électricité négative à la face interne de B: dès lors, une partie de l'électricité négative de B a dû devenir libre, et produire la divergence du pendule de ce côté. — En touchant maintenant le plateau B, on obtient de même une petite étincelle, et le pendule de B retombe, tandis que celui de A diverge. L'explication précédente est encore applicable, puisque les rôles des deux plateaux sont simplement intervertis.

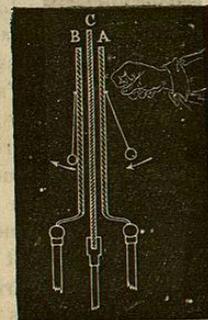


Fig. 529.

En continuant à toucher alternativement l'un et l'autre plateau, on obtient des étincelles de plus en plus faibles. Théoriquement, on ne doit jamais arriver ainsi à décharger complètement le condensateur, puisqu'on n'enlève, à chaque contact, qu'une fraction de la charge restante.

455. **Décharge instantanée.** — La décharge *instantanée* s'obtient, non plus en touchant alternativement l'un et l'autre plateau, mais en établissant la communication entre eux par un corps conducteur. C'est ce qu'on peut faire en appliquant une main sur l'un des plateaux, et venant toucher l'autre plateau avec l'autre main; mais la combinaison des électricités contraires à travers le corps humain produit une commotion, qui est souvent pénible. — On préfère se servir d'un *excitateur* FEG (fig. 530), formé de deux arcs métalliques, qui sont articulés à charnière, et dont les extrémités libres sont terminées par des boules.

présenter les deux faits sur lesquels nous venons d'insister, et n'indiquent, en aucune façon, que l'électricité *dissimulée* doit être considérée comme étant à un état particulier quelconque.

On peut, dans la plupart des cas, tenir impunément avec les mains les deux branches de l'excitateur : la décharge passe par le métal, qui est bon conducteur, plutôt que par le corps humain, qui l'est beaucoup moins. Quand on veut décharger des condensateurs fortement chargés, on isole l'arc métallique en le tenant par des *manches de verre* (fig. 338).

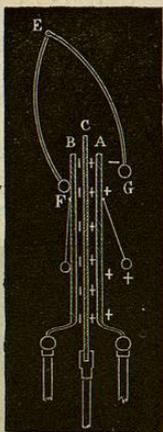


Fig. 350.

Supposons qu'on mette l'une des boules F d'un excitateur en contact avec le plateau B qui ne contient pas d'électricité libre (fig. 350), et qu'on approche lentement l'autre boule G du plateau A. L'électricité libre de A, agissant par influence sur la boule G, attire de l'électricité négative vers cette extrémité, et repousse de l'électricité positive dans l'arc métallique, jusque sur le plateau B; il peut y avoir ainsi neutralisation d'une partie de l'électricité négative qui se trouve en B, et accroissement de la tension en A. Ces actions augmentant à mesure qu'on diminue la distance, il arrive un moment où il se produit une étincelle entre A et B. Les deux plateaux ayant alors perdu une même quantité d'électricité, le plateau A contient une nouvelle quantité d'électricité libre, plus petite que la première : il semble donc qu'une nouvelle étincelle doive partir, si l'on approche davantage la boule G; puis une troisième, en diminuant encore la distance, et ainsi de suite. — En réalité, on n'observe pas une série d'étincelles, jaillissant à des distances décroissantes, mais il se produit, dès que la distance est suffisamment petite, une étincelle beaucoup plus sonore et plus brillante que celles de la décharge successive. Ce résultat s'explique en remarquant que, par l'effet même de la première décharge, la couche d'air placée entre la boule et le plateau est traversée par un arc de vapeur métallique, qui diminue la résistance. — On peut donc considérer cette décharge comme formée par la succession rapide d'une série d'étincelles, produites, à une même distance, au travers d'une couche de résistance décroissante. On observe d'ailleurs que la couleur de l'étincelle varie avec la nature des métaux qui forment les surfaces en présence.

La neutralisation n'est cependant jamais complète après une seule étincelle; nous reviendrons plus loin sur les charges restantes, ou *résidus* (465), qui permettent d'obtenir plusieurs décharges distinctes.

456. Carreau fulminant. — Le carreau fulminant de Franklin est un condensateur semblable aux précédents, mais les plateaux métalliques sont remplacés par des feuilles d'étain collées sur le verre (fig. 351). L'une des deux feuilles porte un petit prolongement qui la fait commu-

niquer avec l'anneau métallique A du cadre de bois (c'est la feuille inférieure dans la figure ci-dessus; on aperçoit le prolongement métallique c

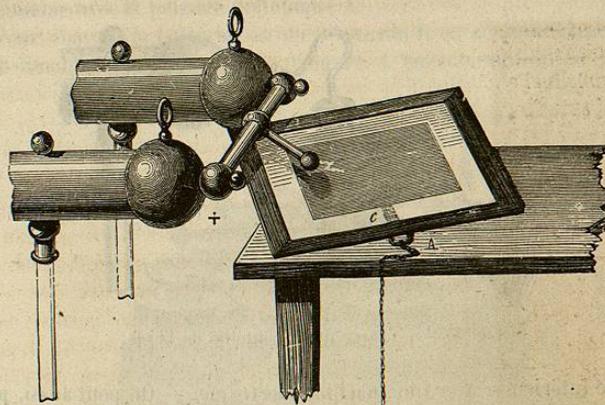


Fig. 351. — Carreau fulminant.

à travers la lame de verre). — L'appareil, placé comme l'indique la figure, se charge d'électricité positive sur la face supérieure, et d'électricité négative sur la face inférieure, qui communique avec le sol.

457. Bouteille de Leyde. — De tous les condensateurs, la bouteille de Leyde est le plus fréquemment employé.

La lame isolante des appareils précédents est représentée par la paroi CC d'un flacon de verre mince (fig. 352). L'un des plateaux est représenté par des feuilles d'or ou de clinquant A, A, ou par tout autre conducteur s'appliquant sur la surface interne de la bouteille; au milieu de ces feuilles plonge une tige de métal, terminée en pointe à sa partie inférieure, et maintenue dans le goulot par un bouchon verni à la gomme laque. L'autre plateau est représenté par une feuille d'étain BB, collée sur la surface externe de la bouteille, et s'élevant à peu près jusqu'aux trois quarts de sa hauteur. — L'ensemble AA de la tige et des feuilles métalliques se nomme l'*armature intérieure* de la bouteille; la feuille d'étain BB est l'*armature extérieure* (*).

Pour charger la bouteille, on la prend ordinairement à la main, par

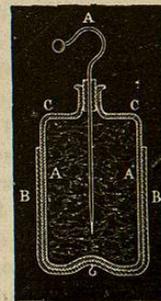


Fig. 352.

(*) En tenant compte de cette forme particulière de condensateur, dans laquelle l'une des armatures enveloppe l'autre d'une manière à peu près complète, la théorie démontre que la quantité d'électricité développée par influence sur l'armature extérieure est sensiblement égale à la quantité d'électricité fournie directement à l'armature intérieure. — C'est l'une des raisons qui expliquent comment la force condensante de la bouteille de Leyde est si considérable.

la panse, ce qui met en communication l'armature extérieure avec le sol (fig. 333); puis on fait communiquer la tige, et par suite toute l'ar-

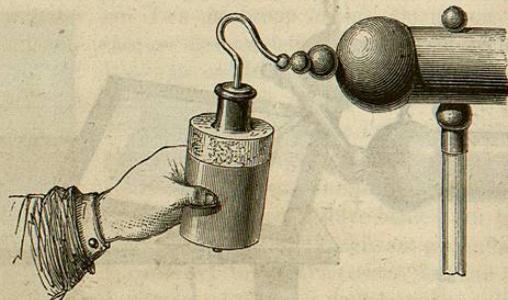


Fig. 333. — Charge de la bouteille de Leyde.

mature intérieure, avec une machine électrique. — On peut aussi, pour obtenir des charges peu considérables, toucher un certain nombre de fois l'armature intérieure avec le plateau d'un électrophore, que l'on replace sur la résine après chaque contact, comme il a été dit (447).

C'est à Leyde, en 1746, que furent observés pour la première fois les effets d'un semblable condensateur, et le hasard l'offrit immédiatement sous une forme tout à fait semblable à celle qui a été définitivement adoptée. — On rapporte que Cunéus, élève de Muschenbroeck, ayant eu l'idée d'électriser de l'eau placée dans un vase de verre, prit le vase à la main, et fit plonger dans le liquide une pointe métallique communiquant avec les conducteurs d'une machine électrique. En approchant alors l'autre main de la tige, il éprouva une commotion incomparablement plus forte qu'il ne l'avait prévu d'après la puissance de la machine. Muschenbroeck, et plusieurs autres physiciens répétèrent l'expérience; en la communiquant au monde savant, ils en exagérèrent considérablement les effets : on ne la reproduisit donc d'abord qu'avec crainte, mais elle devint bientôt familière à ceux qui s'occupaient des progrès de l'électricité, et plus tard Épinus en donna la théorie. — Il est facile de voir que, dans l'expérience de Cunéus, le collecteur était représenté par la tige et par le liquide; la lame isolante, par le verre; le plateau condensateur, par la main qui tenait le vase.

458. **Batteries électriques.** — Les batteries électriques sont des réunions de grosses bouteilles de Leyde, ou *jarres* (fig. 334), dont on fait communiquer toutes les armatures intérieures par des tiges métalliques qui convergent en D (*). Elles sont placées dans une caisse de

(*) Au lieu d'accumuler des feuilles d'or ou de clinquant dans les jarres, on se contente de coller, à l'intérieur de chaque bocal de verre, une feuille d'étain sur laquelle s'appliquent de petits fils métalliques, partant de la tige métallique fixée en

bois; l'intérieur de la caisse est garni d'une feuille d'étain, qui met en communication toutes les armatures extérieures, et qui communique elle-même avec la poignée métallique A.

Pour charger la batterie, on met l'anneau D en communication avec une machine électrique, et la poignée A en communication avec le

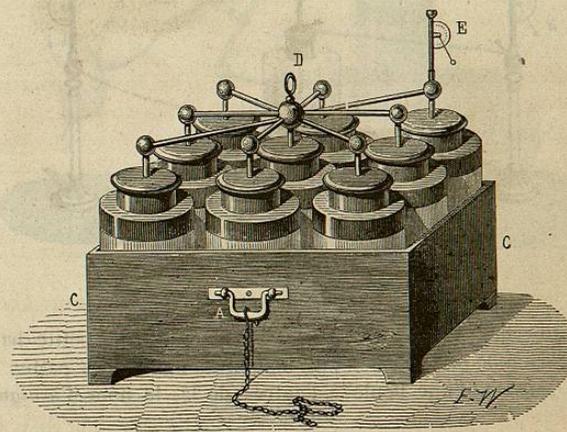


Fig. 351. — Batterie électrique.

sol, par une chaîne métallique. Un électromètre de Henley, placé en E, permet de se rendre compte des progrès que fait la charge,

459. **Vérification, avec la bouteille de Leyde, des propriétés générales des condensateurs.** — Voici quelques-unes des dispositions qui permettent de vérifier, avec la bouteille de Leyde, les propriétés des condensateurs.

Et d'abord, il n'y a d'électricité libre que sur l'armature A, qui a été mise en communication avec la machine (452). C'est ce qu'on peut vérifier en faisant communiquer avec un électroscope chacune des armatures d'une bouteille isolée (fig. 335); l'électroscope *a* est le seul qui s'écarte de sa tige.

460. On peut effectuer, sur cette bouteille isolée, la *décharge successive* (454), en touchant tour à tour l'une et l'autre armature, ce qui fait, à chaque contact, diverger le pendule de l'armature opposée. — On peut aussi faire en sorte que cette décharge s'effectue d'elle-même, à l'aide d'une disposition due à Franklin. L'armature extérieure communique avec une tige métallique A (fig. 356); entre cette tige et

son centre. Il n'y a, en effet, aucune utilité à remplir la bouteille d'une masse conductrice, puisque les seuls points qui interviennent dans la condensation sont à la surface et au voisinage du verre.

le bouton C de l'armature intérieure, est placé un petit pendule B suspendu à un fil de soie. Ce pendule, successivement attiré et repoussé par l'une et l'autre armature, décharge la bouteille par une série de

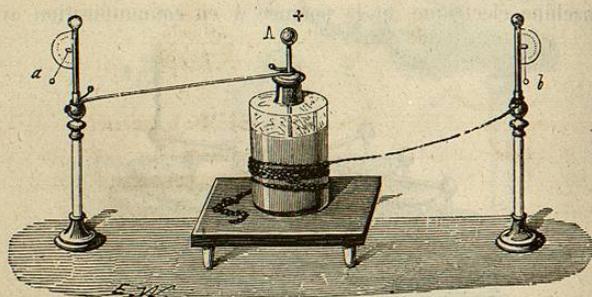


Fig. 555.

petites étincelles. Franklin prenait pour pendule une petite balle de sureau, garnie de brins de soie, de manière à figurer les pattes d'une araignée sautant d'une boule à l'autre: de là, le nom d'*araignée de*

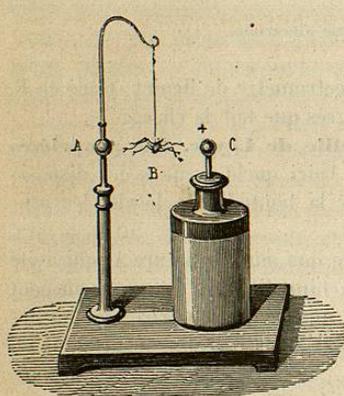


Fig. 556. — Araignée de Fran'lin.

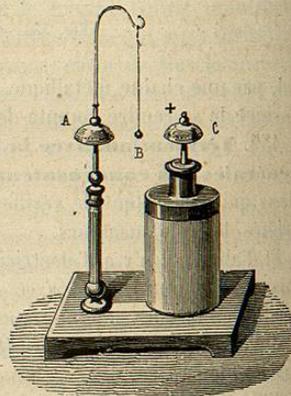


Fig. 557. — Carillon.

Franklin. — En plaçant un timbre sur chacune des tiges (fig. 557), et prenant pour pendule une petite balle métallique, on obtient un *carillon* continu, jusqu'à ce que la bouteille soit à peu près complètement déchargée.

La *décharge instantanée* (455) s'effectue en faisant communiquer par un exciteur les deux armatures (fig. 558). Comme dans le condensa-

teur à plateaux, elle n'est généralement pas complète après la première

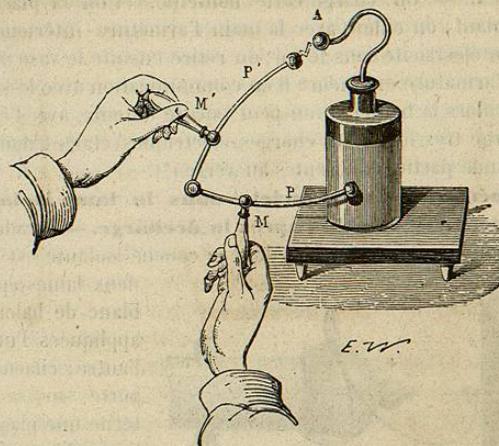


Fig. 558. — Décharge de la bouteille de Leyde.

étincelle, et l'on peut encore obtenir plusieurs autres décharges: c'est ce que nous allons maintenant faire concevoir.

461. **Dans un condensateur, c'est surtout sur le corps isolant que résident les fluides développés.** — Le condensateur à plateaux étant chargé, si l'on éloigne les plateaux métalliques de la lame de verre (fig. 527), et qu'on touche alors successivement les deux plateaux A et B, on voit les deux pendules retomber. Cependant, si l'on applique de nouveau les plateaux sur la lame de verre, on tire encore du système une vive étincelle. C'est donc *sur la lame de verre* que se trouvaient, en plus grande partie, les fluides développés.

462. On arrive à la même conclusion en opérant avec la *bouteille à*

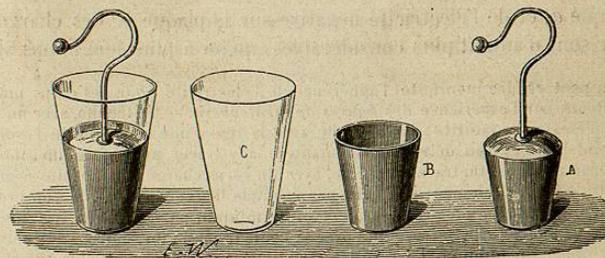


Fig. 559. — Bouteille à armatures mobiles

armatures mobiles, c'est-à-dire avec une bouteille de Leyde (fig. 559) dont l'armature intérieure A et l'armature extérieure B sont formées