

Physique, côté cour S

CABINETS DE PHYSIQUE

Collection Francis GRES

— dans l'enseignement secondaire au XIX^e siècle —

PHYSIQUE, CÔTÉ COURS

Cabinets de physique
dans l'enseignement secondaire au XIX^e siècle

Périgueux - Musée du Périgord

2 juillet/24 novembre 1997

Cette exposition a été organisée par :

*La Ville de Périgueux, Musée du Périgord,
Francis Gires, collectionneur.*

avec le soutien de :

*La Direction des Musées de France, L'inspection des Musées classés et contrôlés,
La Direction Régionale des Affaires culturelles d'Aquitaine,
Le Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche,
Le Rectorat de l'Académie de Bordeaux, L'Inspection Académique de la Dordogne,
L'Inspection Pédagogique Régionale de Sciences Physiques, Créasciences Dordogne,
Le Groupe d'Études et de Recherches du Musée du Périgord et Radio France Périgord.*

Conception du mobilier : Dalimage avec le concours de l'équipe technique du Musée.

Commissariat d'exposition :

*Véronique Merlin-Anglade : conservateur du Musée du Périgord,
Francis Gires, collectionneur et professeur de Sciences Physiques au lycée-collège Saint-Joseph à Périgueux.*

Nous remercions tous ceux qui ont permis la réalisation de cette exposition :

pour leur concours scientifique :

*Christine Blondel, du Centre de recherche en Histoire des Sciences et des Techniques de la Cité des Sciences à la Villette - Paris,
Nicole Hulin, de l'Université Pierre et Marie Curie/Paris VI, et du Centre Alexandre Koyré,
Roger Sahun, responsable académique de la Culture Scientifique et technique,
Hubert Guillaumard, professeur de Sciences Physiques au Lycée et collège Lauret Gatet à Périgueux,
Jean-Paul Verdon, Conseiller culturel scientifique de la Dordogne, professeur de Sciences Physiques au lycée Jay-de-Beaufort à Périgueux.*

et plus particulièrement :

*Xavier Darcos, Maire de la Ville de Périgueux, Doyen de l'Inspection générale de l'Éducation nationale,
Jean-Jacques Ratier, maire-adjoint chargé de la Culture,
Guy Mandon, maire-adjoint chargé de la communication et des cultures patrimoniales, directeur de l'établissement secondaire Saint-Joseph à Périgueux,
André Pouille, recteur de l'Académie de Bordeaux,
Jean David, Inspecteur d'Académie de la Dordogne,
Monsieur l'abbé Chinouilh, ancien professeur de physique à l'Institution Saint-Joseph à Périgueux,
François Schunck, professeur de Sciences Physiques au lycée-collège Saint-Joseph à Périgueux,
Jean-Eudes Dunant, proviseur du Lycée Jay-de-Beaufort à Périgueux,
Daniel Constant, proviseur de l'établissement secondaire Laure Gatet à Périgueux,
M. Delungin, principal de l'établissement secondaire Laure Gatet à Périgueux,
Gilles Martin, Créasciences Dordogne,
Madame et Monsieur Soubeyran,
Monsieur l'abbé Briquet, Évêché de Périgueux,
Thierry Dessolas, chef de cabinet du Maire de la Ville de Périgueux,
Les enseignantes détachées sur le musée,
Les équipes scientifiques, administratives, culturelles, d'accueil et de surveillance du Musée.*

Sommaire

Préface de Monsieur Xavier Darcos
Maire de Périgueux

Préface de Monsieur André Pouille
Recteur de l'Académie de Bordeaux

Préface de Monsieur Roger Sahun
Responsable académique de la Culture Scientifique et Technique

Préface de Madame Véronique Merlin-Anglade
Conservateur du Musée du Périgord

«L'enseignement de la physique du XIX^e au XX^e siècles : permanences et décalages»
Nicole Hulin

«Une collection d'instruments et de traités de physique du XIX^e siècle»
Francis Gires

«Essai de typologie»
Francis Gires

Catalogue
Francis Gires
(sauf n° 59 par Roger Sahun)

Annexes, Bibliographie

Mesure pour mesure

Nous avons la chance, grâce au collectionneur savant et passionné qu'est Francis Gires, de pouvoir présenter au public des instruments que l'on se plaira d'abord à considérer comme des moyens de communication du génie humain ou des pièges à vérité.

Au-delà de leur facture propre, ces dispositifs tirent leur beauté de la raison pratique dont ils procèdent. Chacun d'eux balise à sa manière l'infinité du champ des connaissances dans le domaine de la physique expérimentale. Et l'on peut mesurer, à les voir, l'immensité du chemin parcouru.

L'intuition du poète rejoint souvent celle du scientifique qui veut qu'il y ait un nouveau monde à l'intérieur de celui que l'on croit connaître. Devant la puissance évocatrice de «l'instrumentarium» que nous vous invitons à découvrir, nous nous surprenons à nous situer ou à nous toiser par rapport aux appareils qui le composent.

Que nous soyons ou non avertis des progrès de la Science, nous nous sentirons toujours dépassés par la variété inimaginable des phénomènes sensibles.

Mais puisqu'il faut fonder quelque espoir dans l'avenir, nous pouvons être certains que l'observation et l'étude nous rendent heureux d'être de ce monde où le ciel est dans la direction opposée de la chute d'une pomme.

Xavier Darcos,

Maire de Périgueux,

Doyen de l'Inspection générale de l'Éducation Nationale.

L'initiative du Musée du Périgord est à saluer.

En effet, lorsqu'un étranger pense à la France, il a souvent tendance à penser que notre pays a un grand passé artistique et culturel en oubliant qu'il a aussi contribué largement au développement des sciences et que, sans les grandes découvertes scientifiques des Français, le monde actuel ne serait pas ce qu'il est. Et on oublie Pascal, Lavoisier, Fermat, Cuvier, Pasteur, Pierre et Marie Curie... et bien d'autres.

Qu'importe ! La France est le pays des arts et des lettres. Il ne serait pas celui des sciences et des techniques.

Nous avons une part de responsabilité dans ce stéréotype. Aussi, est-il nécessaire de développer chez nous les enseignements et les manifestations consacrés à l'histoire scientifique. Il faut expliquer que, si la France est cette grande nation scientifique et moderne à la pointe du progrès en matière technique, ce n'est pas le fruit du hasard ou d'un savoir importé, mais le résultat d'une longue histoire qui a fait de nos savants, de nos chercheurs et de nos techniciens parmi les meilleurs du monde. Il y va de notre réputation et c'est à partir de cette réputation que nous pourrions expliquer aux autres que ce que nous fabriquons et vendons soutient la concurrence en matière de qualité, de technique et de recherche. Il y va, aussi, de notre avenir et de notre place dans le monde.

C'est pourquoi nous saluons l'exposition du Musée du Périgord qui contribue à la connaissance et à la reconnaissance de notre patrimoine scientifique.

André Pouille

Recteur de l'Académie de Bordeaux

Je remercie Monsieur Gires professeur enthousiaste et collectionneur passionné et Madame Merlin-Anglade, Conservateur du Musée du Périgord de m'avoir associé à l'organisation de cette remarquable exposition : «Physique côté cour(s)».

Ces quelques lignes me permettent de les féliciter pour la bonne idée qu'ils ont eue de présenter à un large public ces objets dont la découverte m'a procuré un grand plaisir.

L'originalité de certains instruments et la beauté de chacune de ces pièces sont des invitations à se poser des questions sur notre univers. La qualité de la mise en scène et des textes de présentation constitue un premier pas pour trouver la réponse.

La réflexion conjointe des responsables du Musée du Périgord, des professeurs et de l'Action Culturelle du Rectorat de Bordeaux laissent présager la pertinence de l'exploitation pédagogique qui en sera faite.

Ce catalogue et cette exposition font découvrir un patrimoine riche et témoignent de la place de la Science en un siècle bien différent du nôtre. Ils contribuent également au développement de l'enseignement de la physique au collège et au lycée, en visant des objectifs généraux des nouveaux programmes : «Cet enseignement doit faire ressortir que la physique est un élément de culture essentiel en montrant que le monde est intelligible et que l'extraordinaire richesse et complexité de la nature et de la technique peut-être décrite par un petit nombre de lois physique universelles qui constituent une représentation cohérente de l'univers.

Dans cet esprit il doit faire appel à la dimension historique de l'évolution des idées en physique ... Il doit également faire une large place aux sciences de l'univers : astronomie et astrophysique».

Je souhaite qu'un large public de tous âges puisse en ces lieux prestigieux s'étonner, s'interroger, prendre du plaisir.

Roger Sahun

Responsable académique de la Culture Scientifique et technique

Le Musée du Périgord se présente comme un musée à caractère encyclopédique.

Ses riches collections permettent au visiteur de saisir l'histoire de l'archéologie régionale des temps géologiques à la Renaissance, en faisant un détour par l'évocation des milieux naturels, de l'archéologie grecque et égyptienne, et de l'ethnographie non européenne (Afrique, Océanie). Le parcours se poursuit, dans l'autre aile du bâtiment, à travers la peinture européenne (du XVI^e au XIX^e siècle) et les objets d'art (faïences et émaux).

Grâce à la présence sur Périgueux d'une collection privée d'instruments de physique utilisés dans l'enseignement secondaire au XIX^e siècle, il nous a paru judicieux, dans ce contexte, d'ajouter temporairement un volet lié à l'histoire des sciences. Selon le souhait de ses propriétaires, elle deviendra publique dans l'avenir.

En effet, ces instruments font désormais partie de notre patrimoine scientifique et technique, et sont l'objet d'une demande de protection par le Ministère de l'Éducation Nationale (B.O. du 5 décembre 1996).

Francis Gires a donc été un pionnier en la matière puisqu'il a collecté ces pièces dès les années 1970, attiré par la qualité de leur réalisation et par leur caractère didactique, car il est lui-même professeur de Sciences physiques.

Nous souhaitons donc, à travers cette exposition, contribuer à mieux faire connaître et protéger ce patrimoine, tant auprès des professionnels que des amateurs.

De nombreuses animations seront prévues dans ce sens, grâce à une étroite collaboration entre les chercheurs spécialisés dans l'enseignement des Sciences Physiques, l'Éducation Nationale et le Musée, fédérés par la compétence et la passion de Francis Gires.

Véronique Merlin-Anglade
Conservateur du Musée du Périgord

Le 15 Janv. 84.

A. M. S. P.

Quilbert Lucien -

Physique -

Un morceau de fer de poids de 400 g flotte à la surface du mercure, calculez en grammes l'effort qu'il faudrait faire pour l'immerger ?

La densité du fer est 7,8, celle du mercure 13,6. Il s'agit de connaître le poids qu'il faudrait ajouter au morceau de fer pour l'immerger. Or ce poids plus le poids du fer sera égal au poids du liquide déplacé, d'après le principe des corps flottants. On a donc $P + P_f = P_m$

Or le volume de mercure déplacé est évidemment égal au volume du corps. Le volume du corps est égal à son poids divisé par son volume $V = \frac{P}{D} = \frac{400}{7,8} = 51,28$

Le volume de mercure est donc 51,28. Il faut chercher le poids de ce volume ou a $P = VD = 51,28 \times 13,6 = 697,40$
Donc le poids de volume de mercure que le corps déplacera quand il sera immergé sera de 697,40. Or comme il ne pèse que 400 g. il faudra nécessairement lui ajouter $697,40 - 400$ pour l'immerger ou 297,40

L'enseignement de la physique du XIX^{ème} au XX^{ème} siècle : permanences et décalages.

La physique expérimentale se développe en France, au milieu du XVIII^e siècle, sous l'influence de l'abbé Nollet. Les cabinets de physique sont en vogue jusqu'à la fin du siècle entraînant l'essor du métier de constructeur d'instruments et Sigaud de la Fond dispense des leçons particulières pour la préparation d'appareils et d'expériences. Dès la fin du XVIII^e siècle des «démonstrateurs de physique», qui vendent des instruments, interviennent à l'intérieur des collèges montrant des phénomènes électriques ou magnétiques, des expériences dans le vide ou bien encore le spectacle du grossissement d'objets dans le microscope, et permettent ainsi d'illustrer les cours dictés quelques mois auparavant.

Avec le XIX^e siècle apparaît un discours militant en faveur du caractère expérimental de l'enseignement de la physique et, du XIX^e au XX^e siècles, vont se succéder des affirmations de principe comme : «C'est surtout en physique qu'il faut voir et toucher» [C. Pouillet, 1827] ; «Ce serait avec peine que l'on pourrait saisir l'attention des élèves sans les expériences» [L. Pasteur, 1846] ; «Il faut que les yeux voient et que les mains touchent» [V. Duruy, 1868] ; «Il ne suffit même pas de regarder des expériences faites au cours par le professeur. Il faut les avoir répétées soi-même» [H. Le Chatelier, 1928] ; ou encore : «On doit privilégier la méthode inductive et le recours systématique à l'expérience» [rapport Bergé, 1989].

Bien qu'assez rares, des réserves critiques sont faites sur ces orientations : «Faut-il avoir l'air d'établir expérimentalement toutes les lois qu'on énonce ? Sans parler de l'impossibilité d'expliquer aux élèves certains appareils nécessaires à cet établissement [...] sans insister [...] sur le trompe l'oeil que [la démonstration expérimentale] est souvent» [H. Bouasse, 1901] ; «Voir pour comprendre, tel est l'idéal de cette étrange pédagogie» [G. Bachelard, 1931] ; «Les manipulations font recours à un matériel didactique hors de prix et ad hoc qui enlève l'essentiel de leur intérêt aux manipulations car il s'agit d'un matériel modèle imposé dans une structure figée aux élèves [...] À la limite, le recours expérimental devient purement idéologique» [M. Hulin, 1987].

L'enseignement secondaire au XIX^e siècle est un enseignement de classe, c'est l'école de la bourgeoisie. Non gratuit, il est accessible à moins de 5% des enfants. L'enseignement secondaire féminin n'est organisé qu'en 1880 par la loi Sée ; différent de son homologue masculin il ne comporte que des «éléments» des sciences. L'assimilation complète des études féminines et masculines est l'oeuvre du XX^e siècle et débute par l'identification des deux enseignements secondaires avec la loi Bérard en 1924.

Dans la première moitié du XIX^e siècle il s'agit avant tout de dispenser une culture désintéressée aux enfants et les humanités classiques sont prédominantes. De nombreux plans d'études se succèdent faisant varier la classe où débute l'enseignement des sciences, mais l'étude de la physique est repoussée en fin de cursus. Cependant les mutations économiques profondes qui se produisent au cours du siècle, en liaison avec les progrès des sciences et des techniques, vont imposer des évolutions au système éducatif.

Au début du Second Empire une réforme novatrice établit le système de la «bifurcation des études». Deux filières sont distinguées à partir de la 3^e, l'une littéraire et l'autre scientifique, équivalentes par la durée et la sanction des études. Le baccalauréat ès sciences devient alors indépendant du baccalauréat ès lettres et l'enseignement des disciplines scientifiques commence en 3^e. La recommandation est faite pour la physique de «partir de l'expérience fondamentale toutes les fois que le sujet le permet», mais en évitant de «décrire les instruments dans tous leurs détails». Des crédits sont prévus pour équiper les laboratoires et les professeurs sont vivement encouragés à construire eux-mêmes les appareils. Cette réforme est accompagnée d'une modification du concours de recrutement des professeurs, l'agrégation, avec en particulier l'introduction d'épreuves pratiques.

V. Duruy supprime la «bifurcation» et revient à une conception classique de l'enseignement secondaire, tout en établissant parallèlement les bases de ce qui deviendra à la fin du siècle l'enseignement moderne. En 1874 une circulaire précise les objectifs assignés à l'enseignement de la physique dispensé en classe de philosophie : il s'agit de mettre les élèves «en possession de la méthode expérimentale» ; en 1890 la commission des réformes de l'enseignement scientifique affirme avec force que l'expérience est «le principe et le nerf de la science». Peu à peu la physique est présentée comme une science expérimentale modèle.

Dans cette deuxième moitié du XIX^e siècle les descriptions minutieuses d'appareils et les précautions opératoires à respecter vont envahir les traités élémentaires. En 1901 H. Bouasse lance une campagne et dénonce «l'empilement de ce bazar instrumental dans les cours élémentaires». «Les traités élémentaires, explique-t-il, sont d'étranges recueils d'instruments démodés ; on s'y trouve comme dans un musée d'antiquités où l'on a réuni pêle-mêle le legs des temps passés». Il dresse une liste des appareils qu'on trouve dans les collections, parmi eux : l'aréomètre de Baumé comme exemple d'appareil utile dans la pratique mais sans aucun intérêt pédagogique, le baromètre de Fortin n'ayant «aucun intérêt théorique [...] lourd, incommode à transporter, fragile, complètement délaissé sous la forme classique par les géologues et les explorateurs» ou le galvanomètre de Nobili pour lequel est décrite la méthode d'étalonnage employée vers 1840 par le physicien P. Desains alors que désormais on utilise des galvanomètres donnant des indications proportionnelles à l'intensité du courant. L'importance de la place accordée aux appareils est fort bien illustrée avec l'exemple de l'ouvrage de Ch. Drion et E. Fernet : la présentation détaillée de divers baromètres occupe onze pages de l'édition de 1869, neuf pages de l'édition de 1901!. En 1931 P. Langevin dénoncera encore ce défaut d'accumuler les présentations d'instruments «dont l'étude détaillée ne peut intéresser que le spécialiste de leur emploi ou de leur construction».

En 1902, cinquante ans après la réforme de la «bifurcation», intervient une importante réforme qui à la fois restructure l'enseignement secondaire et introduit un nouvel esprit dans l'enseignement scientifique que l'on souhaite constituer en véritables «humanités scientifiques». Le libellé des programmes de physique de 1902 fait un usage répétitif du mot *expérimental*. On souligne la nécessité d'habituer les esprits à s'incliner toujours devant une preuve, d'apprendre à observer, à remonter d'un fait à une loi, à vérifier une hypothèse. Au baccalauréat, il faut que «l'énoncé de la loi ne vienne sous la plume de l'élève que comme conclusion des expériences rapportées». La réforme introduit une innovation avec l'instauration des manipulations pour les élèves, mesure préconisée par J.- B. Dumas dès 1847 car il la considérait comme indispensable pour une étude sérieuse des sciences physiques. Les recommandations jointes aux programmes soulignent l'importance de ces exercices pratiques et invitent le professeur à y attacher la même attention et le même intérêt qu'aux leçons. Mais les appareils classiques des collections des lycées sont jugés ne plus convenir pour la plupart. Le jury d'agrégation de 1902 indique dans son rapport que «les collections

sont encombrées d'appareils surannés, mal conçus ou même absurdes, qui doivent disparaître» et il souligne son intérêt pour le choix judicieux des appareils employés par le candidat lors de l'épreuve de la leçon, surtout s'ils *«ont été réalisés simplement et élégamment par le candidat lui-même»*. D'ailleurs pour les manipulations les professeurs sont invités à utiliser des appareils peu dispendieux et à les fabriquer si possible eux-mêmes. Un recueil d'expériences élémentaires de physique est alors préparé sous la direction de H. Abraham, secrétaire général de la Société française de physique, avec la collaboration d'une centaine de professeurs. L'intérêt de la constitution d'une sorte de «Mutuelle des idées» conduit à la création de l'Union des physiciens en 1906 et à la publication d'un bulletin périodique. En 1904 toutes ces incitations faites aux professeurs pour accentuer le caractère expérimental de leur enseignement se concrétisent par l'introduction à l'agrégation de l'épreuve du «montage de physique» qui consiste à *«dresser le programme des opérations à effectuer pour une leçon de lycée indiquée par le jury et les effectuer»*.

Dès les premières décennies du XX^e siècle la théorie de la relativité et la théorie quantique vont modifier profondément la physique, qui connaît bientôt un développement explosif dans le domaine microscopique. Des réaménagements importants s'opèrent alors au sein de la physique. Dans les années 1960 ceci induit, au niveau international, la nécessité de restructurer l'enseignement de la discipline, y compris dans le secondaire. C'est dans ce mouvement que s'inscrit la réforme préparée à partir du début des années 1970 par la Commission Lagarrigue. L'objectif est alors de présenter avec le maximum d'authenticité les méthodes fondamentales de la physique - recours aux «grands principes», modélisation, formalisation, expérimentation. Des exigences nouvelles seront bientôt formulées à l'agrégation pour l'appréciation du montage de physique qui doit être l'occasion d'illustrer la méthode expérimentale. Le rapport du concours 1983 souligne d'abord la position bien différente de l'enseignant et du chercheur en ce qui concerne l'aspect heuristique de l'expérience. L'enseignant dispose d'une référence théorique qui impose le «bon résultat». L'épreuve du montage devra donc permettre de juger de «la compréhension par le candidat du but «théorique» qu'il poursuit et de la cohérence logique de sa démarche».

Les programmes de 1992, qui affirment la place essentielle des activités expérimentales, reprennent certaines orientations présentes dans les travaux de la Commission Lagarrigue comme *«développer chez l'ensemble des élèves les éléments d'une culture scientifique»*. Mais un glissement apparaît car en 1992 l'un des objectifs désormais assignés à l'enseignement est de préparer les élèves à participer aux *«choix politiques, économiques, sociaux, voire d'éthique»* auxquels doivent procéder nos sociétés en leur fournissant *«un mode d'emploi des sciences et des techniques»*. Cette idée s'est construite dans une réflexion critique que mena Michel Hulin, l'un des acteurs de la réforme Lagarrigue, qui à partir de 1985 proposait de substituer à la *compétence* scientifique largement partagée la *capacité* à gérer le savoir scientifique.

Le caractère expérimental de l'enseignement de la physique est un des thèmes permanents du discours sur l'enseignement scientifique d'un siècle à l'autre, mais avec des motivations variables. Au milieu du XIX^e siècle le chimiste J.-B. Dumas avance l'argument qu'en développant l'aspect expérimental de l'enseignement de la physique on le rendra accessible pour la «masse des élèves». Mais, en fait, c'est une manière d'affirmer la différence entre physique et mathématiques et de justifier le couplage de la physique avec la chimie plutôt qu'avec les mathématiques. Au moment de la réforme de 1902 le discours officiel, tout en affirmant l'unité de la science, souligne l'apport spécifique des sciences physiques, à savoir *«la notion de vérité positive, c'est-à-dire du fait expérimentalement constaté»*, et donne ainsi une justification à la place qui vient d'être faite aux sciences physiques aux côtés des «mathématiques abstraites». Dans les années 1970 la Commission Lagarrigue affirme aussi le caractère expérimental de la physique, avec dans ce cas une certaine ambiguïté dans le discours du fait de place de choix

réservé à la physique microscopique ; mais c'est encore une manière de situer la physique par rapport aux mathématiques dont l'enseignement vient d'être rénové (réforme des mathématiques modernes). Cependant un élément nouveau apparaît ici dans le discours, l'affirmation de la nécessité de respecter autant que possible les caractéristiques épistémologiques de la discipline, l'interaction dialectique entre l'activité expérimentale et l'activité théorique. Affirmation encore de ce caractère expérimental de la discipline en 1989 dans le rapport de la Commission de réflexion sur l'enseignement de la physique, à situer cette fois dans le contexte d'un retour d'intérêt des physiciens pour la physique macroscopique.

À la permanence du discours il faut aussi associer un décalage fort important concernant le public d'élèves visés par l'enseignement secondaire. Pour répondre à une demande sociale, d'enseignement de classe celui-ci s'oriente vers un enseignement de masse : les effectifs du secondaire qui ont évolué entre 100.000 et 200.000 du milieu du XIX^e siècle à 1930, atteignent 1.000.000 en 1960. Les raisons de cette croissance des effectifs sont diverses : augmentation du nombre des naissances, instauration de la gratuité (1930), développement de l'enseignement féminin (1924-28), auxquels va s'ajouter l'établissement de la scolarité obligatoire jusqu'à seize ans prenant effet en 1967. Il en résulte une nécessaire adaptation, une nécessaire évolution. Ce décalage est toutefois associé à la permanence des enjeux économiques (adapter la société à l'activité moderne et ses exigences techniques) et culturels (faire entrer les sciences dans la culture par l'enseignement et la vulgarisation), mais avec un glissement des rivalités disciplinaires lettres - sciences, mathématiques - sciences expérimentales.

Nicole Hulin

Université Pierre et Marie Curie - Paris VI et Centre Alexandre Koyré

Éléments bibliographiques

OUVRAGES :

Bruno Belhoste, Hélène Gispert, Nicole Hulin (dir.), *Les sciences au lycée - Un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger*, Paris, Vuibert et INRP, 1996 [des années 1900 aux années 1960 - 1970, avec des prolongements jusqu'à aujourd'hui]

Michel Hulin, *Le mirage et la nécessité - Pour une redéfinition de la formation scientifique de base*, Paris, Presses de l'École normale supérieure et Palais de la découverte, 1992 [réforme Lagarrigue ; réflexions sur l'enseignement de la physique]

Nicole Hulin-Jung, *L'organisation de l'enseignement des sciences - La voie ouverte par le Second Empire*, Paris, Editions du Comité des Travaux historiques et scientifiques, 1989.

ARTICLES :

Nicole Hulin, «Caractère expérimental de l'enseignement de la physique - XIX^e-XX^e siècles», *Bulletin de l'Union des physiciens*, n°748 et 749, nov. et déc. 1992, pp. 1401-1415 et pp. 1565-1580.

Nicole Hulin, «L'instrument dans l'enseignement scientifique au XIX^e siècle», *Corpus écrit*, n°25, sept. 1990, pp. 39-43, Paris, PUF.

Nicole Hulin, «Enseignement scientifique et lignes de partage disciplinaire. La place de la physique dans la première moitié du XIX^e siècle», *Revue de Synthèse*, n°1-2/1994, pp. 121-134, Paris, Albin Michel.

Une collection d'instruments et de traités de physique du XIX^eme siècle.

Cette collection est née d'une attirance pour la beauté et la qualité de fabrication de ces objets comme Alfred Cornu, membre de l'Institut, le soulignait dans la préface du catalogue édité par le syndicat des Constructeurs en instruments de précision, suite à l'exposition universelle de Paris en 1900, en ces termes : *«qualités qui sont dues, en dehors des progrès de l'outillage, aux traditions conservées dans chaque atelier; à cette main d'oeuvre parisienne unique au monde, à ce goût à la fois artistique et sûr; à cette souplesse d'intelligence de l'ouvrier qui réussit avec la même facilité les articles de gracieuse fantaisie ou les appareils de haute précision»*. Malgré cela peu de renseignements existent sur les constructeurs du XIX^e contrairement à ceux du XVII^e et XVIII^e siècles. Or l'essentiel de cette collection, réalisée dans les années 1970 au hasard des recherches chez les antiquaires de la région Aquitaine, porte sur des objets datant du siècle dernier.

Ce sont désormais des objets rares, surtout ceux à vocation purement didactique. Cette rareté peut s'expliquer comme le souligne Nicole Hulin dans sa préface, par le nombre restreint d'élèves concernés entre le milieu du siècle dernier jusqu'en 1930, de 100.000 à 200.000 soit 10 à 20% des effectifs de 1960. D'autre part on peut imaginer que les budgets n'ont pas permis l'acquisition de tous les instruments souhaités. Plus récemment, les restructurations et les changements de programme ont rendu obsolètes ou inutiles beaucoup de ces appareils. Par exemple, l'appareil de Van Hope, encore au programme il y a une quarantaine d'années, disparaît peu à peu des laboratoires. Enfin, d'autres ont été laissés à l'abandon dans les greniers ou caves et sont retrouvés en piteux état ou mutilés.

Si l'on prend l'exemple de la Dordogne, on compte peu d'établissements dont l'origine remonte au moins à la fin du XIX^e siècle, susceptibles d'avoir acquis et conservé ces instruments. Toutefois, plusieurs objets présentés dans le cadre de cette exposition proviennent de l'Institution Saint-Joseph de Périgueux, notamment le faisceau magnétique qui fut montré en 1979, à l'occasion du centenaire de l'établissement.

On observe le même phénomène pour les traités de Physique qui certes existaient en plus grand nombre mais ont été aussi détruits en grande quantité. Ces traités sont de précieux auxiliaires qui permettent d'identifier

les instruments et d'en connaître leur fonctionnement. On reprochait à leurs auteurs de laisser une trop grande place à des descriptions détaillées (on le comprend parfaitement sur le plan pédagogique) mais ce défaut est pour nous une qualité qui permet de sortir de l'oubli des appareils qui sont souvent des témoins d'importants progrès scientifiques.

Il est tout à fait concevable de penser que "le GANOT" était le traité de physique le plus utilisé de la deuxième moitié du XIX^e siècle si l'on s'en rapporte à la fréquence de découverte de ce livre chez les bouquinistes et antiquaires. La première édition de son traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée (cours de mathématiques élémentaires) date de 1859 la vingtième de 1881 et on le retrouve entièrement refondu par G. Maneuvrier sous la forme d'une vingt et unième édition en 1894 : presque un demi siècle d'existence !

Chez le même auteur existait un traité que l'on trouve plus rarement qui s'intitulait «*Cours de physique purement expérimentale et sans mathématiques à l'usage des gens du monde, des candidats au brevet de capacité, des écoles normales primaires de pensions de demoiselles etc... des candidats au baccalauréat ès lettres*».

Le traité élémentaire de C.Drion et E. Fernet connaîtra aussi une belle longévité : 1861 pour la première édition et 1893 pour la douzième.

Conscient de l'importance de ce patrimoine, le Ministère de l'Education Nationale a mis en place une heureuse initiative et lance un appel à tous les chefs d'établissements pour faire l'inventaire de ces objets, en assurer la conservation et la mise en valeur, afin de promouvoir autour d'eux, des projets pédagogiques (B.O. décembre 1996, cf. annexe p.92)

Cette exposition est donc un point de départ dans ce sens et permettra de lever un peu le voile sur ce XIX^e siècle trop méconnu et pourtant si proche de nous.

Francis GIRES

Essai de typologie

Dans l'ensemble de cette collection d'instruments scientifiques du XIX^e siècle on peut distinguer trois types :

DIDACTIQUE

Ce sont des appareils conçus dans un but pédagogique, pour montrer ou vérifier des lois et principes de physique comme le tube de Newton, l'appareil de Masson... ou étudier des phénomènes comme l'appareil de Van Hope, le disque de Newton ...

Ils seront présentés dans ce catalogue suivant la grille : *Nom, Type, Loi ou Phénomène, Description appareil, Expérience, Applications-conséquences.*

UTILE

Ce sont des instruments techniques élaborés à partir d'un ou plusieurs principes de Physique et dont l'usage s'étend à d'autres domaines que la Physique, la Médecine, la Pharmacie, etc... comme la lunette astronomique, le microscope composé, la machine pneumatique d'Otto de Guéricke ...

Certains d'entre eux sont des appareils de mesure et seront classés UTILE-MESURE comme le saccharimètre de Soleil, l'aréomètre de Baumé, la sirène de Cagniard de Latour ...

Grille de présentation : *Nom, Type, Fonction, Mode opératoire, Domaine.*

RÉCRÉATIF

Ce sont des objets illustrant des principes de Physique, mais conçus dans un but plus ludique comme le double cône de Nollet, le coupe-pommes et le carreau magique.

Grille de présentation : *Nom, Type, Loi ou Phénomène, Description appareil, Expérience.*

Sur l'ensemble de la collection on compte 46.5% de DIDACTIQUE, 48.3% d'UTILE dont 22,4% d'UTILE-MESURE et seulement, et cela semble logique, 5.2% de RÉCRÉATIF.

Tous types confondus, la répartition des objets dans les différents domaines de la Physique est la suivante :

Électricité statique :	19,0%	Électricité dynamique :	8,6%
Optique :	17,3%	Pesanteur :	8,6%
Chaleur :	15,5%	Acoustique :	6,9%
Hydrostatique :	10,3%	Magnétisme :	3,5%
Propriétés des gaz :	10,3%		

Cette typologie et ces grilles ne sont, comme l'indique le titre, qu'un essai et pourraient être le point de départ d'un travail de recherche plus approfondi pour qui voudrait bien s'y consacrer. À l'imperfection précédente s'en ajoute une autre, celle du vocabulaire et des interprétations utilisés. En effet, à la lumière de nos connaissances actuelles, certaines interprétations du XIX^e siècle sont dépassées. Pour ne prendre qu'un exemple, au siècle dernier, on ne savait pas encore que les charges négatives étaient portées par les électrons et les positives par les noyaux des atomes et que seules les négatives étaient mobiles. Il peut en résulter un certain hiatus entre les textes qui accompagnent ces instruments du siècle passé et l'état de nos connaissances actuelles.

Là encore, comme pour la typologie, ce serait pour des élèves et des étudiants une source d'enrichissement que de faire une relecture critique de ces textes à la lumière du XX^e siècle.

Francis GIRES

Pesanteur

Appareil d'étude
de la chute parabolique
Catalogue n° 5



Balance de précision
Catalogue n° 3

Hydrostatique

Tourniquet hydraulique
Catalogue n° 7



Balance hydrostatique
Catalogue n° 8

Propriétés des gaz

Baroscope
Catalogue n° 16



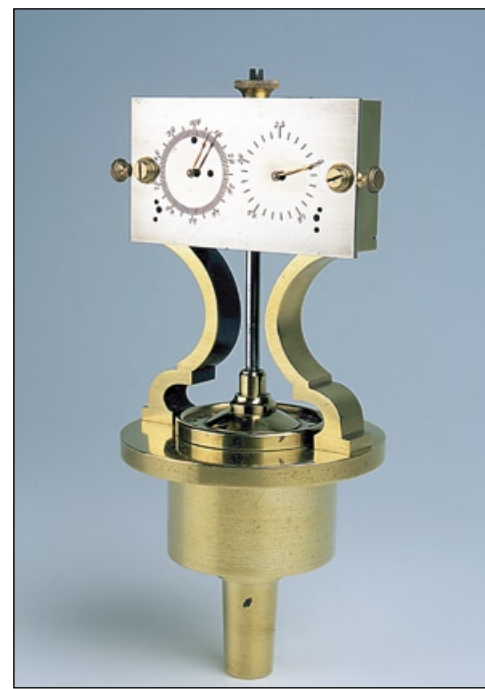
Hémisphères de Magdebourg
Catalogue n° 13

Acoustique

Sirène de Cagniard Latour
Catalogue n° 18



Tuyaux sonores
à embouchures de flûte
Catalogue n° 20



Pile
thermo-électrique
de Melloni
Catalogue n° 26

Chaleur



Appareil
d'Ingenhousz
Catalogue n° 38

Optique

Miroirs concaves et convexes
Catalogue n° 31



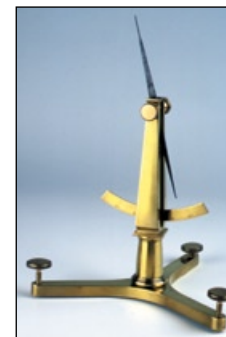
Prisme de Newton
Catalogue n° 33



Faisceau magnétique
Catalogue n° 42

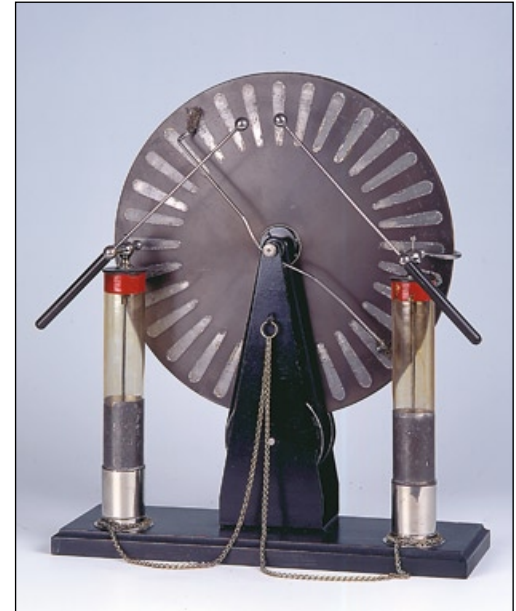
Magnétisme

Boussole d'inclinaison
Catalogue n° 41



Électricité statique

Machine de Wimshurst
Catalogue n° 50



Appareil à grêle de Volta
Catalogue n° 51

Électricité dynamique

Multiplicateur de Nobili
Catalogue n° 57



Bobine de Ruhmkorff
(avec appareil de Gaiffe)
Catalogue n° 58

Astronomie



Lanterne magique - *Catalogue n° 38*

Plaques peintes d'astronomie - *Catalogue n° 59*

CATALOGUE

Définitions de la Physique, d'Aristote à nos jours

Chez Aristote le terme «Physique» désignait ce que nous appellerions aujourd'hui «PHILOSOPHIE DE LA NATURE», qui ne s'attachait qu'aux aspects qualitatifs des phénomènes, laissant aux Sciences Mathématiques le soin d'en étudier les aspects quantitatifs et expérimentaux.

Cette acception du terme perdura jusqu'au début du XVII^e siècle. Le traité de Mécanique de Newton ne s'appelaient pas «PRINCIPIA MATHEMATICA PHILOSOPHIAE NATURALIS» ?

Au demeurant la Mécanique fut la première discipline à utiliser des méthodes scientifiques et peu à peu entraîna les autres domaines de la Physique dans son sillage,

Un rôle semblable, mais dans le domaine de l'expérimentation fut joué, au XVIII^e siècle par l'Électricité statique (*Cf. Leçons de Physique expérimentale, 1745, de l'abbé Nollet.*).

La définition que l'on trouve dans le pluridictionnaire Larousse de 1977 : «SCIENCE QUI A POUR OBJET L'ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES CORPS ET LES LOIS QUI TENDENT À MODIFIER LEUR ÉTAT OU LEUR MOUVEMENT SANS MODIFIER LEUR NATURE», n'est pas si éloignée de celle du XIX^e siècle donnée par A.Ganot en 1878 dans son cours de Physique purement expérimentale et sans mathématiques à l'usage des gens du monde :

«Le mot PHYSIQUE vient d'un nom grec qui signifie NATURE, parce que les anciens comprenaient, sous le nom de Physique l'étude de la nature toute entière faisant entrer dans le domaine de cette science, la mécanique, l'astronomie, la chimie, la botanique la zoologie, la médecine, l'astrologie même et la divination. De nos jours, le domaine de la physique est plus restreint. En effet, laissant de côté les sciences et les arts que nous venons d'énumérer, ELLE A UNIQUEMENT POUR OBJET L'ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES QUI SE MANIFESTENT DANS LES CORPS TERRESTRES INORGANIQUES SANS MODIFICATION DE LEUR SUBSTANCE.

Nous disons corps terrestres, parce que les phénomènes que présentent les corps célestes sont du domaine de l'astronomie ; et corps inorganiques parce que les phénomènes qu'on observe dans les corps organiques, comme les plantes et les animaux, sont du ressort de la botanique et de la zoologie. Enfin la restriction que la physique ne traite que des phénomènes qui n'entraînent point de changement dans la composition des corps est nécessaire ; car il est une autre science, la chimie, qui, elle aussi s'occupe des phénomènes que nous offrent les corps terrestres, mais seulement quand la substance de ces corps est modifiée par la séparation de leurs éléments, ou par l'addition d'éléments nouveaux».

Francis GIRES

PESANTEUR

- 1 Appareil pour déterminer le centre de gravité
- 2 Double cône de Nollet
- 3 Balance de précision
- 4 Tube de Newton
- 5 Appareil d'étude de la chute parabolique

HYDROSTATIQUE

- 6 Appareil de Masson
- 7 Tourniquet hydraulique
- 8 Balance hydrostatique
- 9 Aréomètre de Nicholson
- 10 Aréomètre de Baumé
- 11 Alcomètre de Gay-Lussac

PROPRIÉTÉS DES GAZ

- 12 Coupe-pommes
- 13 Hémisphères de Magdebourg
- 14 Baromètre de Fortin
- 15 Baromètre de Gay-Lussac
- 16 Baroscope
- 17 Machine pneumatique d'Otto de Guericke

ACOUSTIQUE

- 18 Sirène de Cagniard-Latour
- 19 Diapason
- 20 Tuyaux sonores à embouchures de flûte
- 21 Vibrations des plaques et des membranes

CHALEUR

- 22 Pyromètre à levier
- 23 Anneau de S'Gravesande
- 24 Appareil pour déterminer le degré zéro du thermomètre
- 25 Appareil pour déterminer le degré cent du thermomètre
- 26 Pile thermo-électrique de Melloni
- 27 Appareil de Van Hope
- 28 Appareil d'Ingenhousz
- 29 Miroirs conjugués ou miroirs ardents
- 30 Thermomètre enregistreur de Richard

OPTIQUE

- 31 Miroirs concaves et convexes
- 32 Lentilles
- 33 Prisme de Newton
- 34 Biprisme
- 35 Disque de Newton
- 36 Microscope composé
- 37 Lunette astronomique
- 38 Lanterne magique
- 39 Chambre noire à soufflet dite «de campagne»
- 40 Saccharimètre de soleil

MAGNÉTISME

- 41 Boussole d'inclinaison
- 42 Faisceau magnétique

ÉLECTRICITÉ STATIQUE

- 43 Sphère de laiton isolé
- 44 Cylindre isolé d'Æpinus
- 45 Cage de Faraday
- 46 Appareil de Reiss
- 47 Électroscope
- 48 Électromètre de Saussure
- 49 Électrophore de Volta
- 50 Machine de Wimshurst
- 51 Appareil à grêle de Volta
- 52 Bouteille de Leyde
- 53 Carreau magique

ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE

- 54 Pile au dichromate de potassium ou pile de Grenet
- 55 Voltamètre à électrode de platine
- 56 Appareil d'Ærsted
- 57 Galvanomètre ou multiplicateur de Nobili
- 58 Bobine de Ruhmkorff

ASTRONOMIE

- 59 Plaques peintes d'astronomie

PESANTEUR

La pesanteur a pour cause une attraction réciproque qui s'exerce entre la Terre et les corps placés en son voisinage, et agit sur tous les corps, qu'ils soient au repos ou en mouvement, solides, liquides ou gazeux. Elle se traduit par une force : le poids qui fait que les corps, dès qu'ils ne sont plus soutenus, tombent, c'est-à-dire se dirigent vers le centre de la Terre.

Newton dégage définitivement cette notion dans la théorie de la gravitation universelle en 1687. Il montre que cette propriété d'attraction réciproque de deux corps matériels est générale et qu'elle explique en particulier l'attraction des planètes par le Soleil.

On mène de nos jours de nombreuses recherches pour l'élaboration

de matériaux nouveaux en état d'impesanteur ou plus précisément de microgravité car il est impossible de créer des conditions d'absence totale de pesanteur.

La mesure de l'intensité de la pesanteur appelée gravimétrie a de nombreuses applications dans le domaine de la prospection minière ou pétrolière, la recherche de cavités naturelles ou créées par l'homme...

1. Appareil pour déterminer le centre de gravité

DIDACTIQUE

PESANTEUR

Loi ou phénomène

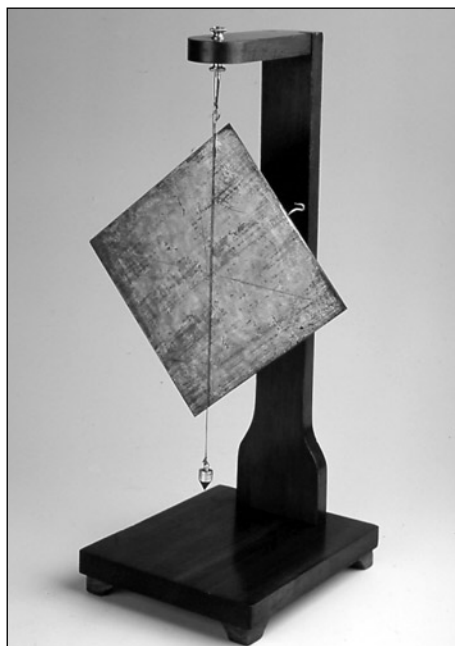
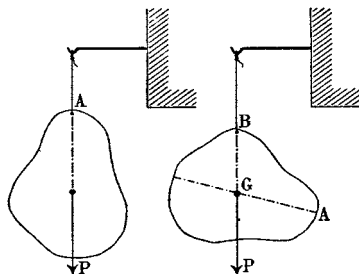
Détermination de la position du centre de gravité.

Description

Une potence munie d'un fil à plomb et une plaque en laiton dont on veut déterminer la position du centre de gravité.

Expérience

On suspend la plaque dont on veut déterminer le centre de gravité à la potence. Le poids a son point d'application quelque part sur la ligne définie par le fil à plomb. On répète l'opération en suspendant la plaque par d'autres points. Si l'on trace les différentes lignes définies par le fil à plomb, on constate qu'elles se coupent toutes en un même point qui est le centre de gravité de la plaque.



H : 41 cm
L : 18 cm
l : 15 cm

Application

L'équilibre des corps dépend de la position de leur centre de gravité.

La tour de Bologne, construite en 1112, haute de cinquante mètres, était encore plus inclinée que celle de Pise, et s'éloignait de deux mètres et demi de la verticale. Elle est restée debout pendant des siècles, tant que la verticale du centre de gravité de l'édifice passait à l'intérieur de sa base.

2. Double cône de Nollet

RÉCRÉATIF

PESANTEUR

Loi ou phénomène

La stabilité d'un corps correspond à la position la plus basse de son centre de gravité.

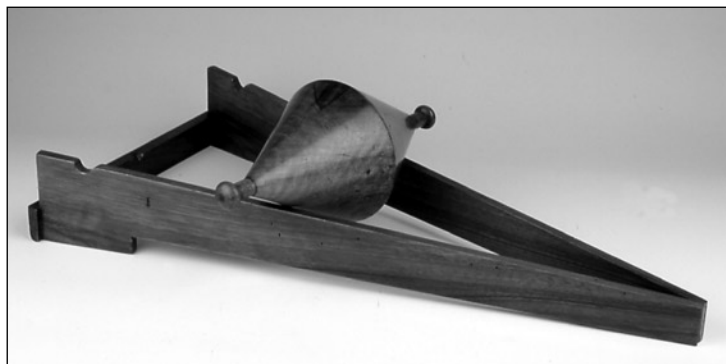
Description

Il s'agit d'un solide en forme de bicône et d'un ensemble de deux planchettes verticales, identiques, formant un angle aigu entre elles, dont les bords supérieurs constituent une sorte de plan incliné.

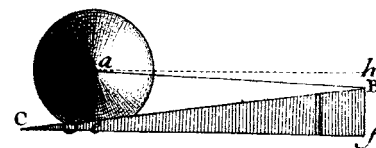
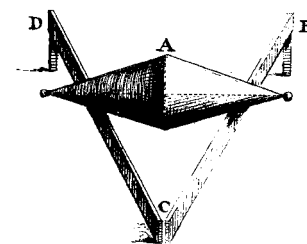
Expérience

On pose le bicône sur la partie inférieure du plan incliné. On constate qu'il «remonte» le plan incliné en tournant et suit en apparence un mouvement contraire à celui que tous les corps pesants ont l'habitude de prendre.

En fait, au cours du mouvement, par suite de la forme du solide et de l'écartement angulaire des planchettes, le centre de gravité du bicône est descendu.



$L : 31 \text{ cm}$
 $d : 13 \text{ cm}$



3. Balance de précision

UTILE MESURE

PESANTEUR

Fonction

Mesurer la masse (communément «le poids») d'un corps.

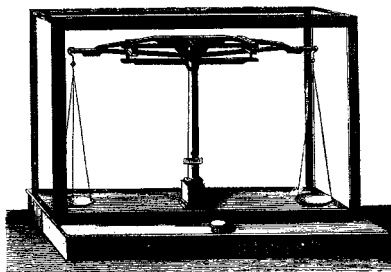
Description

Par rapport à une balance ordinaire, elle présente une pièce métallique appelée fourchette que l'on peut élever ou abaisser à l'aide d'un levier afin d'empêcher l'arête des couteaux de s'émousser en appuyant toujours sur la chape.

Elle est enfermée dans une cage en verre pour éviter les poussières et l'agitation de l'air, ainsi que des oxydations, en ajoutant des substances desséchantes.

Mode opératoire

On opère traditionnellement en mettant le corps sur l'un des plateaux, puis on rétablit l'équilibre en mettant des masses marquées sur l'autre. Pour plus de précision on peut réaliser une double pesée.



H : 45 cm
L : 54 cm
l : 17 cm

Voir cahier couleurs : page A

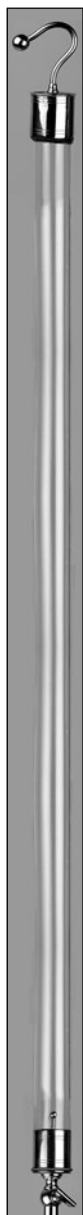
Domaine

Physique
Chimie
Pharmacie
Commerce

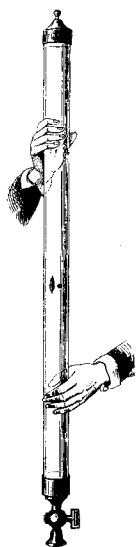
4. Tube de Newton

DIDACTIQUE

PESANTEUR



$L : 162 \text{ cm}$
 $d : 5 \text{ cm}$



Loi ou phénomène

Tous les corps tombent dans le vide à la même vitesse.

Description

C'est un tube de verre d'environ 2m de long, fermé à ses extrémités dont l'une est munie d'un robinet et peut se visser sur une pompe à vide. Il contient différents corps : papier, plume, liège, plomb...

Expérience

Après avoir fait le vide d'air dans le tube, on retourne celui-ci brusquement. On constate que tous les différents corps tombent et arrivent en même temps au fond du tube.

On laisse alors l'air pénétrer dans le tube. Après l'avoir retourné brusquement, on constate que les corps tombent inégalement vite.

Application

C'est la résistance de l'air, en grande partie, qui ralentit la chute des corps. Le parachute, par exemple, avec sa grande surface, utilise cette propriété.

5. Appareil d'étude de la chute parabolique

DIDACTIQUE

PESANTEUR

Loi ou phénomène

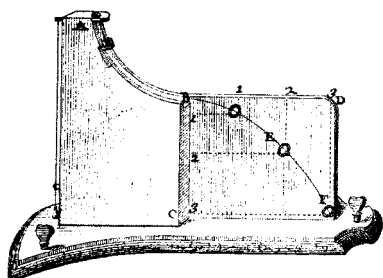
La trajectoire d'un mobile animé d'une vitesse initiale et soumis à la pesanteur (attraction terrestre) est une parabole.

Description

Dans un même plan vertical, se trouvent la gouttière de lancement d'une bille et deux anneaux placés en deux points d'une courbe parabolique.

Expérience

On laisse tomber la bille par la gouttière et on constate qu'elle passe à l'intérieur des anneaux.



H : 46 cm
L : 57 cm
l : 17 cm

Application

Pour les canons il faut tenir compte de la trajectoire parabolique du projectile pour pouvoir atteindre la cible.

Voir cahier couleurs : page A

HYDROSTATIQUE

L'hydrostatique traite des conditions d'équilibre des liquides et des pressions qu'ils exercent sur les corps.

Elle se fonde sur le principe

d'Archimède et contient des lois dont les conséquences pratiques sont nombreuses et souvent bien connues.

La construction, par exemple,

de voiliers de compétition toujours plus performants utilise ces lois et fait progresser les connaissances dans cette discipline ainsi que dans sa voisine l'hydrodynamique.

6. Appareil de Masson

DIDACTIQUE

HYDROSTATIQUE

Loi ou phénomène

La pression exercée par un liquide sur le fond d'un vase ne dépend que de la hauteur de liquide et ne dépend pas de la forme du vase et du volume de liquide qu'il contient.

Description

Il se compose d'un anneau métallique sur lequel on peut visser des vases de formes différentes.

Un obturateur muni d'un fil permet de fermer le fond du vase.

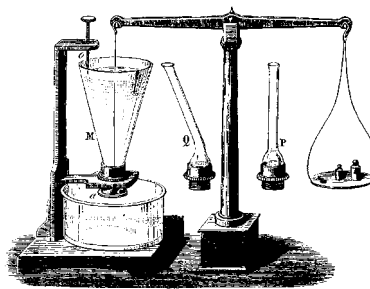
Expérience

Le fil de l'obturateur est accroché à l'un des plateaux d'une balance hydrostatique dont l'autre plateau est chargé de poids de façon à maintenir assez fortement l'obturateur. On verse de l'eau dans le vase jusqu'à ce que l'obturateur se détache et on repère alors le niveau de l'eau avec l'index.

On place alors successivement les autres vases et on constate que l'obturateur se détache toujours quand le niveau arrive en face de l'index bien qu'il ait fallu des volumes d'eau très différents suivant la forme des vases.



H : 33 cm
d : 13 cm



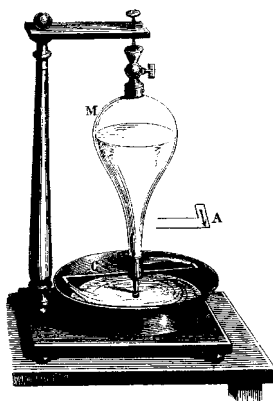
Application

Les pressions sont très grandes dans les profondeurs marines et les engins explorateurs doivent être conçus en conséquence.

7. Tourniquet hydraulique

DIDACTIQUE

HYDROSTATIQUE



Loi ou phénomène

Propulsion par réaction.

Description

Il s'agit d'un vase mobile autour d'un axe vertical, et portant à sa partie inférieure un tube horizontal dont les extrémités sont recourbées en sens inverses.

Expérience

Quand on verse de l'eau dans le vase, elle s'écoule par les orifices du tube et l'appareil par réaction, tourne en sens inverse de l'écoulement.



*H : 51 cm
d : 13,5 cm*

Application

Certains appareils qui servent à l'arrosage des jardins en sont des applications directes.

Voir cahier couleurs : page B

8. Balance hydrostatique

DIDACTIQUE

HYDROSTATIQUE

Loi ou phénomène

Principe d'Archimède : «*Tout corps plongé dans un liquide reçoit une poussée verticale, vers le haut, dont la valeur est égale au poids du liquide déplacé.*»

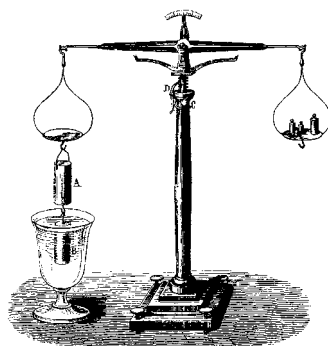
Description

C'est une balance dont chaque plateau est muni d'un crochet et dont le fléau peut s'abaisser ou s'élever à volonté. À l'un des plateaux est suspendu un cylindre creux, et au dessous, un cylindre plein qui peut être contenu exactement dans le cylindre supérieur.

Expérience

On place sur l'autre plateau des «poids» appelés tare jusqu'à ce que l'équilibre s'établisse. On amène sous le cylindre plein un vase rempli d'eau et l'on descend le fléau jusqu'à ce que le cylindre plein soit complètement immergé. Le fléau s'incline alors du côté de la tare.

Pour rétablir l'équilibre, il suffit d'emplir d'eau le cylindre creux pour compenser l'effet de la poussée du liquide sur le cylindre immergé.



H : 40 cm
L : 32 cm
l : 20 cm

Voir cahier couleurs : page B

Application

*Tous les corps flottants sont soumis à la poussée d'Archimède : bateaux, icebergs, aréomètres.
(voir objets suivants)*

9. Aréomètre de Nicholson

UTILE MESURE

HYDROSTATIQUE

Fonction

Mesurer la densité d'un solide.

Description

C'est un cylindre creux lesté à l'aide d'un cône rempli de plomb et surmonté d'une tige qui se termine par un plateau. Un point de repère appelé point d'affleurement est marqué sur cette tige.

Mode opératoire

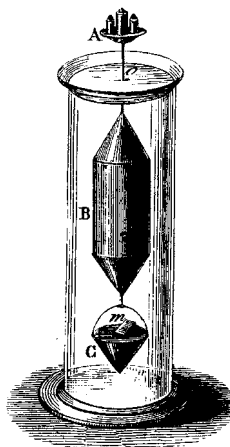
L'aréomètre est immergé dans de l'eau. On place le corps dont on veut déterminer la densité sur le plateau. On ajoute une tare de manière à ce que le point d'affleurement soit au niveau de l'eau. On enlève ensuite le corps et on ajoute, à sa place, des masses marquées (jadis appelées «poids») jusqu'à obtenir le même affleurement.

Ces masses ainsi ajoutées représentent la masse du corps. Dans une troisième étape, sans toucher à la tare, on place le corps sur le cône. On ajoute alors des masses marquées sur le plateau, jusqu'à obtenir toujours le même affleurement. Ces masses ainsi ajoutées représentent la masse d'eau déplacée par le corps (voir poussée d'Archimède n°8).

La densité du corps est obtenue en faisant le rapport de la masse du corps par la masse du même volume d'eau, c'est-à-dire par la masse d'eau déplacée par le corps.



$H : 23 \text{ cm}$
 $d : 3 \text{ cm}$



Domaine

Géologie

10. Aréomètre de Baumé

UTILE MESURE

HYDROSTATIQUE

Fonction

Vérifier rapidement si un liquide usuel a un degré suffisant de concentration ou de pureté.

Description

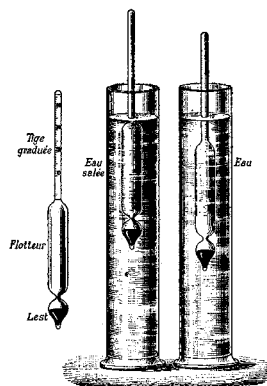
Il se compose d'un flotteur à air lesté à sa partie inférieure par du mercure ou de la grenaille de plomb. Le flotteur est surmonté d'un tube portant des graduations. On distingue les pèse-acides employés pour les liquides plus denses que l'eau et les pèse-liqueurs pour les moins denses que l'eau.

Mode opératoire

Il suffit de plonger l'aréomètre dans le liquide et de lire de la graduation jusqu'à laquelle s'enfonce l'aréomètre pour en déduire si la concentration du liquide est celle attendue.



H : 15 à 30 cm



Domaine

Chimie
Industrie
Commerce

11. Alcoomètre de Gay-Lussac

UTILE MESURE

Fonction

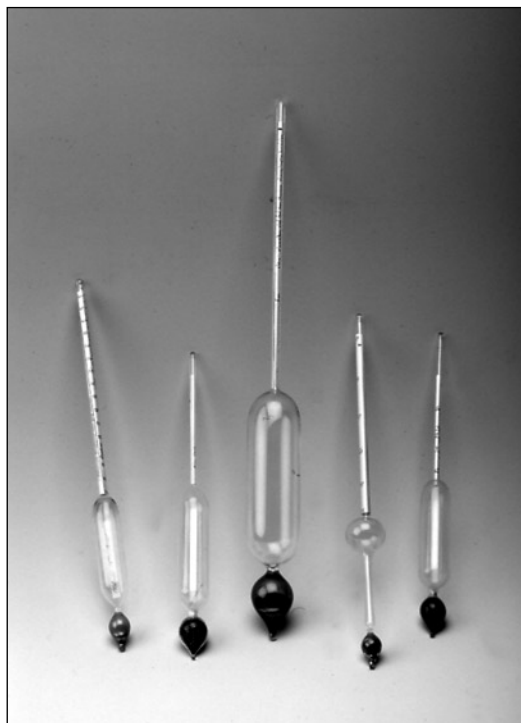
Indiquer le volume d'alcool contenu dans un liquide formé d'alcool et d'eau.

Description

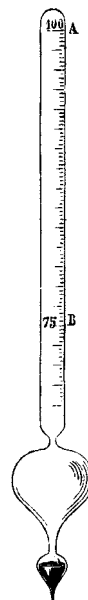
C'est un aréomètre de Baumé dont la graduation est particulière à l'alcool. La graduation 15, par exemple, signifie que pour un mélange d'eau et d'alcool, il y a quinze pour cent en volume d'alcool : c'est le degré d'alcool du mélange.

Mode opératoire

Pour déterminer le degré alcoolique d'un vin, ce n'est qu'après distillation de celui-ci, puis ajout d'eau de façon à obtenir le volume initial, qu'il faut immerger l'alcoomètre dans ce nouveau mélange.



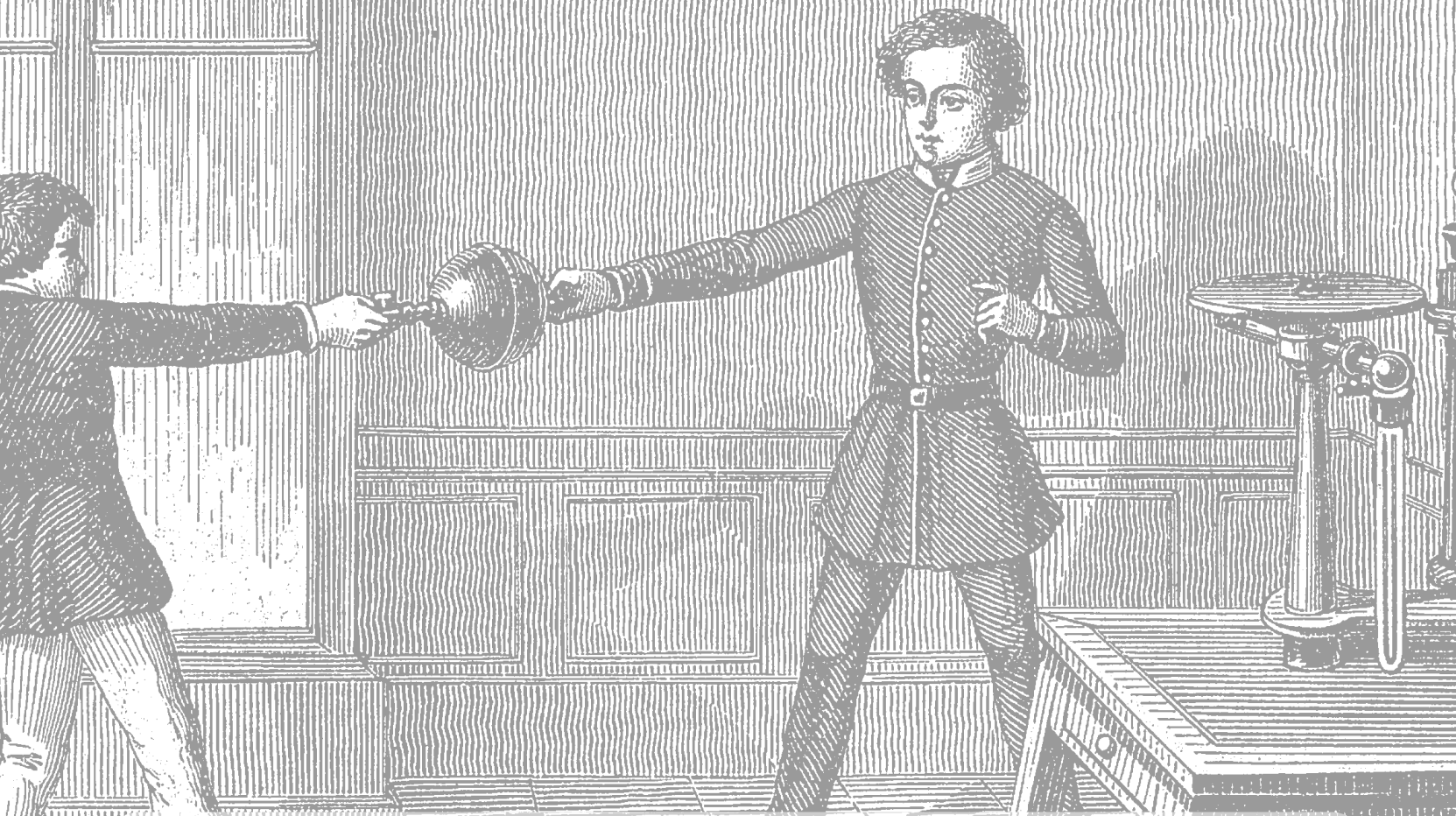
(2^{ème} à partir de la gauche)
H : 25 cm



Domaine

Chimie
Industrie
Commerce

PROPRIÉTÉS des GAZ



Cette partie de la physique, appelée aussi *aérostatique*, est consacrée aux conditions d'équilibre de l'air et des gaz au repos. Elle avait reçu le nom inusité maintenant de «*pneumatique*».

C'est au XVII^e siècle que,

Toricelli, Pascal, et Otto de Guéricke contribuent à l'établissement des bases de cette discipline, notamment par leurs travaux sur la pression atmosphérique.

Les ballons-sondes gonflés à l'hélium sont des moyens toujours très

économiques et très utilisés pour effectuer des mesures de toutes sortes ou faire des prélèvements dans notre atmosphère. Ils complètent ainsi les informations données par satellites et permettent, associés à l'informatique le développement de la météorologie.

12. Coupe-pommes

RÉCRÉATIF

Loi ou phénomène

Effet de la pression atmosphérique.

Description

C'est un vase en verre dont l'extrémité supérieure ouverte est terminée par un col muni d'une garniture métallique à bord tranchant (couteau circulaire). L'extrémité inférieure est également ouverte.

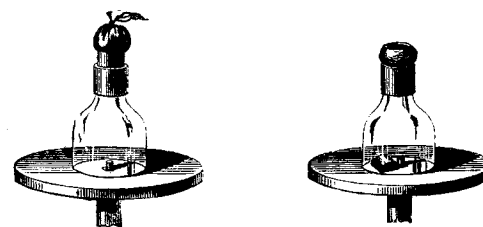
Expérience

On pose l'appareil par sa base inférieure sur le plateau d'une pompe à vide et on ferme l'ouverture supérieure en y posant une pomme.

En faisant le vide à l'intérieur de ce récipient la pression atmosphérique appuie sur la pomme, faisant pénétrer le couteau dans celle-ci qui se trouve précipitée avec détonation à l'intérieur du vase, alors qu'un morceau de pomme annulaire, découpé par le couteau, reste autour de la garniture métallique.



$H : 21 \text{ cm}$
 $d : 9 \text{ cm}$



13. Hémisphères de Magdebourg

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

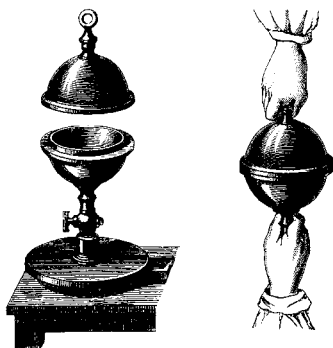
La pression atmosphérique s'exerce dans tous les sens.

Description

Ce sont deux hémisphères creux en laiton (imaginés par Otto de Guéricke, bourgmestre de Magdebourg) qui peuvent s'appliquer l'un contre l'autre, de façon hermétique. Un des hémisphères porte un robinet qui permet de le visser sur une pompe à vide.

Expérience

On fait le vide à l'intérieur de l'ensemble des deux hémisphères, on constate alors qu'il est très difficile de les séparer.



H : 24 cm
d : 10 cm

Voir cahier couleurs : page C

Application

Les tubes de télévision dans lesquels on a fait un vide poussé présentent un risque d'implosion car la pression atmosphérique s'exerce dans tous les sens seulement sur l'enveloppe externe du tube.

14. Baromètre de Fortin

UTILE MESURE

PROPRIÉTÉS des GAZ

Fonction

Mesurer la pression atmosphérique.

Description

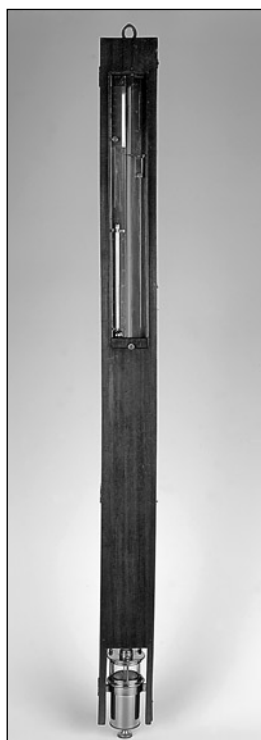
C'est un baromètre à cuvette. Le fond de celle-ci est en peau de chamois et peut être élevé ou abaissé au moyen d'une vis.

Sur le tube se trouve une graduation qui permet d'évaluer la hauteur de mercure. Le zéro de cette graduation est supposé correspondre à l'extrémité d'une pointe en ivoire située dans la cuvette.

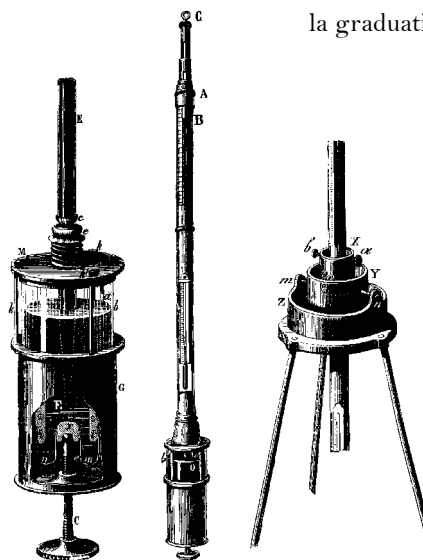
Mode opératoire

Pour transporter cet appareil, on soulève la peau de chamois en agissant sur la vis, jusqu'à ce que la cuvette et le tube soient complètement remplis de mercure.

Pour mesurer la pression atmosphérique, on agit sur la vis de façon à ramener la surface libre du mercure dans la cuvette, à l'extrémité de la pointe en ivoire. La hauteur du mercure dans le tube qui représente la pression atmosphérique du moment, se lit directement en repérant la position de la surface libre du mercure dans le tube, au niveau de la graduation.



H : 100 cm
l : 7,5 cm



Domaine

Physique
Géologie
Météorologie

15. Baromètre de Gay-Lussac

UTILE MESURE

PROPRIÉTÉS des GAZ

Fonction

Mesurer la pression atmosphérique.

Description

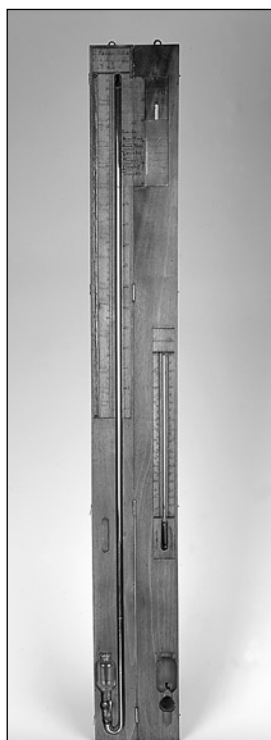
Il s'agit d'un baromètre à siphon constitué d'un tube recourbé dont la branche la plus courte, ouverte à l'air, tient lieu de cuvette, la branche la plus grande étant appelée tube.

Ce baromètre est fixé sur une planchette verticale portant deux graduations au voisinage des surfaces libres du mercure qu'il contient. Le long de ces graduations peut glisser un curseur.

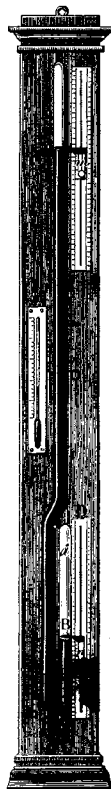
Mode opératoire

On fait glisser les curseurs de façon à repérer le niveau du mercure dans le tube et la cuvette.

Par différence des indications on obtient la dénivellation des surfaces qui est la hauteur du mercure correspondant à la pression atmosphérique du moment.



H : 94 cm
l : 11,5 cm



Domaine

Physique
Géologie
Météorologie

16. Baroscope

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

Principe d'Archimède appliqué aux gaz : «*Tout corps plongé dans un gaz reçoit une poussée verticale, vers le haut, dont la valeur est égale au poids du gaz déplacé.*».

Description

C'est un petit fléau de balance qui porte à ses deux extrémités deux corps de volumes très différents se faisant équilibre dans l'air.

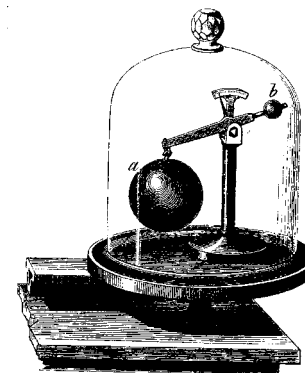
Expérience

On place le baroscope sous la cloche d'une pompe à vide et dès que l'air se raréfie, on voit le fléau qui était auparavant en équilibre, pencher du côté du corps le plus volumineux, car celui-ci subissait une poussée due à l'air plus grande que celle subie par le corps le moins volumineux.



L : 18 cm
l : 15 cm

Voir cahier couleurs : page C



Application

Les montgolfières, les dirigeables, les ballons-sondes s'élèvent sous l'action de la poussée d'Archimède exercée par l'air.

17. Machine pneumatique d'Otto de Guericke

UTILE

Fonction

Faire le vide d'air dans un espace donné limité.

Description

Le modèle présenté à l'exposition ne comporte qu'un ensemble cylindre-piston ce qui rend son utilisation plus pénible. Un manomètre à mercure permet de connaître, à tout instant, le degré d'avancement du vide.

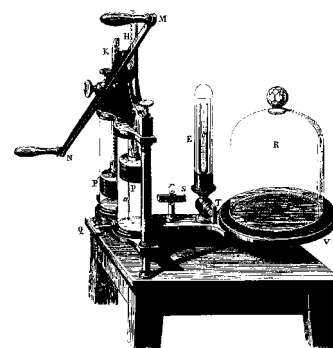
Mode opératoire

En pompant, le piston effectue des va-et-vient dans le cylindre, extrayant ainsi de l'air du récipient placé, ouverture vers le bas, sur la platine de la machine.

Actuellement cette machine est appelée «pompe à vide».



H : 34 cm
L : 40 cm
l : 17 cm



Domaine

Physique
Chimie
Industrie
...

Voir cahier couleurs : page C

ACOUSTIQUE



L'acoustique traite des propriétés, de la production, de la propagation et de la réception des sons.

Ce sont Bacon et Galilée qui, au XVII^e siècle, en établissent les bases théoriques.

Acoustique, électricité, infor-

matique et optique réunies permettent la réalisation d'instruments musicaux de plus en plus performants et étonnants qui risquent d'envoyer bientôt nos instruments classiques aux rayons des musées !

Les ultrasons sont utilisés dans un grand nombre de domaines : la

recherche fondamentale, pour étudier les propriétés de la matière ; l'industrie pour le soudage, le nettoyage ... ; la médecine pour les examens par échographie ; la marine pour détecter les bancs de poissons, les icebergs... .

L'acoustique a de beaux jours devant elle !

18. Sirène de Cagniard-Latour

UTILE MESURE

ACOUSTIQUE

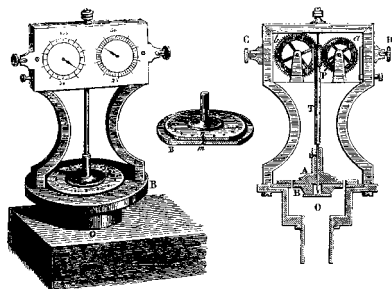
Fonction

Mesurer la fréquence d'un son.

Description

C'est une petite boîte cylindrique qui peut communiquer par sa base avec une soufflerie. Le plateau couvercle de cette boîte est percé de seize trous inclinés. Sur ce plateau s'applique à frottement doux, un disque mobile, présentant le même nombre de trous inclinés en sens inverse.

Au centre de ce disque mobile est fixé un axe se terminant en vis sans fin entraînant des roues dentées associées à des aiguilles qui tournent devant des cadrans gradués. Cadrans et aiguilles constituent un compte-tours pour le disque.

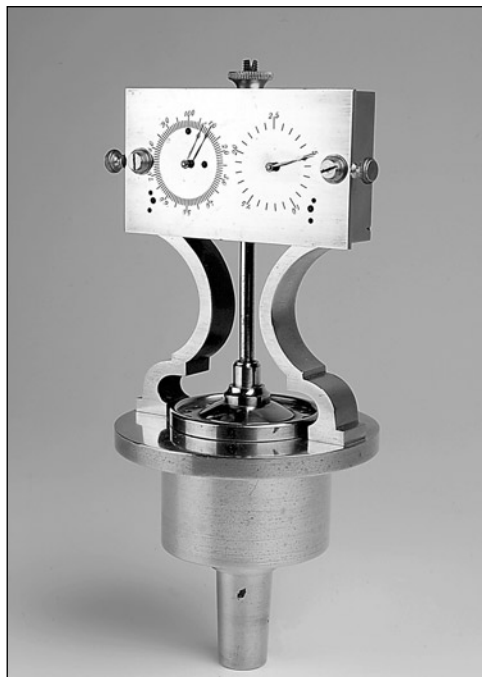


Mode opératoire

De l'air est soufflé dans la boîte, ce qui entraîne une rotation plus ou moins rapide du disque provoquant au niveau de celui-ci une succession d'écoulements d'air, chaque fois que les trous du plateau et du disque sont face à face. L'air entre en vibration et émet un son dont on peut déterminer le nombre de vibrations par seconde, en multipliant le nombre de trous du plateau par le nombre de tours effectués par le disque pendant une seconde.

Pour connaître le son émis par un instrument, on met la sirène à l'unisson avec l'instrument en agissant sur la soufflerie et on détermine comme indiqué précédemment, le nombre de vibrations par seconde.

Remarque : Cagniard-Latour a donné le nom de sirène à cet instrument parce qu'on peut lui faire rendre des sons sous l'eau.



H : 21 cm
L : 11 cm

Voir cahier couleurs : page D

Domaine

Physique
Musique

19. Diapason

UTILE

ACOUSTIQUE

Fonction

Régler les instruments de musique en reproduisant une note de hauteur constante.

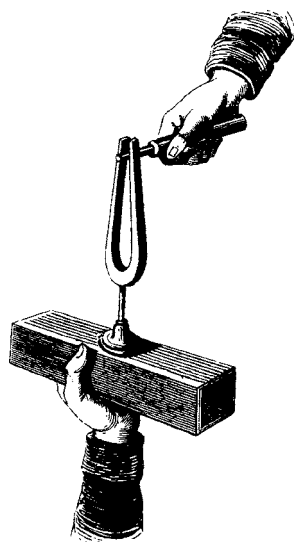
Description

Il s'agit d'une tige d'acier recourbée sur elle-même, en forme de pincette.

Mode opératoire

On le fait vibrer en écartant brusquement ses deux branches au moyen d'un cylindre de fer qu'on passe de force entre elles. Les deux branches, ainsi écartées de leur position d'équilibre, y reviennent en vibrant et produisent un son de hauteur constante pour chaque diapason.

Remarque : ce n'est qu'en 1859 qu'on adopta un «diapason normal», obligatoire pour tous les établissements musicaux de France, dont les dimensions étaient telles qu'il effectuait 435 vibrations par seconde, ce qui correspond à une note émise qui est le La₃. Un étalon est déposé au Conservatoire de Musique de Paris.



H : 12 cm

Domaine

Physique
Musique

20. Tuyaux sonores à embouchure de flûte

DIDACTIQUE

ACOUSTIQUE

Loi ou phénomène

La colonne d'air mise en vibration par la forme particulière de l'embouchure présente des zones appelées «noeuds», où l'air ne vibre pas, et entre, des zones appelées «ventres», où l'air atteint un maximum de vibration.

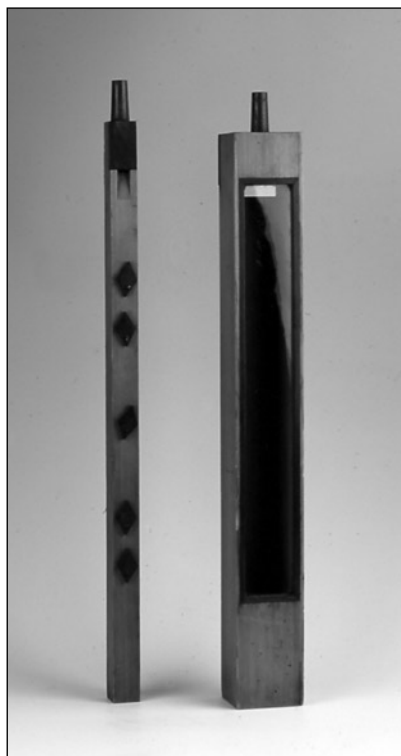
Description

C'est un tuyau de section carrée, trois faces sont en bois, l'autre est transparente (pour les besoins de l'expérience). L'une des extrémités est ouverte, l'autre est occupée par une embouchure de flûte.

Expérience

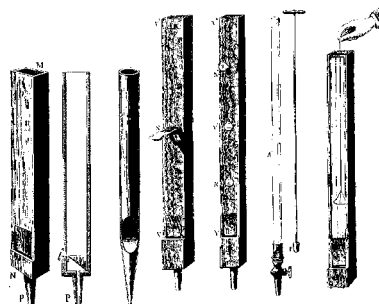
On descend dans le tuyau, à l'aide d'un fil, une membrane tendue saupoudrée de sable.

À l'emplacement des noeuds les grains de sable restent immobiles, tandis qu'ils s'agitent à celui des ventres.



H : 35 à 70 cm

Voir cahier couleurs : page D



Application

Dans les orgues de semblables tuyaux sont utilisés.

Lorsqu'on ouvre un trou en regard d'un noeud, le son est complètement modifié, car alors le noeud devient un ventre. Cette propriété est utilisée dans un instrument à vent comme la flûte, le long duquel sont pratiqués des trous qu'on ferme avec les doigts.

21. Vibration des plaques et membranes

DIDACTIQUE

ACOUSTIQUE

Loi ou phénomène

Toute plaque ou membrane que l'on fait vibrer se partage en parties vibrantes, séparées par des lignes nodales ou de repos.

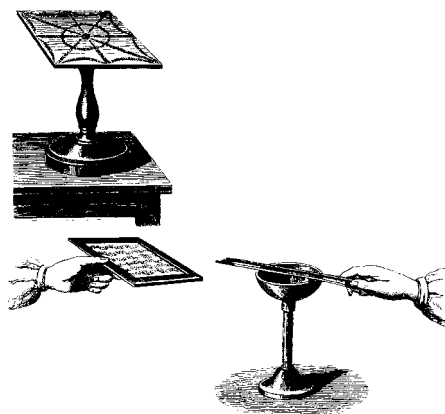
Description

Une plaque métallique fixée en son centre sur un support, un timbre en airain et un archet. Une membrane tendue sur un cadre en bois.

Expérience

On recouvre la plaque d'une légère couche de sable et on la fait vibrer avec un archet. Le sable abandonne les parties vibrantes et vient se déposer sur les lignes nodales.

Une membrane peut vibrer sous l'influence des vibrations qu'imprime à l'air un timbre sonore. Du sable répandu montre la formation de lignes nodales comme sur les plaques.



H : 26 cm
d : 20 cm



Application

*A. Privat Deschanel disait en 1869, dans son *Traité de Physique*, que l'étude de ces phénomènes n'avait pas beaucoup d'intérêt.*

CHALEUR

C'est la science qui étudie les transferts d'énergie sous forme de chaleur et qu'on appelle thermodynamique depuis la fin du XIX^e siècle.

Dans l'hypothèse de «l'émission» soutenue par Newton, la cause de la chaleur est attribuée à un fluide invisible, appelé le «calorique» par le célèbre chimiste Lavoisier et le physicien Sadi Carnot.

Dans l'hypothèse des «ondulations» qui suppose aussi un fluide invisible appelé «éther», on admet que les dernières molécules des corps sont animées d'un mouvement vibratoire qui engendre la chaleur et la propage dans cet éther.

Cette dernière hypothèse finit par s'imposer au XIX^e siècle où l'on découvre des similitudes entre la lumière visible et la chaleur rayon-

nante et où l'on distingue enfin chaleur et température.

Cette science a permis la conception des moteurs et leur évolution, de la machine à vapeur aux moteurs de fusée ou de voiture de formule 1 actuels.

De nombreuses recherches continuent dans le domaine des matériaux isolants notamment dans la perspective de la réalisation d'économies d'énergie.

22. Pyromètre à levier

DIDACTIQUE

CHALEUR

Loi ou phénomène

Les solides se dilatent linéairement (c'est-à-dire s'allongent) quand leur température s'élève.

Description

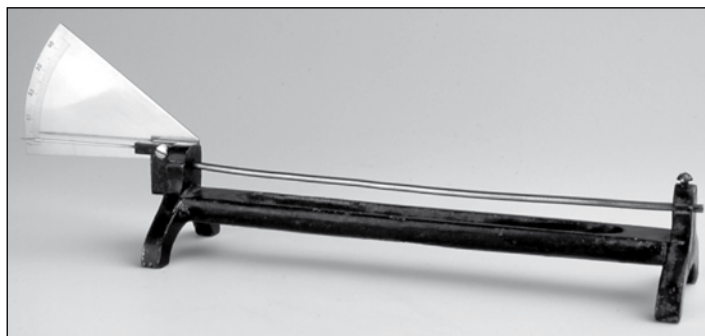
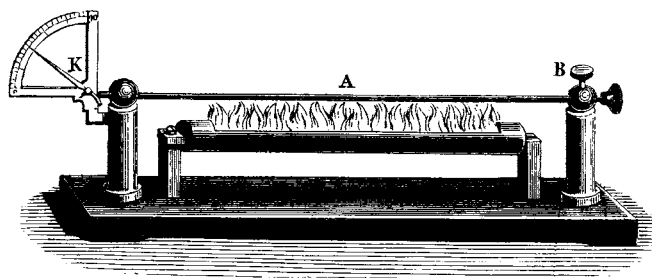
L'appareil se compose d'une tige métallique fixée à l'une de ses extrémités par une vis, son autre extrémité libre s'appuie contre la petite branche d'un levier coudé mobile devant un cadran gradué.

Au dessous de la tige se trouve un réservoir hémicylindrique.

Expérience

On brûle de l'alcool versé dans le réservoir.

Au fur et à mesure que la tige s'échauffe, on voit le levier «aiguille» tourner, traduisant ainsi que la tige s'allonge.



L : 44 cm

Application

La poutre métallique d'un pont a une de ses extrémités fixée sur une pile, l'autre extrémité repose sur l'autre pile par l'intermédiaire de galets de roulement qui permettent le libre allongement de la poutre.

23. Anneau de S'Gravesande

DIDACTIQUE

CHALEUR

Loi ou phénomène

Le volume d'un corps augmente quand on le chauffe (dilatation cubique).

Un corps creux se dilate autant que s'il était plein.

Description

Il se compose d'un anneau de laiton dans lequel passe très exactement une sphère de même métal.

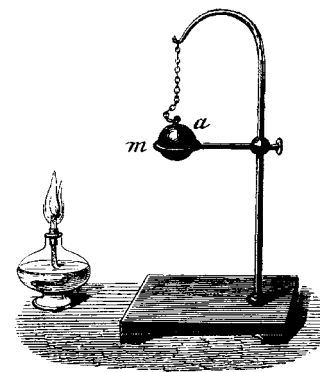
Expérience

On chauffe la sphère seule, et l'on constate qu'elle ne peut plus traverser l'anneau quelle que soit la position qu'on lui donne.

Si on chauffe à la fois la sphère et l'anneau, la sphère passe exactement comme à la température ordinaire.



H : 30 cm
L : 22 cm
l : 12 cm



Application

Lors d'une élévation de température, le réservoir en verre d'un thermomètre se dilate, mais comme le mercure se dilate encore plus, il finit par s'élever dans le tube.

24. Appareil pour déterminer le degré zéro du thermomètre

UTILE

CHALEUR

Fonction

Déterminer le degré zéro du thermomètre.

Description

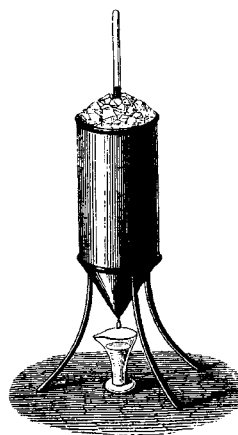
C'est un vase en laiton présentant une ouverture à la partie inférieure pour l'écoulement de l'eau en fusion.

Mode opératoire

On met de la glace pure, pilée et mouillée d'eau distillée dans l'appareil. On y plonge le thermomètre et quand le niveau du mercure est stationnaire, c'est que le thermomètre est à la température de la glace fondante; on marque le niveau par un trait qui sera le degré zéro de la graduation.



H : 22 cm
d : 11 cm



Domaine

*Physique
Industrie*

25. Appareil pour déterminer le degré cent du thermomètre

UTILE

CHALEUR

Fonction

Déterminer le degré cent du thermomètre.

Description

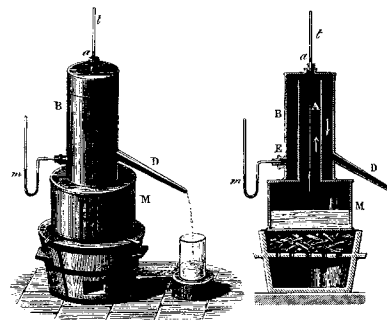
C'est une étuve à vapeur formée d'un réservoir cylindrique inférieur, surmonté d'un cylindre plus étroit, qui est entouré d'un autre cylindre extérieur à la base duquel est adapté un petit tube de verre servant de manomètre.

Mode opératoire

On porte l'eau contenue dans l'étuve à ébullition. Quand le niveau du mercure du thermomètre est stationnaire, on marque le niveau d'un trait qui représente le degré cent de la graduation. Le cylindre extérieur protège le cylindre intérieur contre le refroidissement par l'air ambiant. Le manomètre permet de mesurer la pression de la vapeur d'eau à l'intérieur et de faire les corrections éventuelles de la graduation du thermomètre.



H : 37 cm
d : 15 cm



Domaine

Physique
Industrie

26. Pile thermo-électrique de Melloni

UTILE MESURE
(associée au galvanomètre de Nobili)

Fonction

Mesurer des différences de températures de quelques centièmes de degré.

Description

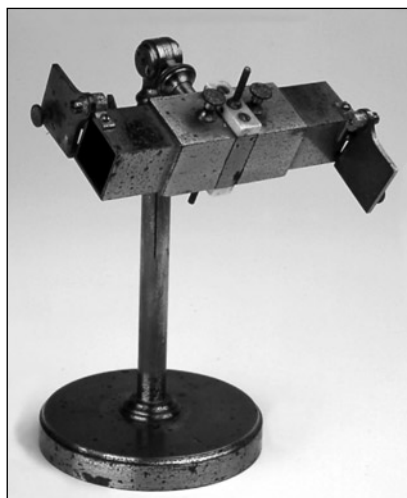
Elle est formée de petits barreaux de bismuth et d'antimoine, soudés alternativement. Le montage est tel que les soudures paires sont à une température et les soudures impaires à une autre température.

Les pôles de la pile sont des fils soudés aux deux barreaux extrêmes.

Mode opératoire

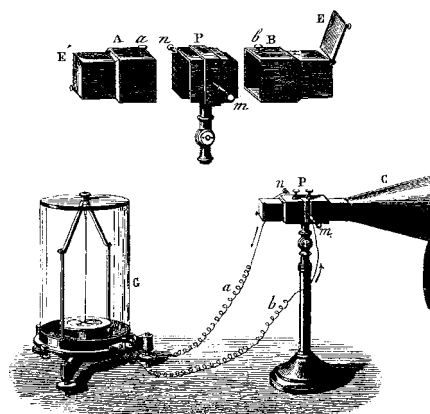
Si on relie les deux bornes de la pile à un galvanomètre de Nobili (voir n°37), les déviations de l'aiguille aimantée permettent de constater des différences de températures de quelques centièmes de degré.

Remarque : on a donné le nom de thermomultiplicateur de Melloni à l'ensemble pile-galvanomètre.



H : 13 cm
L : 8 cm

Voir cahier couleurs : page D



Domaine

Physique

27. Appareil de Van Hope

DIDACTIQUE

CHALEUR

Loi ou phénomène

L'eau se contracte au lieu de se dilater entre 0° et 4°C.

La densité de l'eau a sa valeur maximale à la température de 4°C.

Description

Il se compose d'une éprouvette à pied entourée d'un manchon métallique dans sa partie moyenne. L'éprouvette est percée de part et d'autre du manchon, de deux trous porteurs de thermomètres dont le réservoir se trouve à l'intérieur.

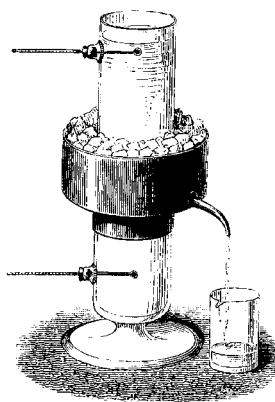
Expérience

On remplit l'éprouvette d'eau à température ordinaire. On met de la glace pilée dans le manchon, le thermomètre inférieur baisse rapidement tandis que l'autre reste stationnaire : l'eau se contracte et devient plus dense, plus «lourde» dirait-on communément : elle tombe.

Quand le thermomètre inférieur est à 4°C, il reste stationnaire tandis que l'autre descend à 4°C, puis à 0°C, l'eau se dilate et devient moins dense, plus «légère» : elle s'élève.



H : 31 cm
d : 14 cm



Application

Ce phénomène est important l'hiver. L'eau des lacs et rivières, à mesure qu'elle se refroidit, tombe au fond ; mais quand elle atteint 4°C, si le refroidissement continue, elle devient plus «légère» et reste à la surface qui peut se congeler et protéger les couches profondes dont la température reste à 4°C.

Si l'eau se dilatait suivant la loi générale, la congélation commencerait par le fond et la masse d'eau se prendrait toute entière, empêchant toute vie aquatique.

28. Appareil d'Ingenhouz

DIDACTIQUE

CHALEUR

Loi ou phénomène

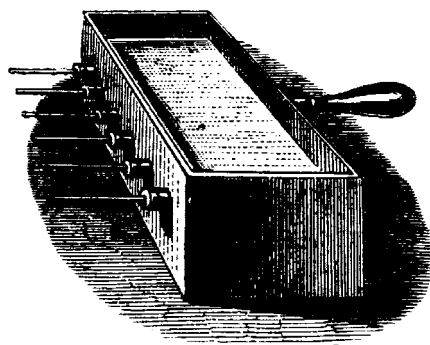
Conductibilité thermique plus ou moins grande des corps. (La conductibilité thermique est la propagation lente de la chaleur de proche en proche dans toute la masse du corps).

Description

Il se compose d'une cuve rectangulaire en laiton dont une paroi latérale porte des tiges de substances différentes, de même diamètre et de même longueur.

Expérience

Les tiges sont préalablement recouvertes de cire. Après avoir versé de l'eau chaude dans la cuve, on constate un certain temps après, que la longueur de cire fondue n'est pas la même pour chaque tige. On peut donc classer les substances suivant leur facilité à conduire plus ou moins la chaleur : le cuivre est un excellent conducteur thermique, par contre, le verre, le bois en sont de mauvais. Certaines substances sont même des isolants thermiques.



H : 8 cm
L : 31 cm
l : 22 cm

Voir cahier couleurs : page D

Application

Pour l'isolation thermique des maisons on utilise par exemple, de la laine de verre qui est un mauvais conducteur thermique voire même isolant.

29. Miroirs conjugués ou miroirs ardents

DIDACTIQUE

CHALEUR

Loi ou phénomène

La chaleur se propage sous forme de rayonnement (lumière) surtout infrarouge et rouge, par conséquent, par rapport à des miroirs la chaleur se propage comme la lumière.

Description

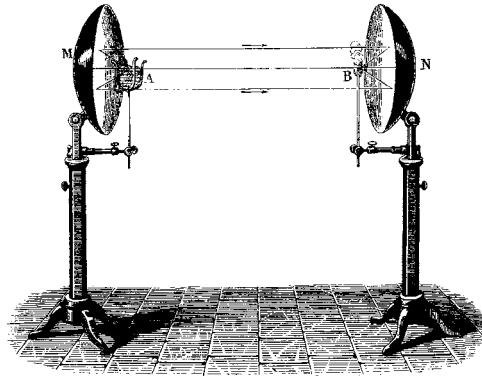
Il s'agit de deux miroirs concaves métalliques aux foyers (voir n°31) desquels on peut placer deux corbeilles métalliques, l'une contenant des charbons ardents, l'autre de l'amadou.

Expérience

On place les deux miroirs à quelques mètres l'un de l'autre de façon que leurs axes coïncident.

En un point, appelé foyer, de l'un des miroirs on met une bougie allumée et l'on constate qu'on peut recueillir l'image de la bougie sur un petit écran, au foyer de l'autre miroir.

On remplace alors la bougie par la corbeille métallique remplie de charbons ardents, et l'écran par la corbeille contenant de l'amadou. Ce corps s'enflamme, car de la «chaleur», partie des charbons ardents, s'est réfléchi sur le premier miroir puis sur le second pour enfin arriver sur l'amadou.



H : 70 cm
d : 33 cm



Application

On rapporte qu'Archimède embrasa les vaisseaux romains devant Syracuse, au moyen de tels miroirs.

30. Thermomètre enregistreur de Richard

UTILE MESURE

CHALEUR

Fonction

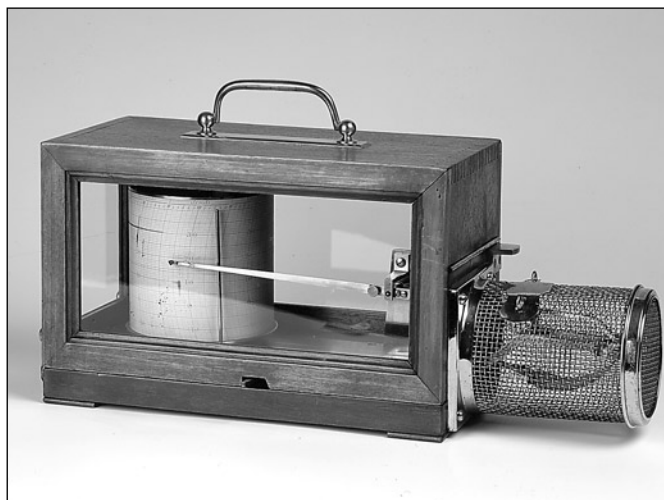
Mesurer et enregistrer la température de l'air.

Description

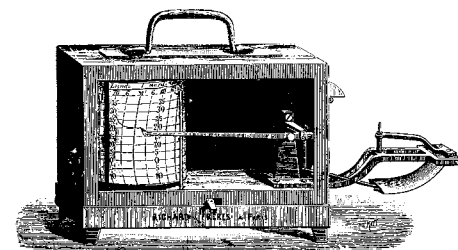
Il est essentiellement constitué par un tube métallique de section elliptique, contenant du pétrole. La dilatation du liquide, sous l'effet de la température, provoque la déformation du tube. Cette déformation, par un système de bielles et leviers, est transmise à l'aiguille enregistreuse qui se déplace devant un cylindre gradué en température, qui effectue un tour en une semaine.

Mode opératoire

Il suffit de mettre de l'encre sur l'aiguille et remonter le mécanisme qui permet la rotation du cylindre enregistreur.



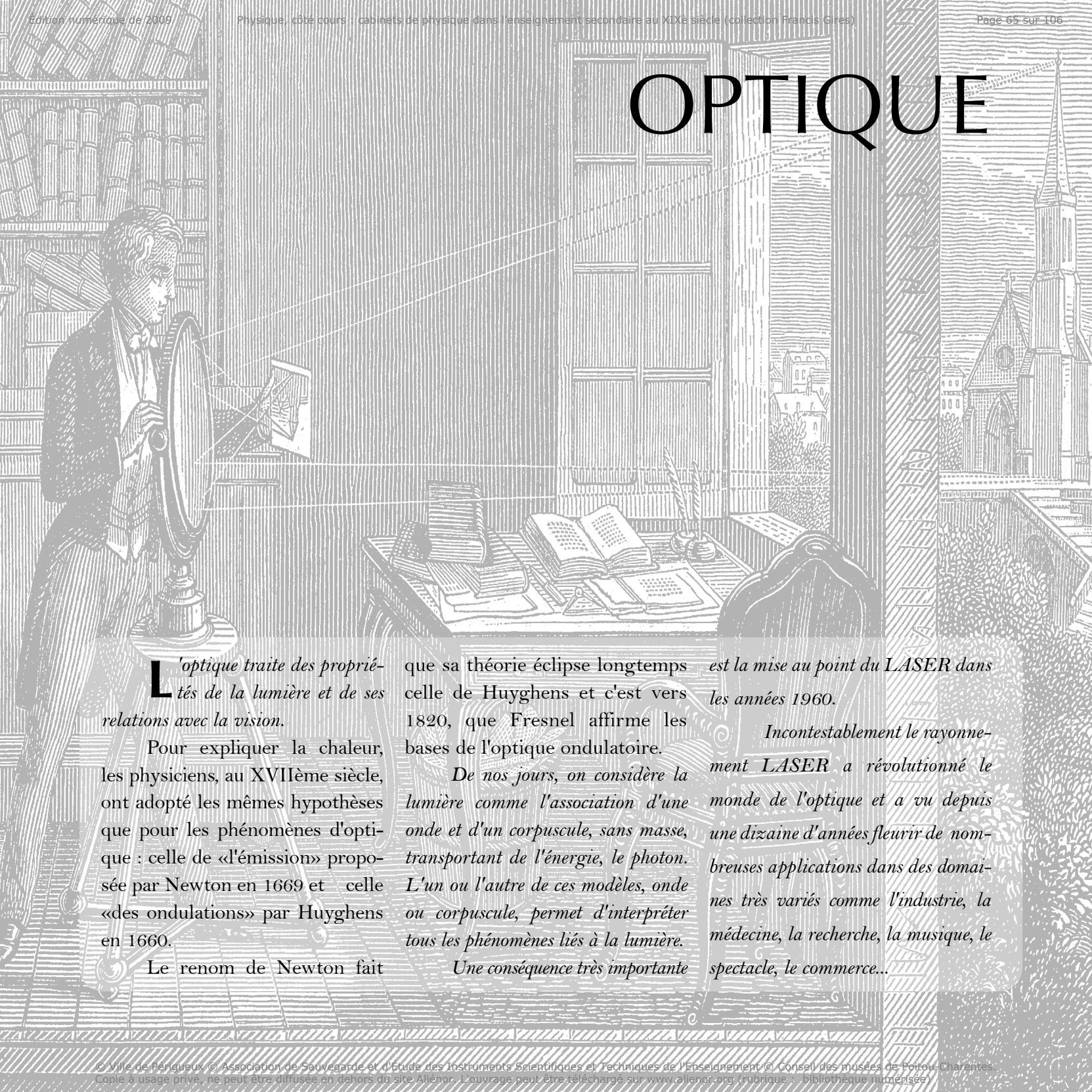
H : 17 cm
L : 37 cm
l : 14 cm



Domaine

Météorologie

OPTIQUE



L'optique traite des propriétés de la lumière et de ses relations avec la vision.

Pour expliquer la chaleur, les physiciens, au XVII^e siècle, ont adopté les mêmes hypothèses que pour les phénomènes d'optique : celle de « l'émission » proposée par Newton en 1669 et celle « des ondulations » par Huyghens en 1660.

Le renom de Newton fait

que sa théorie éclipse longtemps celle de Huyghens et c'est vers 1820, que Fresnel affirme les bases de l'optique ondulatoire.

De nos jours, on considère la lumière comme l'association d'une onde et d'un corpuscule, sans masse, transportant de l'énergie, le photon. L'un ou l'autre de ces modèles, onde ou corpuscule, permet d'interpréter tous les phénomènes liés à la lumière.

Une conséquence très importante

est la mise au point du LASER dans les années 1960.

Incontestablement le rayonnement LASER a révolutionné le monde de l'optique et a vu depuis une dizaine d'années fleurir de nombreuses applications dans des domaines très variés comme l'industrie, la médecine, la recherche, la musique, le spectacle, le commerce...

31. Miroirs concaves et convexes

DIDACTIQUE

OPTIQUE

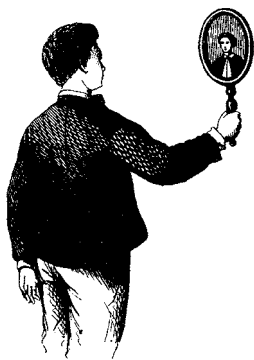
Loi ou phénomène

Les miroirs concaves ont un foyer réel, les miroirs convexes un foyer virtuel.

Expérience

Quand on tourne vers le Soleil, la face réfléchissante d'un miroir concave, on peut recueillir sur un écran, en un point situé à l'avant du miroir, une image du Soleil très petite, mais très brillante et très chaude : ce point est appelé le foyer (foyer réel).

Si on utilise un miroir convexe, on ne peut pas trouver d'image lumineuse du Soleil en quelque point qu'on place l'écran. Par contre, on voit une image du Soleil très petite et très brillante en un point en arrière du miroir («dans le miroir») : ce point est un foyer dit foyer virtuel.



gauche / H : 59 cm
d : 27 cm

droite / H : 49 cm
d : 15 cm



Application

On emploie les miroirs concaves comme réflecteurs pour rendre parallèles les rayons émis par une source lumineuse placée au foyer des appareils de projection. Ils donnent une image agrandie et sont utilisés comme miroirs de toilette.

Les miroirs convexes sont utilisés pour agrandir le champ de vision ; par exemple, à un coin de rue, à la sortie d'un garage ou comme rétroviseur.

Voir cahier couleurs : page E

32. Lentilles

DIDACTIQUE

OPTIQUE

Loi ou phénomène

À la sortie d'une lentille convergente les rayons lumineux se rapprochent, quand il s'agit d'une divergente, les rayons s'écartent.

Description

C'est un milieu transparent tel que du verre, limité par deux surfaces sphériques ou par une sphérique et une plane.

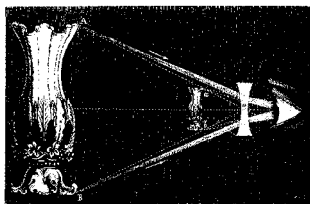
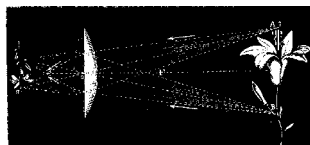
Les lentilles convergentes, à bords minces, sont souvent biconvexes et les divergentes, à bords épais, biconcaves.

Expérience

Une lentille à bords minces, recevant de la lumière solaire, la fait converger en un point appelé foyer image de la lentille. Un morceau de papier, alors placé en ce point, peut s'enflammer.



H : 40 cm
d : 12 cm



Application

Elles sont employées dans la plupart des instruments d'optique et servent aussi à remédier aux défauts de l'oeil. Les convergentes corrigent la presbytie, les divergentes la myopie.

33. Prisme de Newton

DIDACTIQUE

OPTIQUE

Loi ou phénomène

Déviation et décomposition de la lumière blanche par un prisme.

Description

Il s'agit d'un prisme de verre à base triangulaire, monté sur un support articulé.

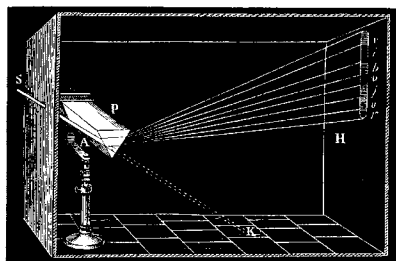
Expérience

Dans l'obscurité, lorsqu'on fait arriver un faisceau de lumière blanche (par exemple solaire), on observe une tache lumineuse blanche sur un écran convenablement placé.

Si on interpose un prisme sur le trajet des rayons, la tache n'est plus au même endroit, elle est déviée vers la base du prisme.

De plus cette tache est étalée, et présente une infinité de teintes qui passent insensiblement de l'une à l'autre et où l'on a l'habitude de distinguer sept couleurs qui sont, en partant de celle qui est la moins déviée : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet

Cette tache colorée est appelée spectre de la lumière blanche.



H : 33 cm

Application

En 1815, Fraunhofer découvrit dans le spectre solaire des raies et en 1860, Kirchoff et Bunsen découvrirent une importante application du spectre solaire sur laquelle ils basèrent une nouvelle méthode d'analyse chimique (appelée spectrale) qui permit, entre autres, de connaître la composition chimique des étoiles.

34. Biprisme

DIDACTIQUE

OPTIQUE

Loi ou phénomène

La superposition des différents faisceaux du spectre solaire redonne la lumière blanche.

Description

Deux prismes de même angle et de même nature, tournés en sens contraires l'un par rapport à l'autre.

Expérience

On décompose le faisceau incident de lumière blanche avec le premier prisme et le deuxième donne un faisceau émergent incolore, parallèle au faisceau incident.



H : 37 cm



35. Disque de Newton

DIDACTIQUE

OPTIQUE

Loi ou phénomène

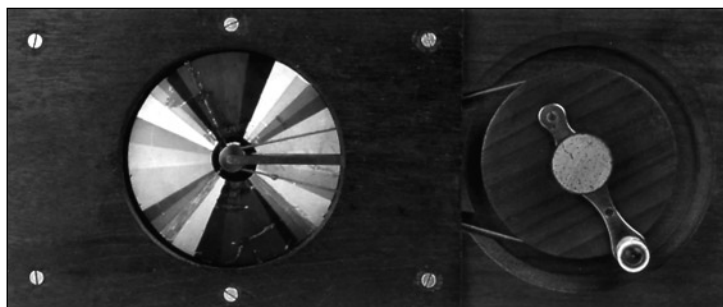
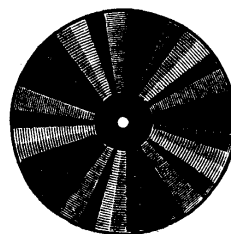
La superposition de toutes les couleurs du spectre solaire reproduit la lumière blanche.

Description

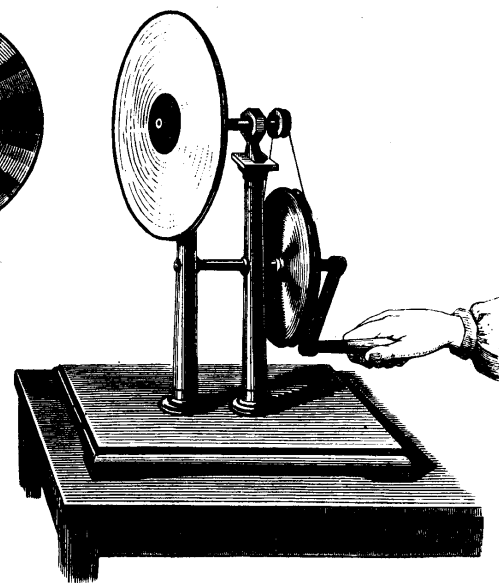
Il s'agit d'un disque de verre peint en secteurs présentant les couleurs du spectre dans l'ordre où elles se suivent et avec des surfaces proportionnelles à celle qu'elles occupent dans le spectre. Le disque est projetable à l'aide d'une lanterne magique.

Expérience

On fait tourner rapidement le disque, les différents secteurs viennent former successivement leur image sur les mêmes points de la rétine, et par suite de la persistance des impressions lumineuses, les couleurs se superposent et le disque paraît blanc.



*L : 31 cm
l : 13 cm*



36. Microscope composé

UTILE

OPTIQUE

Fonction

Observer des objets très petits, invisibles à l'œil nu.

Description

Il est essentiellement formé de deux lentilles convergentes dont l'une, appelée objectif, donne de l'objet une image réelle, agrandie, qui sert d'objet pour l'autre lentille appelée oculaire, jouant le rôle de loupe.

L'objectif et l'oculaire sont fixés aux extrémités d'un tube monté sur un support inclinable.

Un bouton de commande à vis micrométrique permet de déplacer le bloc objectif-oculaire par rapport à la platine. Cette dernière est percée d'un trou qui permet d'éclairer l'objet posé, au moyen d'un miroir concave qui concentre la lumière sur celui-ci.

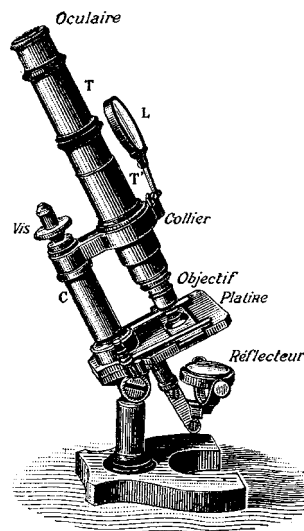
Mode opératoire

On règle l'orientation du miroir de façon à ce que l'objet reçoive le maximum de lumière.

À l'aide du bouton de commande on réalise la mise au point sur l'objet.



H : 25 cm



Domaine

Physique
Botanique
Zoologie
Physiologie

...

37. Lunette astronomique

UTILE

OPTIQUE

Fonction Observer des objets très éloignés tels que les planètes, les astres.

Description Un long tube de laiton, monté sur un pied et orientable, porte à l'extrémité tournée vers l'objet éloigné, une lentille convergente appelée objectif.

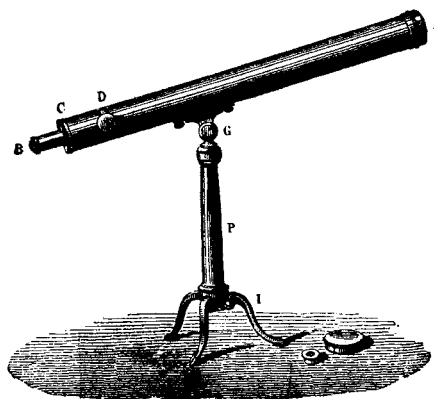
Un second tube, à l'extrémité duquel se trouve une autre lentille convergente appelée oculaire, peut glisser à frottement doux dans le premier. Il est commandé par un bouton à crémaillère, permettant ainsi de modifier la distance objectif-oculaire.

Mode opératoire Pour observer un objet très éloigné, on réalise la mise au point en déplaçant l'oculaire par rapport à l'objectif, à l'aide du bouton à crémaillère.



H : 41 cm
L : 60 cm

Voir cahier couleurs : page E



Domaine

Astronomie

38. Lanterne magique

UTILE

OPTIQUE

Fonction

Sert à obtenir sur un écran des images agrandies de petits objets.

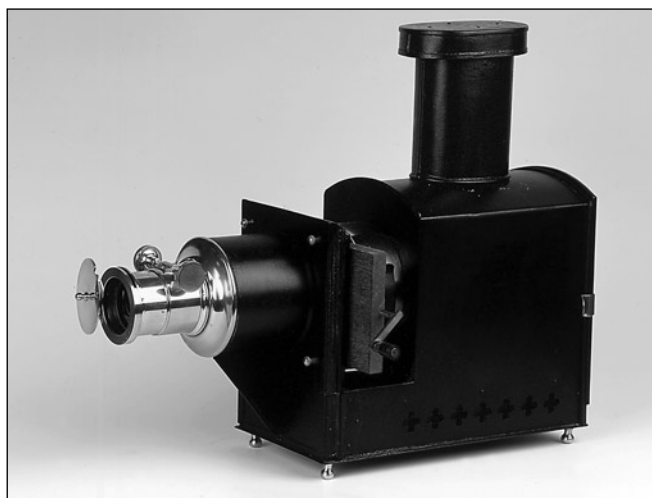
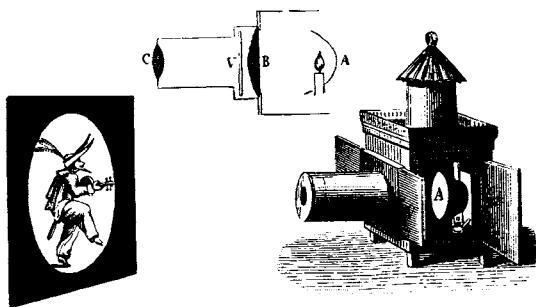
Description

Elle consiste en une boîte de fer-blanc dans laquelle est placée une lampe, au foyer d'un miroir concave. Les rayons réfléchis par celui-ci sont reçus sur une lentille convergente qui les concentre vers des figures peintes sur une lame de verre.

Ces figures, ainsi éclairées fortement, sont placées devant une seconde lentille convergente à une distance un peu plus grande que sa distance focale. Cette lentille projette, sur un écran suffisamment éloigné, une image réelle, renversée et très agrandie, des objets peints sur verre.

Mode opératoire

Pour obtenir une image nette sur l'écran, il faut réaliser la mise au point en agissant sur le bouton à crémaillère qui fait avancer ou reculer la seconde lentille.



H : 38 cm
L : 47 cm
l : 14 cm

Domaine

Physique
Biologie
Spectacle

Voir cahier couleurs : page H

39. Chambre noire à soufflet dite «de campagne»

UTILE

OPTIQUE

Fonction

Sert à enregistrer sur une surface photosensible, plaque ou pellicule, l'image d'un objet.

Description

Elle est composée d'une chambre noire et d'un objectif, ensemble convergent formé de plusieurs lentilles, destiné à projeter l'image d'un objet sur la plaque photosensible.

Cet appareil de campagne est monté sur un support à trois pieds, à coulisse, pouvant se replier pour le transport dans un sac.

Les plaques sensibles sont enfermées dans des châssis qui les maintiennent à l'abri de la lumière.

Mode opératoire

La mise au point s'effectue sous un voile noir, en déplaçant à l'aide d'un bouton à crémaillère, l'objectif monté sur un soufflet.



H : 27 cm
L : 32 cm
l : 22 cm

Domaine

Physique
Biologie
Vie courante

...

40. Saccharimètre de Soleil

UTILE MESURE

OPTIQUE

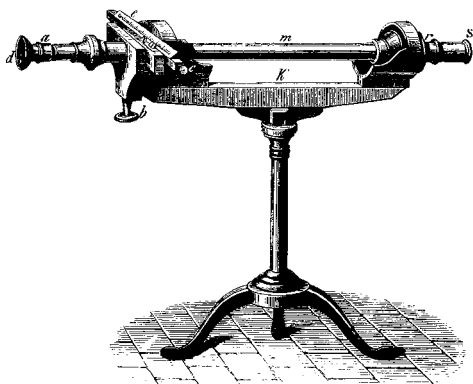
Fonction

Doser le sucre qui se trouve dissous dans certains liquides, notamment les urines des diabétiques.

Description

À plusieurs reprises, il avait été reproché aux manuels de Physique de la deuxième moitié du XIX^e siècle de donner une trop grande place à des descriptions détaillées d'appareils complexes. Le saccharimètre de Soleil en est une fort belle illustration.

A.GANOT, l'auteur d'un de ces manuels, en était conscient : «*Cet appareil simple du point de vue pratique, ne laisse pas que d'être compliqué au point de vue théorique; il suppose connus les principaux phénomènes de la double réfraction et de la polarisation*». Et finalement l'auteur ne résiste pas au plaisir de développer longuement cette théorie! (nous non plus!)



H : 40 cm
L : 51 cm

Certaines substances en solution ont un pouvoir rotatoire, c'est-à-dire qu'elles ont la propriété de faire tourner le plan de vibration d'une lumière préalablement polarisée. L'angle dont tourne ce plan, pour une épaisseur de liquide donnée, dépend de la concentration.

Pour le saccharimètre de Soleil, il ne s'agit pas d'évaluer l'angle de rotation du plan de polarisation mais d'évaluer une compensation, c'est-à-dire d'évaluer l'épaisseur d'une seconde substance active agissant en sens inverse de celle à analyser et dont on va faire varier l'épaisseur jusqu'à ce que les actions contraires annulent leurs effets. On mesure l'épaisseur à donner à la substance compensatrice qui est un cristal de quartz d'épaisseur réglable.

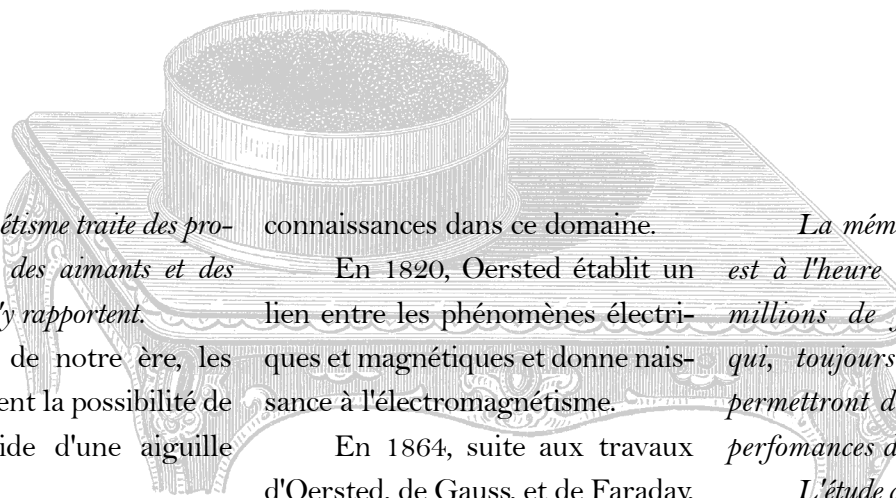
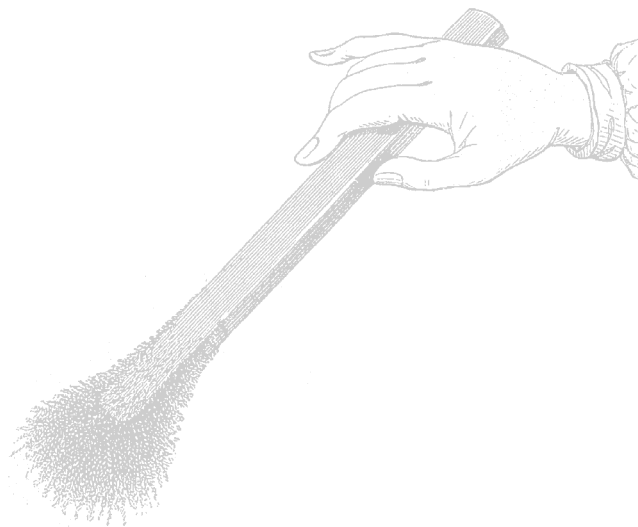
Le saccharimètre est fixé horizontalement sur son pied. En partant de l'extrémité qui sera placée devant une source de lumière, on trouve un prisme biréfringent qui sert de polariseur, puis le tube contenant la solution à analyser, ensuite le cristal compensateur dont l'épaisseur variable est appréciée avec un vernier, et enfin un prisme biréfringent analyseur.

Mode opératoire : Pour connaître la quantité de sucre dans une urine, il suffit d'introduire le tube contenant cette urine et de modifier l'épaisseur du compensateur jusqu'à ce que l'on retrouve dans l'analyseur la teinte primitive que l'on avait avant interposition du liquide. La valeur indiquée par le vernier, multipliée par un nombre bien précis, donne la quantité de sucre.

Domaine

*Physique
Pharmacie
Médecine*

MAGNÉTISME



Le magnétisme traite des propriétés, des aimants et des phénomènes qui s'y rapportent.

Au début de notre ère, les chinois découvrent la possibilité de s'orienter à l'aide d'une aiguille aimantée.

En 1600, Gilbert, dans son ouvrage «De Magnete» contribue grandement au développement des

connaissances dans ce domaine.

En 1820, Oersted établit un lien entre les phénomènes électriques et magnétiques et donne naissance à l'électromagnétisme.

En 1864, suite aux travaux d'Oersted, de Gauss, et de Faraday, Maxwell établit les lois de l'électromagnétisme dont l'importance théorique est considérable.

La mémoire de nos ordinateurs est à l'heure actuelle constituée de millions de ferrites magnétiques qui, toujours plus miniaturisées, permettront d'augmenter encore les performances de l'informatique.

L'étude des champs magnétiques de la Terre, du Soleil et du monde vivant en est encore à ses débuts et ouvre des perspectives intéressantes.

41. Boussole d'inclinaison

UTILE MESURE

MAGNÉTISME

Fonction

Mesurer l'inclinaison magnétique, c'est-à-dire l'angle que fait une aiguille aimantée avec l'horizontale alors que cette aiguille est dans le plan du méridien magnétique.

Description

C'est une aiguille aimantée mobile autour d'un axe horizontal devant un cadran circulaire, vertical, gradué en degrés.

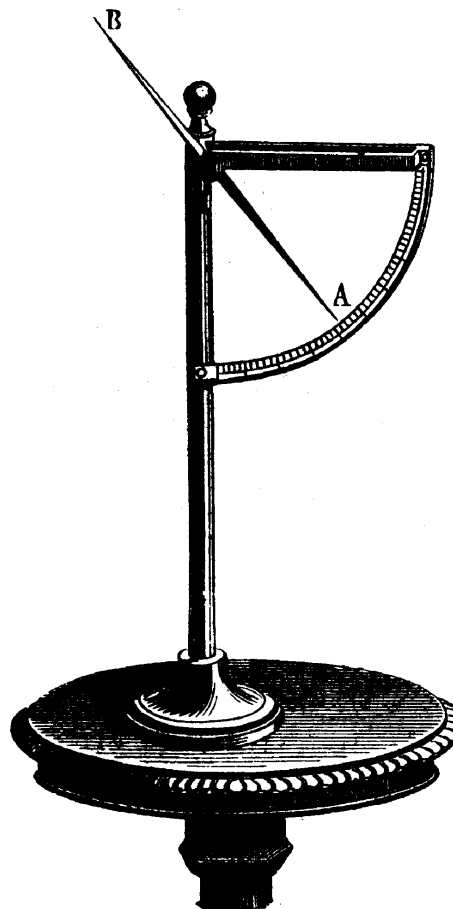
Mode opératoire

Il suffit d'orienter le cadran circulaire vertical dans la direction sud-nord. La position de l'aiguille donne la valeur de l'inclinaison magnétique.



H : 24 cm

Voir cahier couleurs : page E



Domaine

*Physique
Géographie*

42. Faisceau magnétique

UTILE

MAGNÉTISME

Fonction

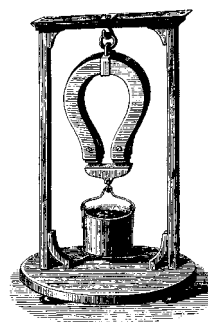
Sert à soulever des objets contenant des substances magnétiques (fer notamment).

Description

C'est un ensemble de barreaux aimantés réunis parallèlement par leurs pôles de même nom. Ces faisceaux sont soit rectilignes soit courbés en forme de fer à cheval. Ces derniers, dont les deux pôles sont utilisés en même temps, peuvent supporter des charges importantes.



H : 62 cm
L : 48 cm
l : 24 cm

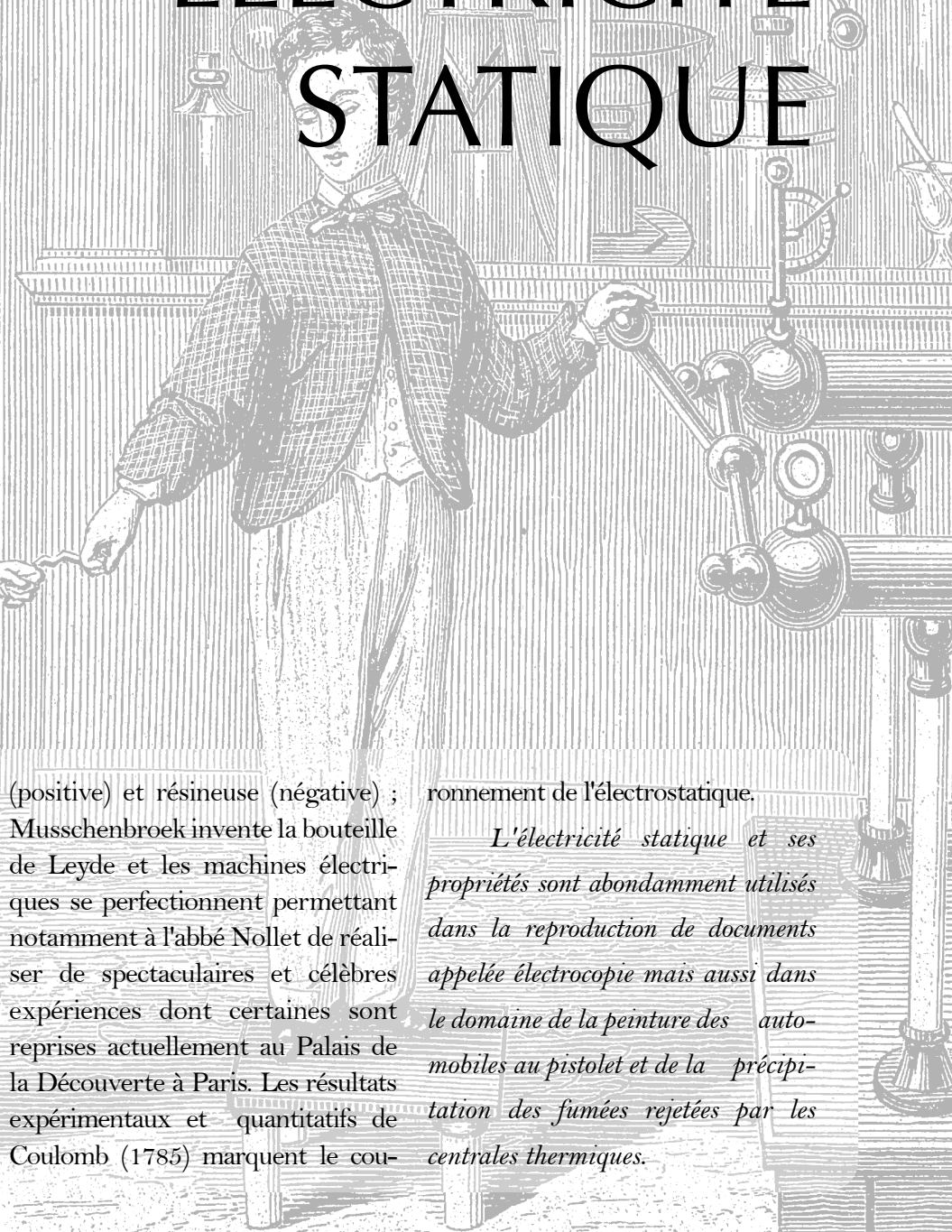


Domaine

Physique
Vie courante

Voir cahier couleurs : page E

ÉLECTRICITÉ STATIQUE



L'électricité statique appelée aussi électrostatique traite des phénomènes d'équilibre des charges électriques sur les corps électrisés.

Au XVII^e siècle Otto de Guéricke invente la première machine électrostatique. Au XVIII^e, Du Fay découvre que le verre et la résine acquièrent par frottement des charges électriques différentes appelées respectivement vitrée

(positive) et résineuse (négative) ; Musschenbroek invente la bouteille de Leyde et les machines électriques se perfectionnent permettant notamment à l'abbé Nollet de réaliser de spectaculaires et célèbres expériences dont certaines sont reprises actuellement au Palais de la Découverte à Paris. Les résultats expérimentaux et quantitatifs de Coulomb (1785) marquent le cou-

ronnement de l'électrostatique.

L'électricité statique et ses propriétés sont abondamment utilisés dans la reproduction de documents appelée électrocopie mais aussi dans le domaine de la peinture des automobiles au pistolet et de la précipitation des fumées rejetées par les centrales thermiques.

43. Sphère de laiton isolée

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

L'électricité d'un corps qui en est chargé se répartit principalement à sa surface.

Description

Une sphère de laiton isolée sur un pied de verre, avec deux hémisphères creux (ici absents) en laiton, de diamètre un peu plus grand, porteurs de manches isolants.

Expérience

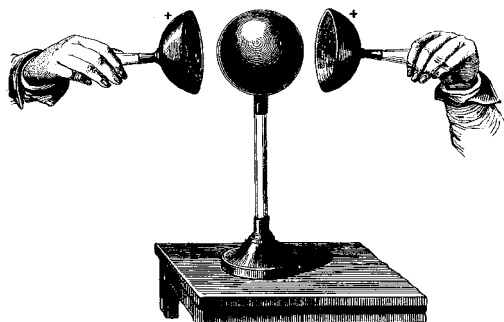
On charge électriquement la sphère isolée. On la recouvre exactement avec les deux hémisphères qui constituent alors la surface du corps électrisé, puis on écarte brusquement les hémisphères.

On constate alors que ces derniers se sont chargés électriquement et que la sphère ne l'est plus.

On en conclut qu'au moment où la sphère et les deux hémisphères ne faisaient qu'un corps, les charges électriques étaient réparties en surface.



H : 34 cm
d : 14 cm



Application

Voir cage de Faraday n°45.

44. Cylindre isolé d'Æpinus

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

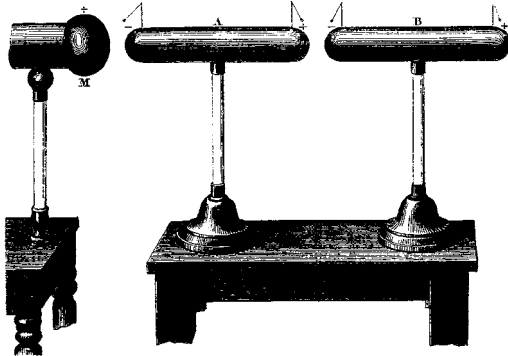
Électrisation par influence : lorsqu'un corps électrisé est placé à proximité d'un corps conducteur neutre, il décompose le fluide neutre de ce corps, attire vers lui l'électricité contraire à celle dont il est chargé et repousse à l'extrémité opposée l'électricité de même nom.

Description

C'est un cylindre de laiton isolé sur un pied de verre et qui porte à ses extrémités deux petits pendules électriques formés de balles en moelle de sureau suspendues par des fils de lin.

Expérience

Si on approche le cylindre de laiton à quelques centimètres d'un corps chargé, par exemple, d'électricité positive, on voit aussitôt les deux petits pendules s'écarter des tiges qui les supportent : ce qui prouve déjà que les extrémités du cylindre sont électrisées. De plus, si l'on présente successivement à chacun de ces petits pendules, un corps électrisé négativement, par exemple un bâton de résine frotté avec de la laine, on constate qu'il y a répulsion du pendule placé à l'extrémité la plus voisine du corps électrisé, donc cette extrémité s'est chargée d'électricité négative et l'on observe le phénomène inverse pour l'autre extrémité.



H : 31 cm
d : 4,5 cm

Application

Voir machine de Wimshurst
n°50

45. Cage de Faraday

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

L'électricité d'un conducteur réside sur la surface extérieure. Ni cette électricité ni celle des sources extérieures n'exercent d'action sur tout point pris à l'intérieur du conducteur qui forme ainsi un écran électrique pour tout ce qu'il enveloppe.

Description

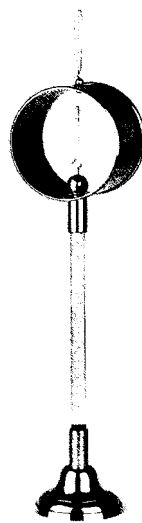
Elle se compose d'un cylindre creux de laiton isolé sur un pied de verre. Le cylindre porte deux tiges l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur du cylindre, munies de petits pendules électriques formés de balles en moelle de sureau suspendues par des fils de lin.

Expérience

Si on met le cylindre en contact avec un corps chargé, on voit aussitôt les pendules qui sont sur la surface du cylindre diverger, tandis que ceux qui sont à l'intérieur restent immobiles.



H : 48 cm



Application

Lors d'un orage, l'électricité atmosphérique reste à la surface des carrosseries métalliques des automobiles. Les passagers à l'intérieur sont ainsi protégés par cet écran électrique.

46. Appareil de Riess

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

Voir cylindre isolé d'Aepinus n°44 qui a été longtemps le seul appareil en usage pour démontrer l'électrisation par influence. On a objecté à l'emploi de cet appareil qu'il ne démontre pas que l'extrémité la plus rapprochée de la source soit chargée électriquement.

En effet la divergence du pendule pourrait s'expliquer par l'attraction de la charge électrique de la source.

Description

Riess a opté pour un cylindre en laiton muni d'un manche de verre, et armé, dans toute sa longueur, de petits pendules électriques en moelle de sureau.

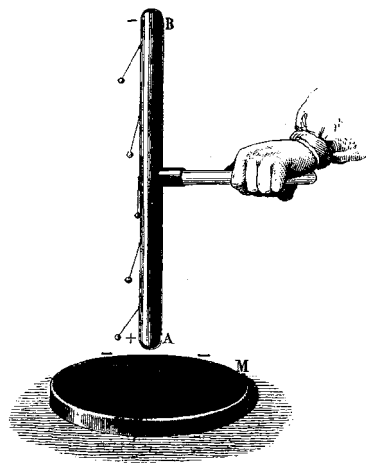
Expérience

On présente le cylindre verticalement à un corps chargé électriquement, situé au dessous, par exemple un gâteau de résine chargé négativement.

Les pendules divergent aussitôt; mais ici l'écart du pendule inférieur ne saurait être attribué à l'attraction de la charge électrique du gâteau de résine, car cette attraction tendrait évidemment à maintenir le pendule en question verticalement. Donc l'extrémité du cylindre s'est bien chargée par influence.



H : 49 cm
d : 9 cm



Application

Voir machine de Wimshurst
n°50

47. Électroscope

UTILE

ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Fonction

Montrer qu'un corps est chargé d'électricité.

Description

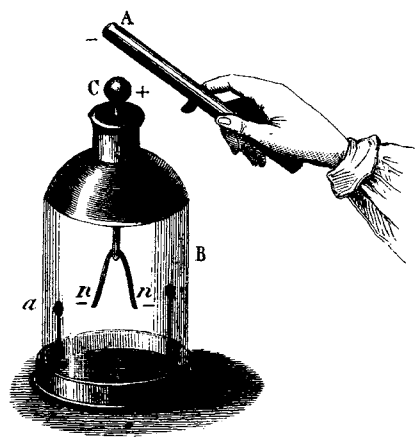
Il est constitué par une cloche en verre reposant sur un plateau en laiton et dont la tubulure livre passage à une tige de laiton terminée à l'extérieur par une boule métallique et à l'intérieur par deux feuilles d'or très légères.

Mode opératoire

Lorsqu'on approche de la boule métallique, un corps chargé, par exemple, d'électricité négative, cette dernière, agissant par influence sur l'ensemble boule-tige, repousse la charge négative vers les feuilles d'or. Celles-ci, se trouvant ainsi chargées de la même électricité, se repoussent.



H : 29 cm
d : 10 cm



Domaine

Physique

48. Électromètre de Saussure

UTILE MESURE

ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Fonction

Mesurer le potentiel électrique de l'air.

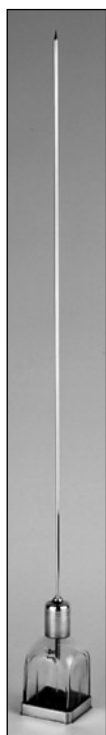
Description

C'est un électroscope à feuilles d'étain dont la boule est remplacée par une longue tige de laiton terminée en pointe. Un arc gradué est gravé sur l'une des faces.

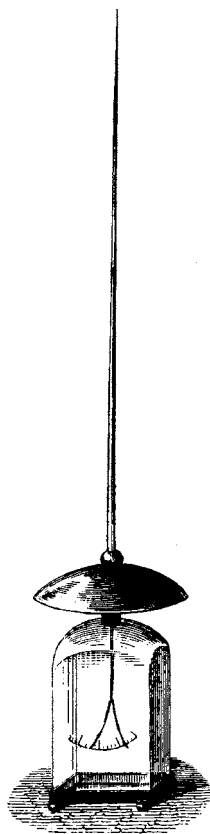
Mode opératoire

L'électromètre, situé en un lieu découvert, est initialement non chargé. On l'élève de quelques décimètres : on observe alors que les feuilles divergent. L'écart des feuilles mesuré sur l'arc gradué indique le potentiel électrique de l'air à l'extrémité de la pointe.

Remarque : par un temps serein, l'électricité atmosphérique est toujours positive et le potentiel électrique augmente proportionnellement à la hauteur au-dessus du sol. Par temps couvert, l'atmosphère s'électrise souvent négativement.



H : 15 cm
(ou 71)
L : 6 cm
l : 5,5 cm



Domaine

Physique
Météorologie

49. Électrophore de Volta

UTILE

ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Fonction

Source d'électricité créée par influence.

Description

Il se compose d'un gâteau de résine coulé dans un moule et d'un disque de laiton muni d'un manche isolant.

Mode opératoire

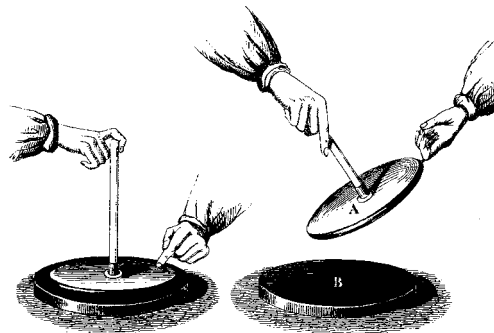
On frappe le gâteau de résine avec une peau de chat, puis on dispose le disque conducteur au dessus, sans qu'il y ait contact : l'électricité négative de la résine développe par influence de l'électricité positive sur la face inférieure du disque et de l'électricité négative sur la face supérieure.

On touche alors le disque avec le doigt, l'électricité négative s'écoule vers le sol par l'intermédiaire du corps humain. On cesse alors le contact avec le doigt : le disque qu'on éloigne, en le tenant par le manche isolant, est alors chargé d'électricité positive.

Le disque ainsi chargé permet de faire jaillir une étincelle entre lui et tout corps conducteur.



H : 31 cm
d : 28 cm



Domaine

Physique
Chimie

50. Machine de Wimshurst

UTILE

ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Fonction

Développer de l'électricité (par influence)

Description

Elle se compose essentiellement de deux plateaux en ébonite portant sur leurs faces extérieures, des bandes d'étain disposées suivant des rayons.

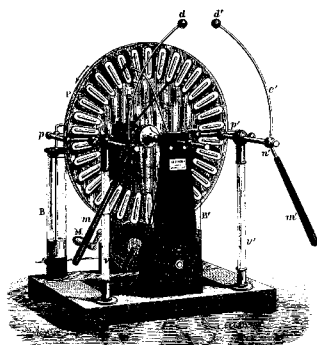
Une manivelle et des courroies dont l'une est croisée, permettent de faire tourner les plateaux en sens contraires.

Deux tiges mobiles, en laiton étamé, terminées par des boules et munies de poignées d'ébonite constituent les deux pôles de la machine. Les électricités différentes développées sur l'un et l'autre des plateaux sont communiquées à ces pôles à l'aide de petits balais métalliques qui frottent sur les bandes d'étain.

Deux bouteilles de Leyde, reliées aux pôles, servent de condensateur et permettent d'accumuler les électricités pour augmenter les effets de la machine.

Mode opératoire : Il suffit de tourner la manivelle pour que les pôles soient chargés d'électricités différentes.

Si on rapproche ces pôles, en agissant sur les poignées d'ébonite, on peut faire jaillir des étincelles entre les deux boules appelées boutons de décharge.



H : 34 cm
L : 30 cm
l : 10 cm

Voir cahier couleurs : page F

Domaine

Physique
Médecine
(maladies nerveuses)

51. Appareil à grêle de Volta

DIDACTIQUE - RÉCRÉATIF

Loi ou phénomène

Électrisation par influence et décharge par contact.

Description

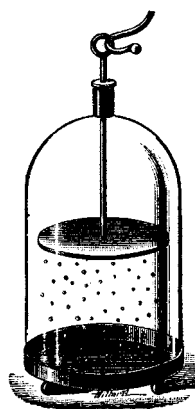
C'est une cloche en verre, reposant sur un plateau métallique en communication avec le sol, et dans le bouchon de laquelle passe une tige métallique terminée à l'intérieur de la cloche par un disque de métal et à l'extérieur par une boule. Des balles en moelle de sureau reposent sur le fond de l'appareil.

Expérience

Si l'on met la tige en communication avec une source d'électricité, les balles de sureau se chargent par influence et sont attirées par le disque ; en le touchant elles se chargent d'électricité de même nom. Elles sont alors repoussées, retombent sur le plateau qui les décharge et ainsi de suite.



H : 32 cm
d : 14 cm



Application

Se fondant sur cette expérience, VOLTA admettait que les grêlons, lorsqu'ils se trouvaient placés entre deux nuages chargés d'électricité contraire, allaient successivement de l'un à l'autre et condensaient à leur surface la vapeur d'eau ambiante qui, en se congelant, leur faisait acquérir le volume qu'on observe quelquefois. Cette théorie, insuffisante pour rendre compte de la grosseur des grêlons n'est point admise aujourd'hui (1874).

Remarque : Dans une variante de cette expérience, on remplaçait les balles par un pantin en moelle de sureau et l'expérience prenait alors un tour récréatif appelé «la danse des pantins».

Voir cahier couleurs : page F

52. Bouteille de Leyde

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

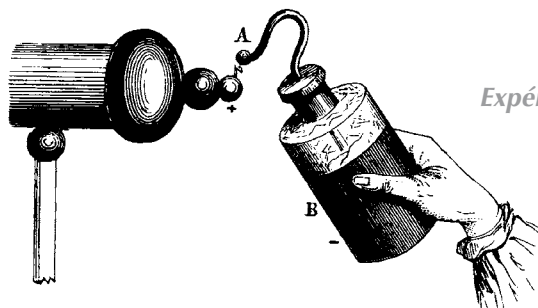
Principe du condensateur qui sert à accumuler les deux sortes d'électricité.

Description

C'est une bouteille en verre, remplie de feuilles en étain chiffonnées, qui sont en contact avec une tige de laiton traversant le bouchon. Cette tige est recourbée en crochet et se termine par une boule appelée «bouton». La paroi externe est recouverte aux trois-quarts de la hauteur par une feuille d'étain.

Expérience

Pour charger la bouteille, on la tient à la main et l'on présente son «bouton» à l'un des pôles d'une machine électrique en activité.



H : 28 cm
d : 8,5 cm

Application

Les effets de l'électricité, physiologique, lumineux, calorifiques, mécaniques et chimiques sont d'autant plus énergiques qu'on fait usage d'appareils électriques plus puissants comme la bouteille de Leyde ou de batteries électriques qui étaient constituées de bouteilles de Leyde branchées en parallèle. C'est ainsi qu'au XVIII^e siècle, l'abbé NOLLET donna en présence de Louis XV la commotion électrique à 300 hommes de sa Garde.

Remarque : la bouteille doit son nom à la ville où elle a été inventée par Cunéus et Musschenbræck en 1746.

53. Carreau magique

RÉCRÉATIF

Loi ou phénomène

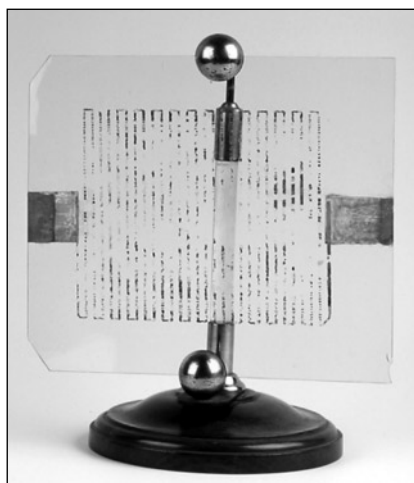
Décharge électrique entre deux corps.

Description

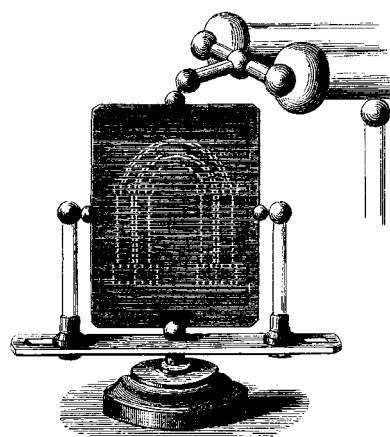
C'est un carreau de verre sur lequel est collée une bande étroite d'étain répliquée un grand nombre de fois, parallèlement à elle-même. Dans cette bande on a pratiqué des coupures disposées de façon à représenter le plus souvent un objet précis.

Expérience

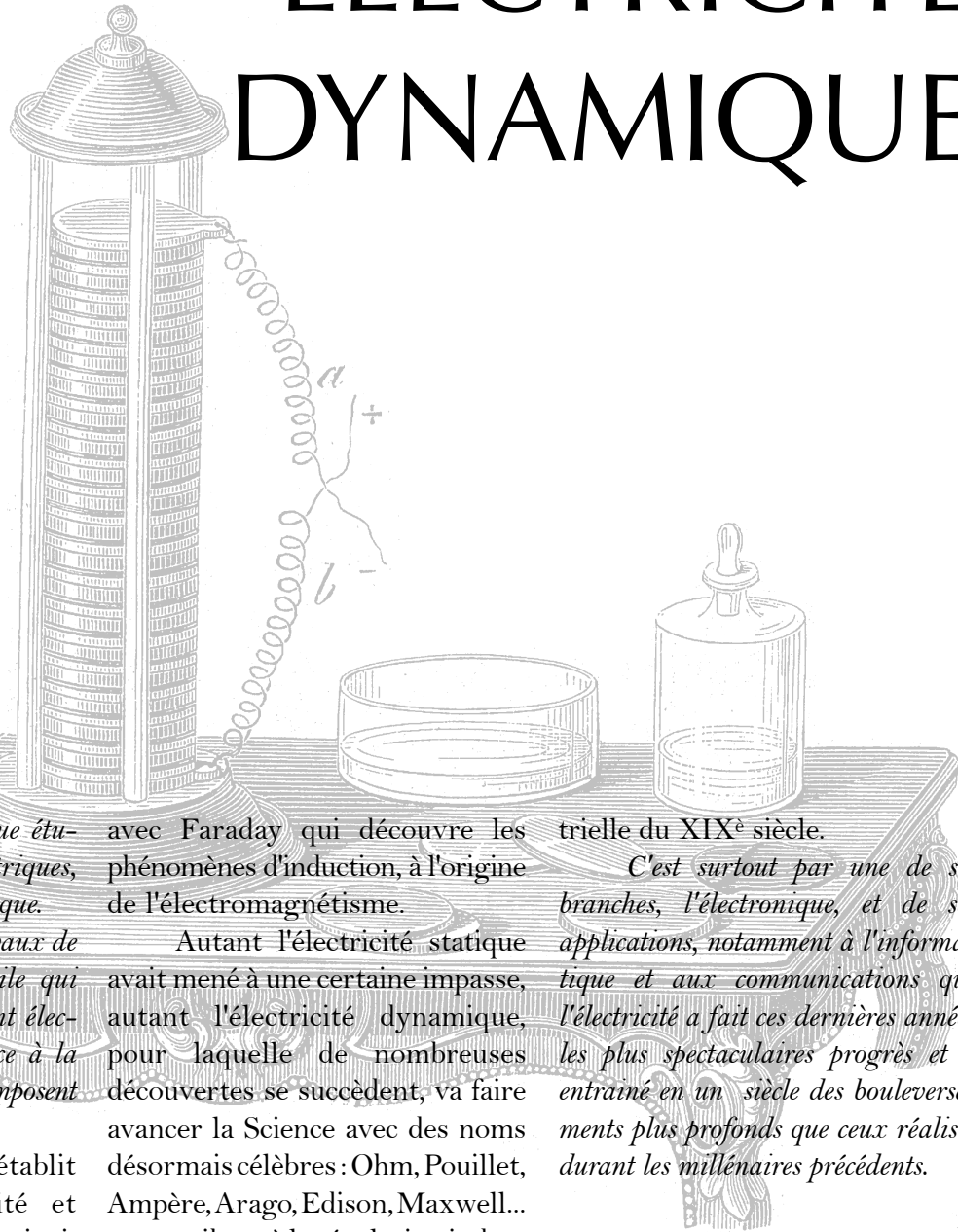
Lorsqu'on met les deux extrémités de la bande en contact avec les deux pôles d'une machine électrique en activité, des étincelles jaillissent à chaque coupure et créent ainsi une «image électrique».



H : 26 cm
L : 23 cm



ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE



L'électricité dynamique étudie les courants électriques, on l'appelle aussi électrocinétique.

En 1800, suite aux travaux de Galvani, Volta invente la pile qui inaugure la science du courant électrique. La même année, grâce à la pile, Nicholson et Carlisle décomposent l'eau par électrolyse.

En 1820, Oersted établit des liens entre électricité et magnétisme et se trouve ainsi,

avec Faraday qui découvre les phénomènes d'induction, à l'origine de l'électromagnétisme.

Autant l'électricité statique avait mené à une certaine impasse, autant l'électricité dynamique, pour laquelle de nombreuses découvertes se succèdent, va faire avancer la Science avec des noms désormais célèbres : Ohm, Pouillet, Ampère, Arago, Edison, Maxwell... et contribuer à la révolution indus-

trielle du XIX^e siècle.

C'est surtout par une de ses branches, l'électronique, et de ses applications, notamment à l'informatique et aux communications que l'électricité a fait ces dernières années les plus spectaculaires progrès et a entraîné en un siècle des bouleversements plus profonds que ceux réalisés durant les millénaires précédents.

54. Pile au dichromate de potassium ou pile de Grenet UTILE

Fonction

Générer des courants électriques.

Description

Il s'agit d'une bouteille de forme sphérique, contenant un liquide, mélange d'une solution de dichromate de potassium et d'acide sulfurique.

Le pôle positif est constitué par deux plaques en charbon plongeant dans le liquide et fixées sur le couvercle en ébonite.

Le pôle négatif est formé par une lame de zinc mobile, placée entre les deux plaques de charbon.

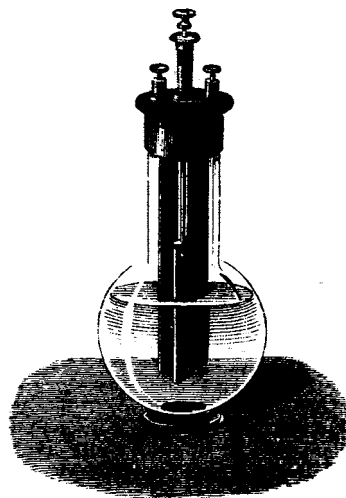
Mode opératoire

À l'arrêt, la lame de zinc est au dessus du liquide, il suffit de l'abaisser pour mettre la pile en état de marche.

Remarque : La force électromotrice de cette pile est de 1,8 à 2 volts.



H : 28 cm
d : 12 cm



Domaine

Physique
Médecine

55. Voltamètre à électrode de platine

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

Notamment décomposer l'eau en oxygène et en hydrogène.

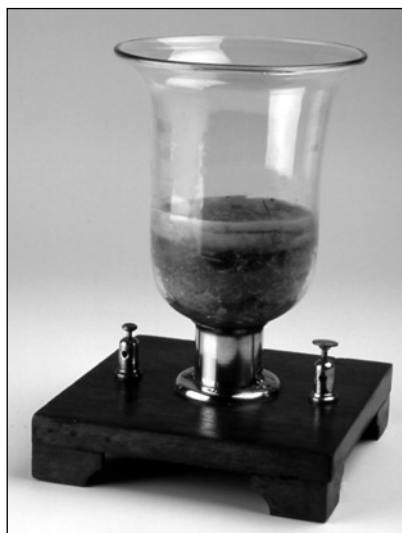
Description

Il se compose d'un vase en verre dans le pied duquel passent deux fils de platine reliés à deux bornes extérieures.

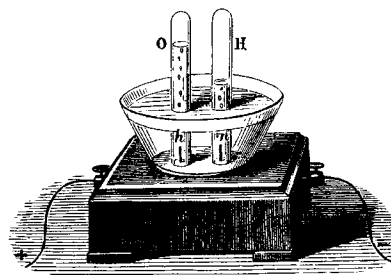
Expérience

On remplit le vase avec de l'eau additionnée d'acide sulfurique et l'on pose sur les fils de platine deux éprouvettes graduées, renversées, pleines d'eau acidulée.

Si on relie les bornes du voltamètre à celles d'une pile, des bulles de gaz se forment sur les électrodes et l'on recueille de l'oxygène dans l'éprouvette qui recouvre l'électrode positive et de l'hydrogène en volume double de celui de l'oxygène dans celle qui est au dessus de l'électrode négative.



H : 20 cm
L : 14,5 cm
l : 15 cm



Application

Cette électrolyse réalisée par CARLISLE ET NICHOLSON en 1800 est la première d'une multitude d'autres qui permirent de décomposer aussi des acides, des sels, des oxydes. C'est DAVY, chimiste anglais, qui, au commencement du XIX^e siècle décomposa la potasse, la soude, la baryte, la chaux, la magnésie, l'alumine et fit voir que ces substances, qu'on regardait alors comme simples, étaient toutes composées d'oxygène et de métaux auxquels on a donné les noms de potassium, sodium, baryum, calcium, magnésium, aluminium.

56. Appareil d'Ørsted

DIDACTIQUE

Loi ou phénomène

Le courant électrique agit sur les aimants placés dans son voisinage.

Description

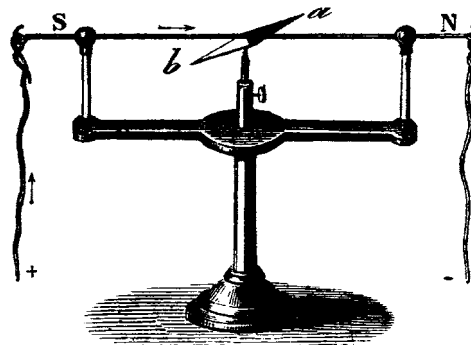
Il s'agit d'un fil en cuivre placé au dessus d'une aiguille aimantée mobile sur un pivot.

Expérience

On tourne l'appareil jusqu'à ce que le fil soit parallèle à l'aiguille aimantée c'est-à-dire soit dans le plan du méridien magnétique.

On fait passer le courant dans le fil et aussitôt l'aiguille dévie par rapport à sa position d'équilibre et ce d'autant plus que le courant est intense.

Si on change le sens du courant, l'aiguille dévie en sens inverse.



H : 16 cm
L : 18 cm

Application

Détecter des courants, trouver leur sens, déterminer leur intensité.

Schweigger eut l'idée de rendre le système précédent plus sensible en plaçant l'aiguille aimantée au centre d'un cadre formé de plusieurs tours de fil de cuivre. En effet l'angle de rotation de l'aiguille est d'autant plus grand qu'il y a de tours de fil.

L'appareil reçut alors le nom de multiplicateur ou galvanomètre. (voir n°57)

57. Galvanomètre ou multiplicateur de Nobili

UTILE MESURE

Fonction

Déceler la présence d'un courant même très faible, trouver son sens, mesurer son intensité.

Description

Le dispositif est constitué d'un cadre rectangulaire, vertical, formé de plusieurs tours de fil (voir n°56 multiplicateur de Schweigger).

Deux aiguilles aimantées, ayant leurs «pôles contraires» en regard, sont suspendues au moyen d'un fil, l'une au dessus du cadre, l'autre à l'intérieur.

Ces deux aiguilles sont solidaires dans leur mouvement, car réunies par un fil en cuivre. Ce système de deux aiguilles aimantées, imaginé par Nobili, appelé astatique, réduit l'action du champ magnétique terrestre autant qu'on le souhaite.

Au dessous de l'aiguille supérieure se trouve un cadran gradué en degrés.

L'ensemble est recouvert d'une cloche en verre pour éviter les agitations de l'air.

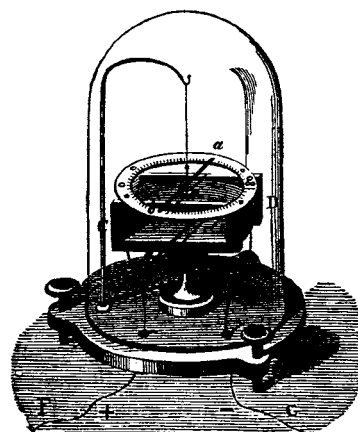
Mode opératoire

L'angle plus ou moins grand dont le système des aiguilles tourne, sert à mesurer l'intensité du courant qui traverse le cadre de l'appareil. Jusqu'à 20°, cet angle est proportionnel à l'intensité. Au delà on se sert de tables de conversion.



H : 34 cm
d : 15 cm

Voir cahier couleurs : page G



Domaine

Physique

58. Bobine de Ruhmkorff

UTILE

ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE

Fonction

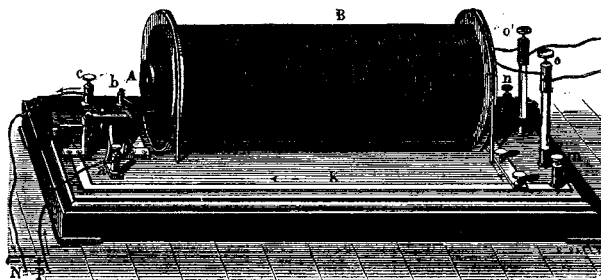
Obtenir des tensions induites importantes et des courants induits intenses.

Description

Elle est composée d'une première bobine dite inductrice dont le fil assez gros recevra le courant de la pile. Sur cette bobine est enroulée une deuxième bobine dite induite dont le fil est assez fin et le nombre de spires élevé.

Remarque : quand on relie à un galvanomètre les deux extrémités d'un fil conducteur, on constate que si l'on approche de ce circuit un aimant, ou un fil parcouru par le courant d'une pile, l'aiguille du galvanomètre dévie. Il s'est donc produit un courant dans le premier circuit, bien qu'il ne contienne pas de pile. Ces courants découverts par FARADAY en 1831, ont été appelés courants d'induction.

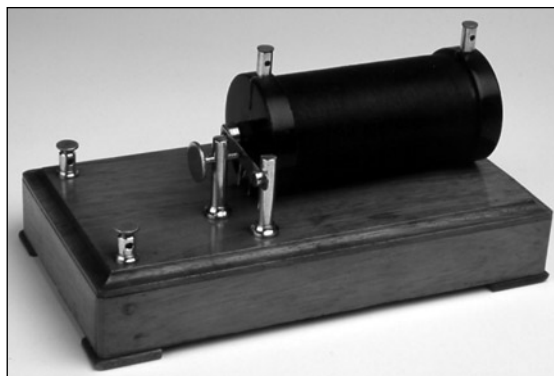
Le courant qui passe dans le gros fil de la bobine de RHUMKORFF n'agit par induction sur le fil fin que lorsqu'il commence ou finit. Il faut donc que ce courant soit constamment interrompu et c'est le rôle d'un petit marteau oscillant.



Mode opératoire

Il suffit de brancher une pile sur les bornes de la bobine inductrice pour obtenir des courants induits dont les effets sont très puissants.

Des bobines de petites dimensions étaient employées en Médecine pour entretenir l'activité des muscles atteints d'un commencement de paralysie (appareil de GAIFFE, par exemple.)



H : 10 cm
L : 19 cm
l : 10 cm

Voir cahier couleurs : page G

Domaine

Physique
Chimie
Médecine

ASTRONOMIE

L'*astronomie s'attache à l'observation et à l'analyse des mouvements des astres, l'astrophysique est une partie de l'astronomie qui étudie la nature physique, la formation et l'évolution de ces astres.*

L'astronomie est certainement une des plus anciennes sciences de la nature et de ce fait a bénéficié de l'apport des autres disciplines qu'elle contient toutes notamment la physique.

Vers 140 de notre ère, Ptolémée présente le premier système cohérent de l'univers, en plaçant le terre au centre du monde. Malgré cette erreur fonda-

mentale son oeuvre fera autorité pendant tout le Moyen-Age.

C'est seulement en 1543 que Copernic propose un autre système du monde dans lequel la terre comme les autres planètes tourne autour du soleil.

De 1609 à 1619, le célèbre élève de Tycho Brahé, Képler établit les lois du mouvement des planètes tandis que, parallèlement, Galilée utilise une invention récente : la lunette astronomique qui lui permet de faire de nombreuses découvertes : les quatre satellites de Jupiter, les montagnes de la lune ...

En 1687, Newton établit les lois de la mécanique Céleste en déduisant le principe de la gravitation universelle de ses observations et des travaux de Kléper et Galilée.

De nos jours, les techniques spatiales ouvrent de grandes perspectives pour une connaissance de plus en plus profonde de notre univers et de son histoire au point qu'on pourra peut-être résoudre la grande question : où commence et où finit l'univers ?

59. Plaques peintes d'astronomie

RÉCRÉATIF

L : 23 cm
l : 10 cm

La lanterne magique présentée au n° 38 de ce catalogue a été spécialement conçue pour projeter ces plaques d'astronomie qui sont des verres peints, mobiles, montés sur des châssis en bois munis d'une manivelle qui permet ainsi d'en faire une projection animée.

1- Le globe terrestre.

PHÉNOMÈNE : *La rotondité de la terre.*

DESCRIPTION : *Un globe terrestre faisant apparaître les continents, et les océans, entouré d'une bande de ciel. En un point du globe se trouve un phare, en un autre point flotte un voilier.*

EXPÉRIENCE : *En observant deux droites respectivement issues du sommet et de la base du phare, on peut noter si le bateau est visible ou non à partir de ces derniers.*

- *Si la droite issue du sommet, tangente à la surface de l'océan, coupe le voilier celui-ci est donc visible de ce point.*

- *Si la droite issue de la base, tangente à la surface de l'océan, passe au dessus du voilier, celui-ci n'est pas visible de ce point, car placé au dessous de l'horizon.*

CONCLUSION : *la terre est ronde.*

2- Le système solaire.

PHÉNOMÈNE : *La révolution des planètes autour du soleil.*

DESCRIPTION : *Autour du soleil placé au centre, sont disposées sur des couronnes concentriques mobiles 8 des 9 planètes du système solaire, avec quelques-uns de leurs satellites.*

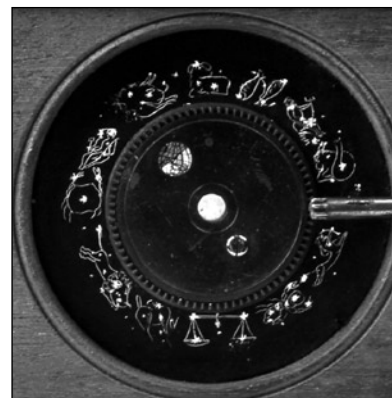
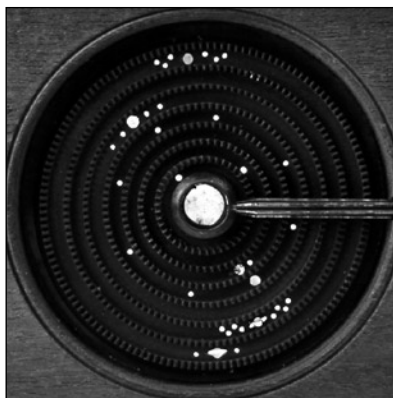
EXPÉRIENCE : *En faisant tourner les planètes il est possible de comparer leurs périodes de révolution, ainsi que de montrer leurs positions respectives, et donc leur visibilité depuis la terre au cours du temps.*

3 - Les constellations zodiacales.

PHÉNOMÈNE : *Révolution de la terre autour du soleil.*

DESCRIPTION : *La terre est mobile autour du soleil placé au centre et devant la bande de ciel du zodiaque sur laquelle se trouvent représentées les symboles des 12 constellations constituant le zodiaque traditionnel.*

EXPÉRIENCE : *En faisant tourner la terre, il est possible d'observer devant quelle constellation passe le soleil vu de la terre, lors de son mouvement apparent annuel. Cette constellation n'est pas alors visible dans le ciel nocturne du point terrestre considéré.*



Voir cahier couleurs : page H

4 - Les fuseaux horaires de la terre.

PHÉNOMÈNE : *La rotation de la terre sur elle-même : le jour et la nuit*

DESCRIPTION : *Globe terrestre au moment de l'équinoxe avec les 24 fuseaux horaires :*

- *la partie éclairée baigne dans le ciel du jour ;*

- *la partie dans la nuit baigne dans le ciel nocturne où se trouve la pleine lune.*

EXPÉRIENCE : *En faisant tourner la terre autour de son pôle nord, on peut observer son mouvement propre et ses conséquences :*

- *alternance et durée des jours et des nuits ;*

- *lever et coucher du soleil ;*

- *l'heure solaire indiquée par des chiffres romains.*

5 - Les phases de la lune.

PHÉNOMÈNE : *Différents aspects sous lesquels apparaît la lune à un observateur terrestre, pendant la durée d'une lunaison.*

DESCRIPTION : *Autour du soleil placé au centre se trouvent la terre et la lune dont les proportions sont à peu près respectées. La lune est mobile autour de la terre.*

EXPÉRIENCE : *La révolution de la terre autour du soleil entraîne la révolution de la lune autour de la terre et fait que la face de la lune visible depuis la terre n'est pas toujours éclairée de la même façon.*

- *soleil, terre et lune alignés dans cet ordre : pleine lune ;*

- *soleil, lune et terre alignés dans cet ordre : nouvelle lune ;*

- *entre ces 2 positions : 1er et dernier quartier de lune.*

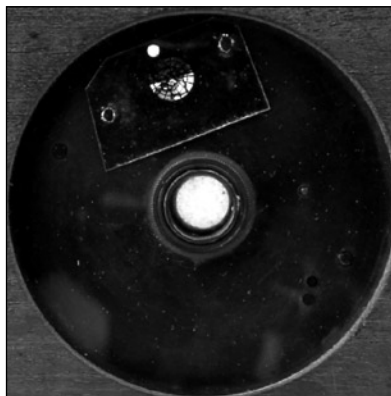
6 - Les marées.

PHÉNOMÈNE : *Influence de la position respective du soleil, de la terre et de la lune dans l'apparition des marées.*

DESCRIPTION : *Un globe terrestre entouré d'eau dont la hauteur n'est pas constante tourne autour de l'axe des pôles en entraînant la lune. Le soleil se trouve représenté en position fixe.*

EXPÉRIENCE : *Influence de la lune : lors de son passage au méridien inférieur ou supérieur, la marée est haute (grande hauteur d'eau). Au lever et au coucher de la lune la marée est basse.*

Influence conjuguée du soleil et de la lune : soleil, terre, lune alignés, entraînent les forts coefficients.



Voir cahier couleurs : page H

7 - Les planètes centrales.

PHÉNOMÈNE : *Disposition des trois planètes les plus proches du soleil.*

DESCRIPTION : *Autour du soleil placé au centre sont disposés à des distances correspondant à leur éloignement respectif du soleil, les 3 planètes centrales : Mercure, Venus et Terre.*

EXPÉRIENCE : *En faisant tourner Vénus il est possible d'observer les périodes au cours desquelles, Vénus et Mercure sont visibles de la terre dans le ciel nocturne, ainsi que le faible écart angulaire qui les sépare du soleil.*

8 - Éclipses de lune.

PHÉNOMÈNE : *Présentation de l'aspect de la lune lors des divers types d'éclipses de lune.*

DESCRIPTION : *Sur fond noir apparaît le disque lunaire devant lequel peuvent se déplacer les zones d'ombre et de pénombre dues au passage de la terre devant le soleil.*

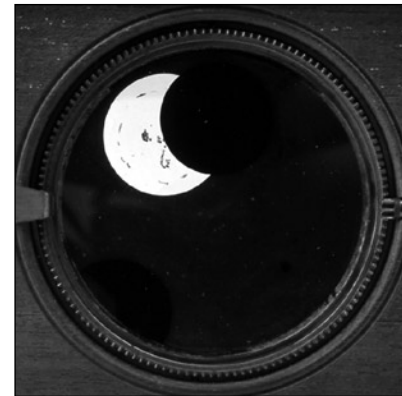
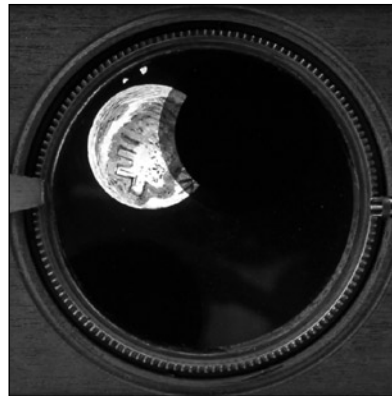
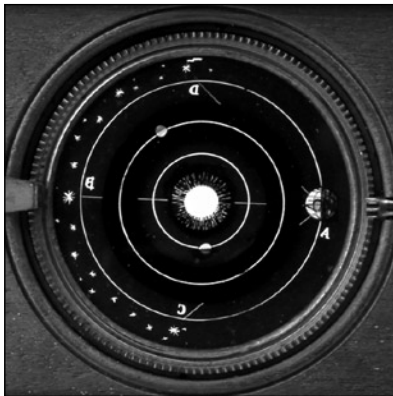
EXPÉRIENCE : *En faisant tourner la partie mobile, la lune apparaît entièrement éclairée, partiellement masquée (éclipse de lune partielle) ou totalement masquée (éclipse totale de lune).*

9 - Éclipses de soleil.

PHÉNOMÈNE : *Présentation de l'aspect du soleil lors des divers types d'éclipses de soleil possibles.*

DESCRIPTION : *Sur fond noir apparaît le disque solaire devant lequel peut se déplacer la partie sombre due au passage de la lune devant le soleil (vu de la terre).*

EXPÉRIENCE : *En faisant tourner la partie mobile, le soleil apparaît entièrement éclairé, partiellement masqué (éclipse de soleil partielle) ou totalement masqué ne laissant voir que la mince couronne solaire (éclipse totale de soleil).*



Voir cahier couleurs : page H

ANNEXE

*Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale (5 décembre 1996)***Conservation du matériel scientifique ancien**

Texte adressé aux recteurs d'académie, au directeur de l'académie de Paris, aux inspecteurs généraux de l'éducation nationale, aux inspecteurs pédagogiques régionaux et aux proviseurs de lycées.

Les lycées d'enseignement général et technologique, dont la création remonte pour certains au XIX^e siècle, et qui ont parfois pris la succession d'établissements plus anciens encore, conservent souvent du matériel ayant servi à l'enseignement expérimental des sciences physiques.

Ce matériel ne correspond plus, en général, aux conditions actuelles de l'enseignement. De ce fait, il est parfois ignoré ou abandonné et risque d'être détruit ou dispersé, lors de travaux d'aménagement et de rénovation que connaissent les établissements.

C'est au XVIII^e siècle, en effet, que les premiers cabinets de physique ont été créés dans les établissements du niveau secondaire. Dans la première moitié du XIX^e siècle, les lycées ont été dotés massivement d'un matériel scientifique, avant que la création des exercices pratiques, en 1902, ne diversifie l'usage des instruments, une partie du matériel servant dorénavant au travail des élèves.

Tous ces instruments peuvent fournir de précieux renseignements sur de multiples aspects de l'enseignement scientifique passé, tels l'évolution des procédés pédagogiques, le rôle des appareils dans l'image et les représentations de la discipline, ou leur place dans l'économie de l'enseignement. La qualité de leur fabrication peut en faire des objets de valeur; certains d'entre eux, dans la construction desquels entrent le cuivre et le verre, sont, en outre, d'une beauté particulière. Vous trouverez, en annexe, une liste d'appareils pouvant se rencontrer le plus fréquemment dans les établissements.

Il est donc du devoir des chefs d'établissement de veiller à la conservation de ce matériel. Ils devront, dans tous les cas :

- vérifier l'existence de matériels dans leur établissement ;
- prendre des mesures pour qu'ils soient regroupés en un lieu présentant toutes les conditions de bonne conservation et de sécurité ;
- signaler à la direction des lycées et collèges (DLC D3, bureau des actions éducatives), l'existence de ces fonds, caractérisés dans un descriptif sommaire, sans qu'il leur soit nécessaire d'en dresser eux-mêmes l'inventaire. Pour identifier les matériels et établir les descriptifs, les chefs d'établissement sont invités, s'ils le jugent utile, à prendre conseil auprès des inspecteurs pédagogiques régionaux de physique-chimie.

Le descriptif qu'ils auront établi devra parvenir au bureau DLC D3 avant le 31 mars 1997. Par ailleurs, les conseillers pour l'action culturelle des rectorats sont concernés par l'éducation à la culture scientifique et technique et constituent donc un relais utile pour l'exploitation et la mise en valeur de ces matériels. Il convient qu'ils soient également destinataires du résultat des investigations menées dans chaque établissement.

En fonction des locaux et des moyens dont dispose chaque établis-

sement, ces matériels pourront ensuite être valorisés de plusieurs façons :

- par la constitution de vitrines ou d'un « coin-musée » dans l'établissement, qui pourront donner aux élèves et aux enseignants une image attirante de l'histoire de l'enseignement des sciences : les appareils pourront également servir de support à des projets éducatifs spécifiques, associant élèves, professeurs et documentalistes :

- par la création de petits musées locaux spécialisés, à l'exemple de ceux qui existent ou sont en cours de constitution dans plusieurs villes ;

- par versement aux musées municipaux ou régionaux, tels les centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI), là où il en existe.

Quelle que soit la formule adoptée, il est important de veiller à ce que ces matériels soient mis en valeur aussi près que possible des établissements où ils ont été en usage.

Toutefois, en l'absence de dispositif d'accueil en région, il est possible de verser les matériels au musée national de l'éducation (Rouen/Mont-Saint-Aignan), à qui est reconnu un rôle de conservation à l'échelle nationale.

Je vous remercie de contribuer ainsi à la sauvegarde et à la mise en valeur de ces matériels scientifiques et pédagogiques, qui sont partie intégrante de notre patrimoine éducatif.

Pour le ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche et par délégation,

le directeur des lycées et collèges,

Alain BOISSINOT

Annexe : Principaux instruments susceptibles de se trouver dans les établissements, avec indication de leur place dans les disciplines traditionnelles de la physique

I - Mécanique et pesanteur

Double cône de Nollet ou « mouvement paradoxal » (déplacement d'un centre de gravité) : dynamomètre (torsion causée par un poids, exprimée en newton ou d'une autre façon); levier; équilibriste; balances; tubes de Newton (chute des corps)

II - Hydrostatique

Balance hydrostatique (vérification de la loi d'Archimède) : vase de Tantale (phénomène des siphons) : tournique hydraulique (vérification du principe de Pascal).

III - Hydrodynamique

Pompe aspirante-foulante; machine pneumatique.

IV - Chaleur

Cube de Leslie (notion de chaleur spécifique des corps); roue de Tyndall (production de chaleur par frottement) : thermoscope de Rumford (thermométrie différentielle).

V - Magnétisme

Boussole d'inclinaison, de déclinaison, boussole de Gambey, boussole marine (mesures du magnétisme terrestre)

Hommes de sciences cités dans l'ouvrage

ÆPINUS (Franz Ulrich Théodor HOCH, dit), physicien et médecin allemand (1724-1802). Il se rendit célèbre par ses recherches en électrostatique et magnétisme.

AMPÈRE (André), mathématicien et physicien français (1775-1836). Il inventa le galvanomètre, le télégraphe électrique et, avec Arago, l'électroaimant. Il contribua aux bases de l'électrodynamique par ses études des actions réciproques des courants et des aimants et des courants entre eux.

ARAGO (François), astronome et physicien français (1786-1853). Il effectua de nombreux travaux sur l'électromagnétisme, la polarisation de la lumière et la vitesse du son.

ARCHIMÈDE, savant de l'Antiquité né en Sicile (287-212 av. J.C.). Il étudia le levage, imagina la vis sans fin et les roues dentées. Il découvrit le principe d'hydrostatique qui porte son nom.

ARISTOTE, philosophe grec (384-322 av. J.C.), précepteur célèbre d'Alexandre le Grand.

BACON (Roger), philosophe et savant anglais (1220-1292). Curieux de tout, il célébra la science expérimentale comme la maîtresse de toutes les sciences.

BAUMÉ (Antoine), pharmacien et chimiste français (1728-1804). Il inventa l'aréomètre qui porte son nom.

BRAHE (Tycho), astronome danois (1546-1601). Ses observations précises de la planète Mars permirent à Képler d'énoncer ses fameuses lois.

BUNSEN (Robert), chimiste et physicien allemand (1811-1899). Il inventa le brûleur à gaz qui porte son nom. En créant, avec Kirchoff l'analyse spectrale, il découvrit que les raies du spectre sont caractéristiques des éléments chimiques.

CAGNIARD-LATOURE (Charles), physicien français (1777-1859). Il inventa la sirène en 1819 et étudia les vibrations sonores dans les liquides.

CARLISLE (Sir Anthony), chirurgien et physiologiste anglais (1768-1840). Il découvrit, en 1800, avec Nicholson, la décomposition de l'eau par le courant électrique.

CARNOT (Nicolas Léonard Sadi), physicien français (1796-1832). Il énonça le premier des deux principes de la thermodynamique.

COPERNIC (Nicolas), astronome polonais (1473-1543). Il bouleversa les données de l'astronomie en montrant que les planètes tournaient autour du soleil en tournant sur elles-mêmes. Galilée vérifia sa théorie en 1610.

COULOMB (Charles de), physicien français (1736-1806). Il découvrit en 1785 la loi fondamentale sur les actions électrostatiques et magnétiques.

DAVY (Sir Humphry), chimiste et physicien anglais (1778-1829). Il effectua de nombreux travaux sur l'électrolyse et découvrit le phénomène de l'arc électrique.

DU FAY (Charles François de CISTERNAY), physicien français (1698-1739). Il découvrit l'existence de deux types d'électrisation, "résineuse" et "vitrée". Il étudia les phénomènes d'attraction et de répulsion électrostatiques ainsi que la transmission des charges dans les conducteurs.

ÉDISON (Thomas Alva), inventeur américain (1847-1931). Ses plus célèbres inventions sont le phonographe en 1877 et la lampe à incandescence vers 1878. En 1883, il découvrit l'émission d'électrons par des métaux incandescents.

FARADAY (Michael), physicien et chimiste anglais (1791-1867). Il mit en évidence l'induction électromagnétique (1831), énonça les lois de l'électrolyse et étudia l'électrostatique.

VI - Electricité statique

Bouteille de Leyde (principe du condensateur électrique) : maison de Franklin (utilité du paratonnerre) ; machines électrostatiques ; de Ramsden, de Holtz, de Wim Hurst, de Carré (décharges créées par frottement).

VII - Galvanisme

Piles : de Volta, de Grenet, de Daniell (électricité créée par réactions chimiques).

VIII - Électromagnétisme, électrodynamisme

Table d'Ampère, expérience d'Oersted (phénomène d'induction) : boussole des tangentes ; galvanomètres ; télégraphes ; bobine d'induction ou bobine de Ruhmkorff (applications de l'induction).

IX - Acoustique

Capsule manométrique de Koenig (représentation graphique de la hauteur des sons) : crécelle de Marloye (extraction d'harmoniques à partir d'un bruit blanc) ; timbre de savart : sirènes de Cagniard de Latour, de Seebeck (phénomènes de résonnance).

X - Optique

Héliostats de Gambey, de Silbermann : polarimètres de Laurent, de Soleil ; goniomètre de Babinet ; spectroscopie : lunette terrestre, astronomique : télescopes de Newton, de Grégoire, de Foucault.

FORTIN (Jean Nicolas), mécanicien français (1750-1831). Il inventa le baromètre transportable qui porte son nom et perfectionna de nombreux appareils de physique.

FRAUNHOFER (Joseph VON), opticien et physicien allemand (1787-1826). Il inventa le spectroscope qui lui permit de repérer en 1814 les raies du spectre solaire.

FRESNEL (Augustin), physicien français (1788-1827). Il inventa des dispositifs donnant des interférences lumineuses dont il fera l'étude théorique. Il inventa aussi les lentilles pour phares.

GALILÉE (Galileo GALILEI, dit), physicien et astronome italien (1564-1642). Il établit les lois de la chute des corps grâce à son plan incliné. Il construisit l'un des premiers microscopes et réalisa en 1609 la fameuse lunette qui porte son nom et avec laquelle il fit de fructueuses observations.

GALVANI (Luigi), physicien et médecin italien (1737-1798). Il attribua le phénomène de contraction de la cuisse d'une grenouille sous l'effet d'un métal à une forme d'électricité animale. Les débats passionnés entre lui et volta permirent à ce dernier de découvrir le phénomène de la pile électrique.

GAUSS (Carl Friedrich), mathématicien et physicien allemand (1777-1855). Il s'intéressa à de nombreux domaines de la science et notamment en physique au magnétisme et à l'optique.

GAY-LUSSAC (Louis Joseph), physicien français (1778-1850). Il énonça les lois de la dilatation des gaz et la loi volumétrique des combinaisons chimiques gazeuses.

GILBERT (William), médecin et physicien anglais (1544-1603). Il créa le premier électroscope et distingua les isolants des conducteurs. Il découvrit l'aimantation par influence, l'inclinaison magnétique...

GRAVESANDE (William Jacob S'), physicien néerlandais (1688-1742). Il imagina l'anneau qui porte son nom pour étudier la dilatation cubique des solides.

GUERICKE (Otto VON), physicien allemand (1602-1686) né à Magdebourg. Il inventa en 1650 une machine pneumatique pour faire le vide, il mit en évidence la pression atmosphérique grâce à la célèbre expérience des hémisphères de Magdebourg en 1654. Il inventa aussi la première machine électrostatique.

HOPE (Thomas Charles VAN), chimiste écossais (1766-1844). Il montra en 1805 que la densité de l'eau est maximale à 4° C.

HUYGHENS (Christiaan), physicien, mathématicien et astronome néerlandais (1629-1695). En astronomie, il découvrit notamment l'anneau de Saturne. En physique, il étudia la théorie ondulatoire de la lumière.

INGENHOUSZ (Jan), médecin et botaniste néerlandais, puis britannique (1730-1799). C'est en 1789 qu'il présenta sa célèbre expérience sur la conductibilité thermique des métaux.

KEPLER (Johannes), astronome allemand (1571-1630). Ses recherches amenèrent à énoncer les lois qui l'ont immortalisé et d'où Newton sut dégager le principe de l'attraction universelle.

KIRCHOFF (Gustav Robert), physicien allemand (1824-1887). Il inventa le spectroscope à l'aide duquel il développa, avec Bunsen, l'analyse spectrale.

LAVOISIER (Antoine Laurent de), chimiste français (1743-1794). Il énonça la loi de conservation de la masse, indiqua la composition de l'air (1777), de l'eau et du gaz carbonique, établit le rôle de l'oxygène dans les combustions. Il est un des créateurs de la chimie moderne.

MASSON (Antoine), physicien français (1806-1860). Il construisit la première bobine d'induction qui a conservé à tort le nom de Ruhmkorff qui n'en était que le réalisateur. En 1854 il étudia les vibrations des fluides.

MAXWELL (James Clerk), physicien anglais (1831-1879). Il est l'auteur de la théorie électromagnétique de la lumière (1865).

MELLONI (Macédonio), physicien italien (1798-1854). Il inventa avec Nobili la pile thermoélectrique pour étudier la chaleur rayonnante.

MUSSCHENBROEK (Van Petrus), physicien hollandais né à Leyde (1692-1761). Professeur dans sa ville natale, il recherchait si l'eau pouvait conserver l'électricité, quand un de ses assistants reçut une violente décharge qui donna naissance à la fameuse bouteille de Leyde en 1745.

NEWTON (sir Isaac), physicien et mathématicien anglais (1642-1727). Il fit deux découvertes fondamentales : la gravitation universelle et la nature de la lumière blanche.

NOBILI (Léopoldo), physicien italien (1787-1835). Il inventa le système "astatique" qui permit d'obtenir des galvanomètres très sensibles. Il inventa une pile thermoélectrique en 1830 avec laquelle il étudia, avec Melloni, le rayonnement infrarouge.

NOLLET (abbé Jean Antoine), physicien français (1700-1770). Il inaugura un enseignement de la physique expérimentale (cf. bibliographie). Il inventa le premier électroscope puis l'électroscope à feuilles d'or.

NICHOLSON (William), physicien et chimiste anglais (1753-1815). Il découvrit avec Carlisle, l'électrolyse de l'eau et inventa un aréomètre.

ERSTED (Christian), physicien danois (1777-1851). Il découvrit l'existence du champ magnétique créé par les courants (1820). Il étudia aussi la compression des solides et des liquides.

OHM (Georg), physicien allemand (1789-1854). Il énonça en 1827, les lois fondamentales des courants électriques.

PASCAL (Blaise), mathématicien, physicien, philosophe et écrivain français (1623-1662). Doué d'un génie précoce il imagina à dix-neuf ans la première machine à calculer et consacra ses loisirs à de nombreuses expériences sur la pression atmosphérique, l'équilibre des liquides...

POUILLET (Claude Servais Mathias), physicien français (1790-1868). Il retrouva, en 1834, par la méthode expérimentale, les lois d'Ohm et dégagna les notions de force électromotrice et de résistance intérieure des générateurs.

PTOLÉMÉE (Claude), astronome et mathématicien grec (II^e s. après J.C.). Dans son ouvrage "Almageste" il exposa son système de l'univers selon lequel la Terre est fixe et est le centre de l'univers. Il construisit différents instruments d'astronomie.

RUHKORFF (Heinrich Daniel), mécanicien et électricien allemand (1803-1877). Il construisit avec grande précision des instruments électromagnétiques comme la célèbre bobine d'induction imaginée par Masson et Bréguet.

SAUSSURE (Horace Bénédicte DE), naturaliste et physicien suisse (1740-1799). Il imagina l'hygromètre à cheveu, l'électromètre à pointe ...

SCHWEIGGER (Johann Salomo Christoph), physicien allemand (1779-1857). En 1820, il construisit un multiplicateur qui constitue le premier galvanomètre.

SOLEIL (Jean Baptiste François), opticien français (1798-1878). Très habile, il réalisa les appareils inventés par Fresnel, Foucault Arago... notamment un saccharimètre et un goniomètre.

TORICELLI (Evangelista), physicien italien (1608-1647). Elève de Galilée, il inventa le baromètre et découvrit les effets de la pression atmosphérique.

VOLTA (Alessandro), physicien italien (1745-1827). Il inventa la première pile électrique en 1800.

WIMSHURST (James), inventeur anglais (1832-1903). Il imagina et créa la machine électrostatique à influence qui porte son nom.

BIBLIOGRAPHIE

BOUTET DE MONVEL, *Notions de Physique*, PARIS, L.Hachette et Cie, 1865, 7^{ème} éd.

H. BUIGNET, *Manipulations de Physique, cours de travaux pratiques professés à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Paris*, PARIS, J.B. Baillière, 1877.

A. CLERC, *Physique et Chimie populaires*, PARIS, J.Rouff, 1890.

E. DESBEAUX, *Physique populaire*, PARIS, Flammarion, 1891.

V. DESPLATS et C.-M.GARIEL, *Nouveaux éléments de Physique médicale*, PARIS, F. Savy, 1870.

Ch. DRION et E. FERNET, *Traité de Physique élémentaire*, PARIS, Masson ; 1861, 1^{ère} éd. - 1875, 5^{ème} éd. - 1893, 12^{ème} éd.

S. DUCLAU, *La Science Populaire, Physique expérimentale, Acoustique, Optique*, LIMOGES, Ardent, 1880.

L. FIGUIER, *Les Merveilles de la Science*, PARIS, Furne et Jouvot, 1877.

A. GANOT, *Cours de Physique purement expérimentale et sans mathématiques, (à l'usage des gens du monde, ... ,des demoiselles.)*, PARIS, Ganot, 1878, 7^{ème} édition.

A. GANOT, *Traité élémentaire de Physique expérimentale et appliquée, (cours de Mathématiques Élémentaires)*, PARIS, Ganot, 1851, 1^{ère} éd. - 1866, 12^{ème} éd. - 1874, 16^{ème} éd. - 1876, 17^{ème} éd. - 1887, 20^{ème} éd.

A. GANOT, *Traité élémentaire de Physique, (cours de Mathématiques Élémentaires entièrement refondu par G.MANEUVRIER)*, PARIS, Hachette, 1894, 21^{ème} éd.

N. HULIN, «caractère expérimental de l'enseignement de la Physique XIX^{ème} - XX^{ème} siècles», Bulletin de l'Union des Physiciens n° 748 et 749, PARIS, 1992.

N. HULIN, «les instruments dans l'enseignement scientifique au XIX^{ème} siècle», corps écrit (P.U.F.) n° 35 p.39-43.

N. HULIN, «Histoire des sciences et enseignement scientifique: quels rapports? Un bilan XIX^{ème} - XX^{ème} siècles», Bulletin de l'Union des Physiciens n° 786, PARIS, 1996.

J. LANGLEBERT et E. CATALAN, *Manuel du baccalauréat ès sciences*, tome deuxième, Physique Chimie, Histoire Naturelle, PARIS, Delalain, 1880.

J. F. LAVOISIEN, *Dictionnaire portatif de Médecine, d'Anatomie, de Chirurgie, de Pharmacie, de Chymie, d'Histoire Naturelle, de Botanique et de Physique*, PARIS, Barrois, 1793.

L. MARGAT-L'HUILLIER, *Leçons de Physique*, PARIS, Vuibert et Nony, 1907, 7^{ème} éd.

F. MAYEUR, *Histoire générale de l'enseignement et de l'éducation en France*, tome troisième, PARIS, Labat, 1981.

Abbé NOLLET, *Leçons de Physique expérimentale*, PARIS, Guérin, 1745.

PELLETAN, *Traité élémentaire de Physique générale et médicale*, PARIS, Germer Baillière, 1838.

P. POIRE, *Leçons de Physique*, PARIS, Delagrave, 1882, 2^{ème} éd.

A. PRIVAT DESCHANEL, *Traité élémentaire de Physique*, PARIS, Hachette, 1869.

C. ROGUET, *Elémens de Physique*, PARIS, P. Dupont, 1838.

Dr. SAFFRAY, *Leçons de choses*, PARIS, Hachette, 1884.

Les Sciences au Lycée : «un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger», sous la direction de Bruno Belhoste, Hélène Gispert et Nicole Hulin, PARIS, Vuibert et INRP, 1996.

L'Industrie Française des Instruments de Précision, 1901-1902, PARIS, A. Brieux, 1980.

..... Document de couverture :

Salle de physique de l'Institution Saint-Joseph à Périgueux vers 1930.
Cliché Tourte & Petitin - Paris, collection Archives de l'Évêché - Périgueux.

..... Vignettes :

cf. ouvrages cités en bibliographie

..... Crédits photographiques :

Bernard Dupuy

..... Maquette :

Dalimage - Boulazac

..... Impression :

Offset Joucla - Boulazac

Dépôt légal - juillet 1997

ISBN : 2 950 7336-3-6

