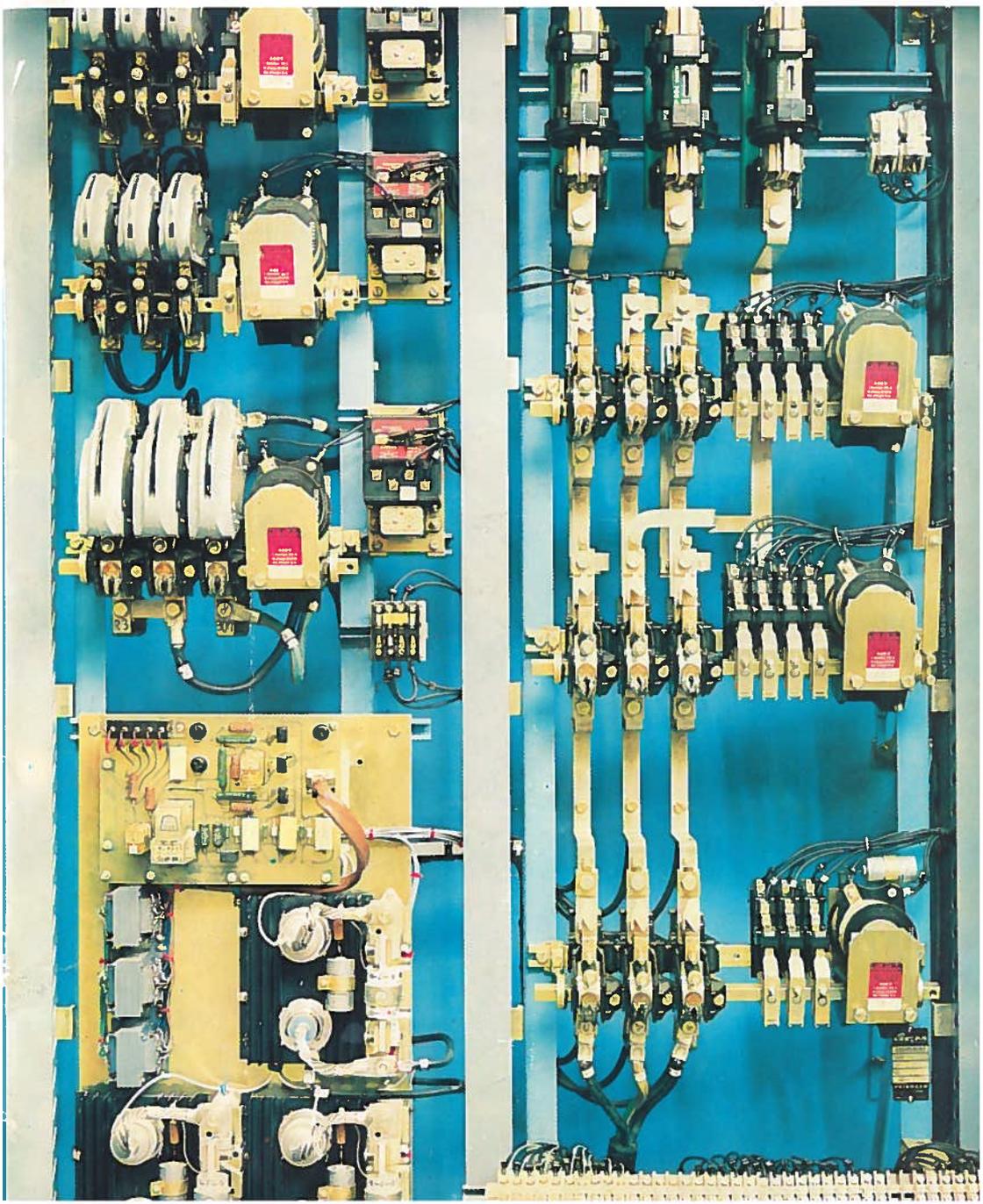


l'ingénieur ELECTRICIEN



l'ingénieur électricien

JOUET SCIENTIFIQUE



l'ingénieur électricien

par le Dr. W. FRÖHLICH

135

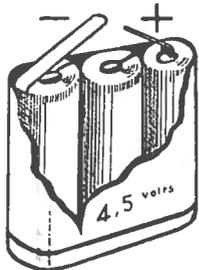
**EXPERIENCES PASSIONNANTES
AVEC PILES ET TRANSFORMATEUR**

LUMIERE – FORCE

LICENCE DE KOSMOS FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG
FABRICATION GéGé POUR LA FRANCE

1. La pile

Nous connaissons bien la pile de lampe de poche, cet objet familier qui, de nos jours, est devenu d'un usage courant depuis son emploi dans une simple lampe de poche jusqu'au transistor en passant par les jouets, appareils de mesure, etc.



Si nous démontons une vieille pile usée en enlevant les cartons et papiers de protection, nous constatons que l'intérieur est composé de trois éléments de pile. Chacun de ces éléments engendre un courant de 1,5 volt et les trois éléments branchés en série permettent d'obtenir une tension de $3 \times 1,5 \text{ volt} = 4,5 \text{ volts}$.

La lamelle longue de la pile est le (-) moins et la lamelle courte est le (+) plus de la pile. Il ne faut jamais relier les deux lamelles ensemble, car le courant

s'écoulerait du plus au moins, la pile serait en court-circuit et elle serait à bref délai hors d'usage.

Chaque petit élément est composé par un petit récipient en zinc, le moins (-), et d'un charbon, le plus (+), l'ensemble étant noyé dans du chlorure d'ammonium solidifié.

2. L'examen de la pile avec la langue

Nous achetons une pile dans le commerce. Si elle a été gardée trop longtemps en magasin, elle pourrait tout de même être abîmée. La plupart des piles ne durent que trois mois. Elles se gâtent comme des fruits frais. Si nous mettons la langue entre les deux lames métalliques repliées et relevées, nous pouvons nous rendre compte si la batterie est encore bonne. Quel mauvais goût ! Mais ceci est la preuve que la batterie est encore en bon état, et qu'elle n'attend que le moment de pouvoir fournir du courant pour faire des expériences intéressantes. Dans certains cas, ce procédé pourrait devenir dangereux.

3. Une belle petite lampe

La pile ne demande pas mieux que de mettre en évidence le courant qui sommeille en elle. Son rôle essentiel est d'allumer une petite lampe. Nous lui en donnons l'occasion, puisque nous disposons de cette lampe. Mais celle-ci n'est pas une lampe ordinaire : elle est pourvue d'une fiche vissée dans une douille qui lui sert de support. La deuxième douille peut être dévissée, mais en la remontant il importe de veiller à ce que l'enveloppe filetée, la fiche et les deux rondelles soient bien en place.



4. La petite lampe s'allume

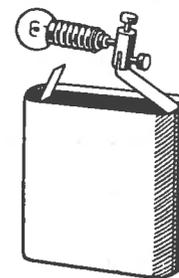
Pour que la petite lampe s'allume, il faut que la douille soit en contact avec l'une des lames de la pile, tandis que la tige doit toucher l'autre lame. Mais si on tient à ce que la pile conserve longtemps sa force, veillez à ce que ses deux lames ne touchent jamais en même temps la douille de la lampe, ou qu'elles ne se touchent pas directement entre elles. Contemplez la clarté de cette petite lampe.

5. Lampe portative

Maintenant que nous connaissons notre pile de lampe de poche, essayons de nous en servir pour des essais plus spectaculaires. Nous construisons d'abord une lampe portative simplifiée suivant le processus ci-après.

Nous fixons une borne à fente sur la lame longue d'une pile de lampe de poche. Nous introduisons la douille à fiche dans le trou d'extrémité de la borne et nous vissons une ampoule. En appuyant sur la lame longue de la pile et, quand la douille de la lampe touche la lame courte, la lampe s'allume.

Ce montage permet de faire de la signalisation lumineuse.

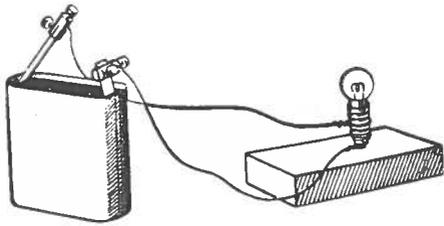


6. Une lampe portative qui n'est pas pour la poche

Ainsi on aura monté une véritable lampe portative, mais nous ne voudrions pas vous conseiller de la mettre dans votre poche, elle pourrait s'y allumer d'elle-même, et sa lumière ne vous serait d'aucune utilité. On ne doit d'ailleurs jamais appliquer l'une des lames contre l'autre, sinon la pile serait épuisée en quelques minutes.

7. Le premier voyage du courant

Un des plus beaux avantages de la lumière électrique est que la lampe peut être allumée à distance, du lit par exemple, sans que l'on soit obligé de se déplacer. A cet effet, il faut installer des conducteurs depuis la pile de la lampe de poche, jusqu'à la lampe, un conducteur pour l'aller et un pour le retour, car le courant ne peut se rendre à un endroit et y accomplir un travail utile sans que son chemin de retour soit établi immédiatement. Il lui est impossible de



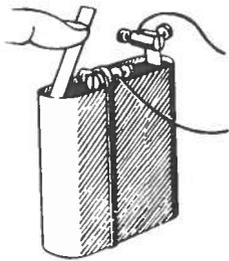
quitter la pile s'il n'a qu'un seul fil à sa disposition.

Enfoncez donc la petite lampe dans une borne à fiche qui est elle-même enfoncée dans le socle en bois. Il n'est pas besoin d'enlever la borne déjà fixée à la batterie, et on peut pincer un fil conducteur dans le trou latéral. Pour cela, utilisez du

fil de connexion de gros diamètre. *Mais n'oubliez pas de gratter soigneusement la matière isolante des extrémités des fils conducteurs au moyen d'un couteau.* Fixez une deuxième borne à l'autre lame, et reliez-la à la lampe au moyen d'un autre fil conducteur dont l'extrémité dénudée est passée par le trou de la borne à fiche. L'extrémité libre du premier fil doit être passée dans le petit trou de la douille avant de visser la petite ampoule : ne pas enfoncer le fil trop loin. Maintenant votre lampe est allumée.

8. Un interrupteur simple

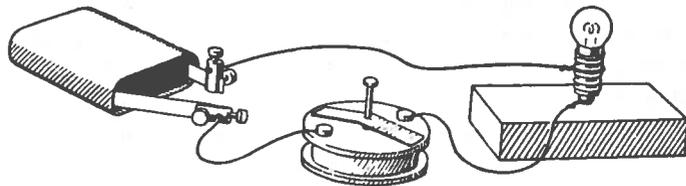
En laissant votre lampe allumée, vous utilisez beaucoup de courant : or la pile a besoin d'être ménagée. Elle peut durer longtemps quand elle ne fonctionne que par intermittence, ce qui lui permet de reprendre des forces entre-temps.



Dans l'expérience n° 5, il était facile d'allumer en appuyant sur la petite ampoule. Cette fois-ci, nous faisons un montage différent. Nous retirons la borne à fente de la lame longue sans enlever le fil qui y est fixé et nous immobilisons cette borne sur la pile au moyen d'un élastique (voir figure). A présent on peut presser sur le ressort comme sur un bouton, et la petite lampe s'allume.

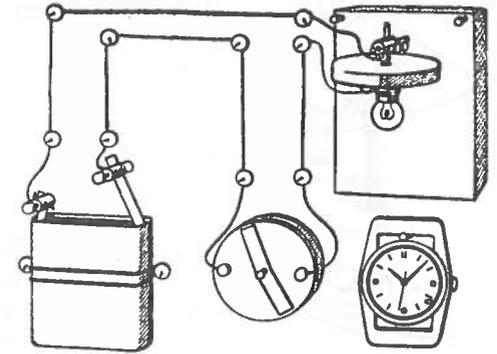
9. Un interrupteur tournant

Quand nous voulons allumer une lampe électrique, nous fermons un interrupteur. Voici comment on peut faire un interrupteur tournant au moyen de la poulie en matière plastique. Passez un clou dans le trou central. Le clou traverse également par son trou central un ressort de commutateur.



Le ressort peut tourner maintenant autour du clou. Fixez le fil venant de la pile à la poulie isolante au moyen

d'une petite vis enlevée à une borne. Un troisième fil, fixé de la même façon et juste en face de la première vis, relie la poulie à la lampe. La lampe s'allume lorsque le ressort de commutateur relie les deux vis.

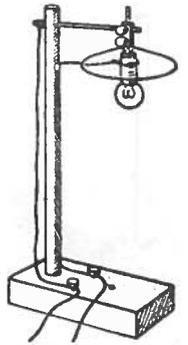


10. La montre éclairée

Cette figure vous montre comment le jeune ingénieur électricien a installé l'éclairage électrique au mur, à côté de son lit, afin de pouvoir lire l'heure pendant la nuit. L'abat-jour est constitué par la boîte métallique ou par le timbre de la sonnerie.

11. Éclairage public en modèle réduit

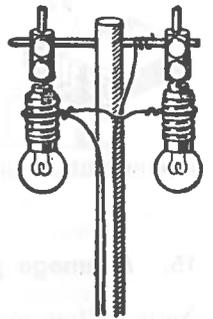
Les projecteurs de l'éclairage public sont d'ordinaire montés sur de hauts supports. Enfoncez le bâton de bois dans la planchette du commutateur, et adaptons une petite lampe au moyen d'un clou sans tête et d'une borne à sa partie supérieure. L'abat-jour sera découpé dans du papier, ou constitué par la boîte métallique. L'un des fils conducteurs est relié au clou sans tête et l'autre à la douille de la lampe comme dans l'essai n° 7.

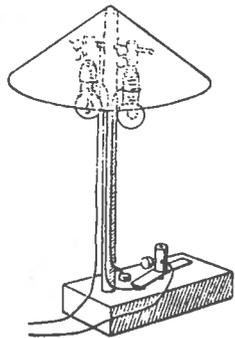


12. Grand mât d'éclairage

N'est-il pas plaisant notre mât, avec ses deux lampes ? Comme celles-ci doivent s'allumer en même temps, il est nécessaire que le fil conducteur soit dénudé aux points où il est passé dans les trous des douilles des ampoules. Le conducteur relié au clou sans tête ou à une des bornes établit la liaison avec les deux lampes.

La mise en circuit des lampes de l'éclairage public se fait toujours à grande distance ; c'est pourquoi notre mât doit être relié au commutateur tournant. Nous montons celui-ci au moyen du disque en matière plastique, du ressort de commutateur et de deux petites vis de bornes.

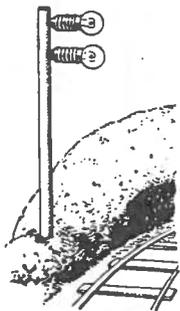




13. Une lampe de chevet

Nous fabriquons un abat-jour avec du papier multi-couleur. Pour cela nous découpons d'abord un cercle de 20 cm de diamètre que nous entaillons suivant un rayon. Ensuite, nous ramenons les deux bords de la section l'un sur l'autre de la valeur d'un quart de cercle, puis nous collons. Plaçons l'abat-jour de couleur sur le support. Montons l'interrupteur sur le socle de façon à pouvoir mettre en circuit tantôt l'une des lampes, tantôt l'autre. De chacune des petites vis enfoncées tout près l'une de l'autre dans le socle par un fil relié à la

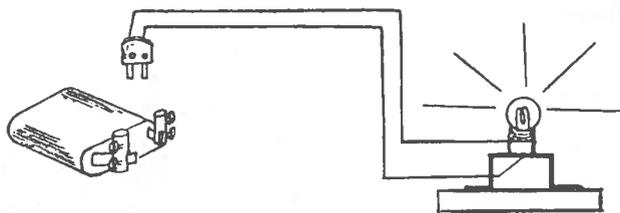
douille de chaque ampoule ; un troisième fil relié au clou sans tête ramène le courant à la batterie. Si nous montons deux ressorts de commutateur appuyant tous les deux sur les petites vis, les deux lampes s'allument en même temps.



14. Un signal de chemin de fer

qui s'allume tantôt en rouge, tantôt en vert, peut être construit. Le commutateur est construit au moyen de deux petites vis et du ressort du commutateur. L'installation sera plus plaisante si on place le mât de signalisation à une certaine distance du commutateur. Peut-être aurez-vous du plaisir alors à retrouver votre chemin de fer électrique. Son installation sera encore plus attrayante si le signal se trouve dans un monticule de sable traversé par un tunnel.

Nous continuons nos essais d'éclairage en réalisant un allumage simple d'une lampe.



rejoindront le support de lampe.

A l'aide de nos deux bornes à fente, nous préparons, comme indiqué sur le schéma, une prise de courant.

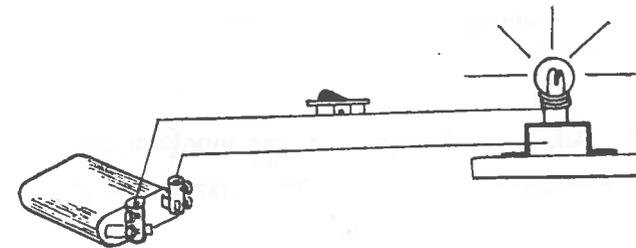
La fiche sera équipée avec deux fils qui

15. Allumage par interrupteur

Notre coffret contient un interrupteur et il nous est donc facile de réaliser

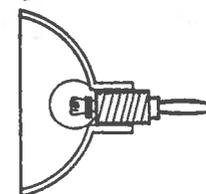
l'installation d'une lampe telle que l'a réalisée un électricien dans un appartement.

Le schéma montre qu'en appuyant sur l'interrupteur on allume la lampe et, en basculant l'interrupteur dans l'autre sens, on éteint. On peut ainsi réaliser une petite lampe de chevet par exemple.



Contrairement à l'expérience précédente, on peut dans ce cas laisser branchée la fiche en permanence puis l'extinction se fait par l'interrupteur.

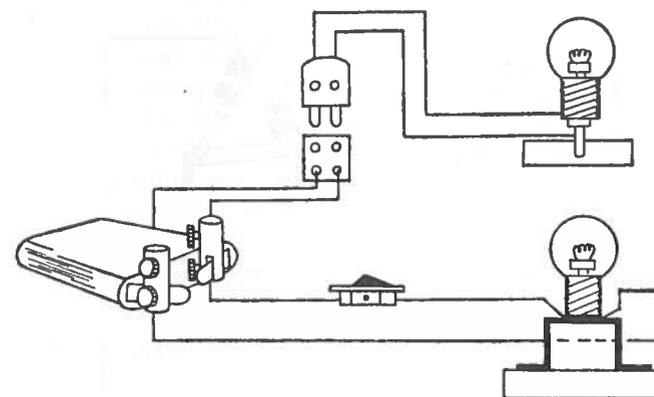
Dans les expériences que l'on vient de réaliser, on peut évidemment concentrer la lumière de la lampe grâce au petit réflecteur de notre coffret. Il suffit d'en coiffer le support de lampe avant de visser l'ampoule.



16. Allumage de deux lampes montées en parallèle

Au cours de l'expérience n° 12, nous avons alimenté deux lampes à l'aide de notre pile. Afin de les faire briller d'un même éclat, il faut faire un montage dit « en parallèle ».

A l'aide du montage ci-dessus, nous pouvons à volonté allumer l'une ou l'autre lampe, ou les deux à la fois. Pour allumer ou éteindre une de ces lampes, nous engageons ou nous retirons la prise de courant du domino. La deuxième lampe peut rester branchée en



permanence, l'allumage et l'extinction se feront par son interrupteur.

Si nous voulons éteindre la deuxième lampe à volonté à l'aide d'un interrupteur, nous nous servirons de celui construit lors de l'expérience n° 9.

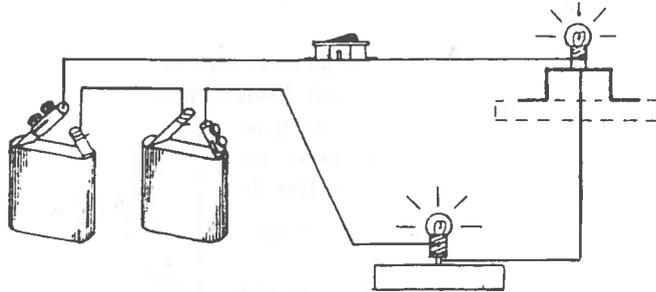
Dans le cas où nous voulons allumer les deux lampes ensemble sans possibilité d'éteindre l'une ou l'autre, nous pouvons réaliser un montage dit « en série ».

Dans le montage précédent dit en parallèle, le courant absorbé a été doublé en allumant les deux ampoules.

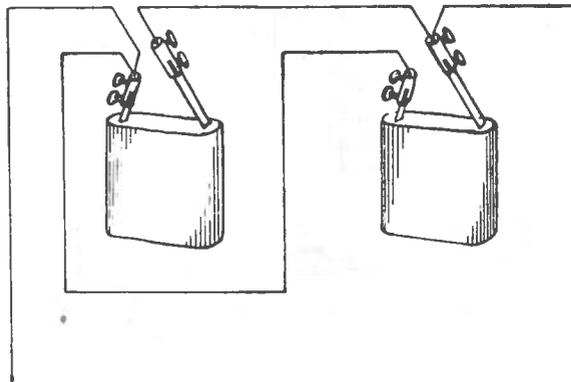
Dans le montage suivant, le courant n'a pas varié, par contre nous doublons la tension.

17. Allumage de deux lampes montées en série

Ce montage nécessite deux piles à brancher en série. Attention, on obtient de cette façon une tension de 9 volts, ce qui est deux fois trop fort pour une seule ampoule, à moins d'acheter une ampoule de 9 volts. En branchant les deux ampoules en série, comme indiqué. Dans ce cas, on peut allumer et éteindre les deux lampes en même temps, mais pas séparément.



18. Montage en parallèle de deux piles



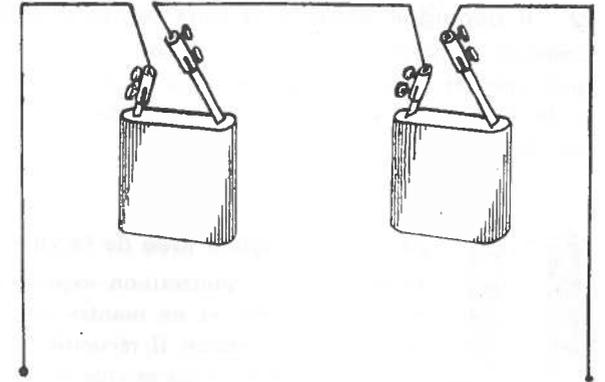
Au même titre que nous avons fait du montage en parallèle ou en série pour les ampoules, nous pouvons réaliser des montages en parallèle ou en série pour les piles.

Dans ce montage, la tension ne varie pas. Par contre, l'ampérage fourni par chaque pile n'est plus que la moitié du courant utilisé.

19. Montage en série de deux piles

En branchant les deux piles en série, on ajoute les tensions des deux piles et

on obtient ainsi 9 volts. Dans ce cas, il faut soit utiliser des ampoules 9 volts, soit monter en série deux ampoules de 4,5 volts, comme précédemment. En procédant de la sorte, la tension à l'utilisation est doublée. L'intensité débitée par chaque pile reste la même que dans les expériences précédentes.

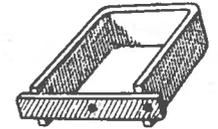


20. Aimant

Après ces quelques expériences simples qui nous ont permis d'allumer, d'éteindre, de brancher, de débrancher, nous allons nous occuper de l'aimant de notre boîte.

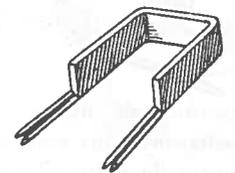
21. Deux amis

Les deux pièces en fer : le gros fer recourbé en U et le fer plat, ont certainement déjà attiré votre attention. N'est-ce pas étranger de les voir ensemble comme des amis presque inséparables ? Ils sont pourtant différents l'un de l'autre. Mais l'étrier sait pourquoi il s'attache au fer plat. Si on l'abandonnait à lui-même pendant trop longtemps, c'est-à-dire sans lui donner l'occasion de s'appliquer étroitement à l'autre, il perdrait une grande partie de sa force. Donc, après l'avoir utilisé, et en le remettant dans la boîte, nous devons veiller à ce qu'il retrouve sa place près d'un objet en fer. Il y restera volontiers fixé aussi longtemps que l'on voudra, parce qu'il est aimanté.



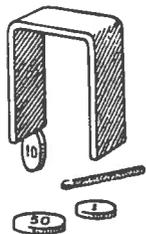
L'AIMANT CHERCHE D'AUTRES AMIS

Vous pouvez vous en rendre compte ; il a également de la sympathie pour les clous sans tête. Si l'on applique plusieurs de ces clous à l'aimant, ils adhèrent fermement l'un à l'autre et il est même possible de soulever l'aimant au moyen de ses amis. Faites-en l'essai ! Il s'intéresse également à une plume d'acier et l'attire aisément.



22. Il dédaigne souvent la plus brillante société

L'aimant s'intéresse-t-il aussi au ressort brillant en laiton ? Non, il ne veut apparemment rien savoir de lui. Comment se comporte-t-il vis-à-vis du timbre de la sonnerie, d'une allumette, d'une feuille d'aluminium provenant d'un emballage ?



23. Il n'a aucune idée de la valeur des pièces de monnaie

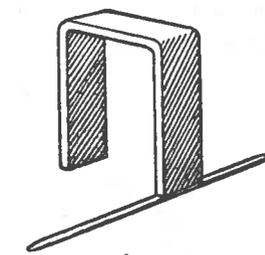
Sinon comment pourrait-on expliquer qu'il laisse sur place les pièces en argent, et ne montre aucun intérêt non plus pour le cuivre ? En revanche, il recueille volontiers les pièces en nickel, et c'est précisément parce que ces pièces sont en nickel qu'il les aime ! Comme tout aimant, il n'attire que les objets en fer, en acier et en nickel.

24. Les objets attirés par l'aimant deviennent eux-mêmes aimantés.

Rendons-nous compte si deux clous à tête s'attirent entre eux comme le fait l'aimant et le fer plat. Non, car les clous à tête n'ont pas la moindre force magnétique. Suspendons l'un des clous à l'une des extrémités de l'aimant ; il oscille un instant. Approchons alors l'extrémité libre du clou d'un deuxième clou placé sur la table : celui-ci est immédiatement attiré par le premier ; la propriété magnétique est en quelque sorte « contagieuse ». Dès qu'une pièce en fer entre en contact avec l'aimant, elle devient elle-même magnétique.



25. Nous aimantons une aiguille à tricoter



L'acier en particulier s'aimante facilement si on le frotte avec un aimant, et il conserve son aimantation pendant des années. Frottons donc l'une des extrémités de l'aimant sur une aiguille à tricoter en acier mais toujours dans le même sens. Quand nous arrivons à l'extrémité de l'aiguille, nous soulevons chaque fois l'aimant et nous le ramenons au point de départ, en décrivant un arc au-dessus de l'aiguille. Puis nous frottons de nouveau. Répétons ce mouvement une vingtaine de fois. Nous pourrions nous assurer alors que l'aiguille est aimantée, puisqu'elle attire toutes sortes de petits objets en fer.

26. L'aimantation est concentrée aux extrémités de l'aimant

Essayez de suspendre un petit clou par sa tête à une aiguille aimantée, en commençant par ses extrémités, puis en déplaçant le clou de plus en plus vers le milieu de l'aiguille. Arrivé au milieu, le clou n'est plus attiré du tout.

27. La barbe de fer

Vous n'avez jamais vu quelqu'un avec une barbe en fer. En voici une pourtant. Versez sur une feuille de papier la limaille de fer contenue dans la petite boîte. Puis plongez les bouts de l'aimant dans cette limaille et retirez-le. N'est-elle pas surprenante, cette barbe de fer ? Là encore, nous pouvons nous rendre compte que l'aimant n'attire que par ses extrémités.

28. Le noyau de fer droit n'est pas magnétique

Mettez à présent le noyau en fer dans la limaille après l'avoir frotté avec l'aimant. La limaille n'y adhère pas, seules quelques particules tout au plus s'y appliquent. Il n'est pas du tout magnétique. Pour qu'un objet conserve son aimantation, il faut qu'il soit en acier. Le noyau est en acier doux et c'est pour cette raison que seules quelques particules restent collées.

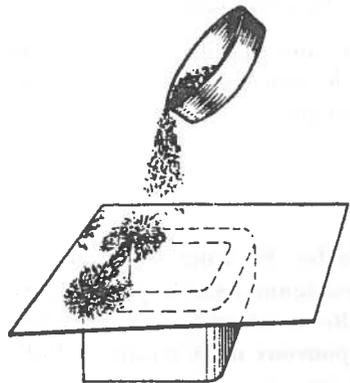
29. Lignes de force

Notre aimant est capable d'attirer des petits morceaux de fer et il nous faut employer une certaine force pour « décoller » les clous ou épingles que nous aurons attirés au préalable.

Cette force, ou plutôt les lignes de force de notre aimant, peuvent être mises en évidence. Nous plaçons une feuille de papier bien blanc sur notre aimant et nous saupoudrons doucement de la poudre de fer que nous aurons prélevée dans la petite boîte ronde qui fait partie de notre matériel.

Nous voyons apparaître un spectre magnétique qui nous fait nettement voir les lignes de force de notre aimant.





30. Tout autour de l'aimant

Nous pouvons recommencer l'expérience en couchant notre aimant à plat sur une table. Nous obtiendrons un résultat un peu différent mais nous verrons toujours un spectre magnétique.

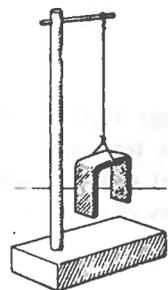
Les lignes de limaille décrivent un arc autour des pôles de l'aimant.

31. Obstination magnétique

Suspendons à présent l'aimant à un fil sans torsion (du nylon par exemple). A cet effet, on peut monter un support au moyen de la planchette du commutateur et du bâton de bois. Adaptons en haut un clou sans tête, et suspendons l'aimant à un fil mince.

On peut alors observer que l'une des extrémités de l'aimant, et toujours la même, se dirige vers le nord, et l'autre vers le sud. Marquons l'extrémité nord, donc celle qui indique le nord, par une trace faite à l'encre. Cette extrémité de l'aimant sera son pôle nord. L'autre extrémité sera appelée pôle sud, parce qu'elle indique toujours le sud. Si l'on fait tourner

l'aimant, il reprend de lui-même la seule position qui lui convient, et qui indique la direction nord-sud. Quelle obstination !



32. L'aiguille aimantée

Il est facile de placer une aiguille aimantée sur la pointe d'une épingle. Celle-ci est fixée dans le trou central de la poulie au moyen d'une borne à fiche. Notre aiguille aimantée, ainsi montée, dirigera toujours l'un de ses pôles vers le nord, et l'autre vers le sud. Marquons ici également le pôle nord.



33. L'Amérique ne serait pas encore découverte

L'Amérique ne serait peut-être pas encore découverte si cette lame magnétique insignifiante n'avait pas contribué à la découvrir. Ce n'est qu'au moment où les navigateurs surent reconnaître la direction nord-sud, et par conséquent les autres points cardinaux, même par temps de brouillard, qu'ils se hasardèrent

sur les océans. Sans elle, ils avaient à craindre de ne plus retrouver leur chemin du retour ; au lieu de revenir à leur point de départ, ils auraient pu s'en éloigner. L'aiguille aimantée, c'est-à-dire la boussole, leur servit de guide. Pour que la boussole soit complète, il faut encore la munir d'une feuille de papier sur laquelle sont indiqués les quatre points cardinaux, et éventuellement les directions intermédiaires. Nous pouvons dessiner et découper nous-mêmes cette feuille de papier.

34. Un indicateur de direction

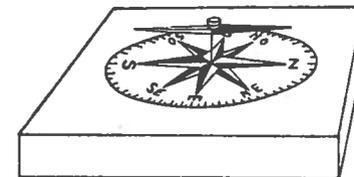
Notre rose des vents porte les indications des points cardinaux ; son cercle, soit 360 degrés, est divisé de 5 en 5 degrés.

Nous piquons une épingle au centre de notre rose des vents, et ce, en passant par en dessous. La pointe dépassera de 1 cm environ de notre carton.

Nous coupons à l'aide d'une pince coupante la partie qui dépasse en dessous et nous immobilisons l'épingle soit avec une goutte de colle, soit avec de la cire à cacheter.

Nous posons ensuite délicatement notre aiguille aimantée sur la pointe de l'épingle.

Si nous appliquons ensuite l'un des côtés du carré de la rose des vents contre la façade d'une maison, nous pouvons déterminer, grâce à l'aiguille aimantée, l'angle que fait la façade avec la direction nord-sud.



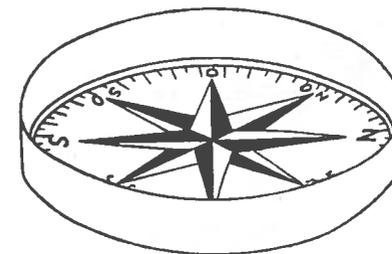
35. Une boussole de poche

Si vous vous égarez lors d'une promenade soit en forêt, soit par temps de brouillard, la boussole vous sera d'un grand secours. Nous fabriquons donc un appareil portatif.

Pour ce faire, nous nous procurons une petite boîte en aluminium ou en matière plastique d'un diamètre égal ou supérieur à notre rose des vents, mais ce diamètre doit forcément être supérieur à la longueur de notre aiguille aimantée.

Nous pouvons également nous servir de la boîte en aluminium de notre coffret.

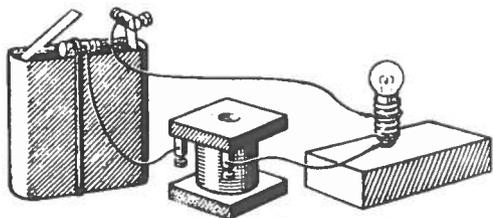
Le couvercle en fer est placé à distance pour qu'il n'influence pas l'aiguille aimantée. Découpons soigneusement la rose des vents et plaçons-la dans la boîte, posons ensuite l'aiguille aimantée sur la pointe et orientons la boîte pour faire coïncider l'aiguille avec la



ligne N.-S. Au cours d'une excursion, la boîte est fermée par le couvercle et l'aiguille simplement déposée à l'intérieur ; ce n'est qu'au moment de l'emploi que celle-ci est posée sur le pivot.

36. A quoi peut servir notre bobine ?

Il ne s'agit pas bien entendu d'en dérouler le fil et de s'en servir pour en faire un conducteur. Le courant doit parcourir le bobinage tel qu'il est enroulé. A cet effet, on fixe les extrémités des fils conducteurs aux bornes de la bobine.

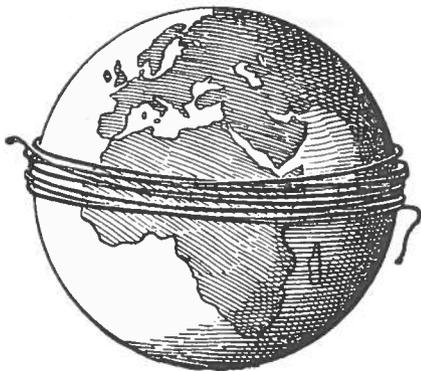


Le courant de la batterie sera obligé de parcourir toutes les spires avant de parvenir à la petite lampe. Ce long trajet doit, semble-t-il, le retarder un peu et la lampe ne s'allumera pas tout de suite quand vous abaissez la lame. En est-il ainsi ? Non, la lampe s'allume

immédiatement, malgré le grand chemin que le courant a parcouru. Il faut que le courant soit très agile, puisque le temps qu'il utilise pour parcourir un chemin aussi long, avec ses courbes nombreuses, est pour ainsi dire nul.

37. 7 1/2 fois le tour de la terre

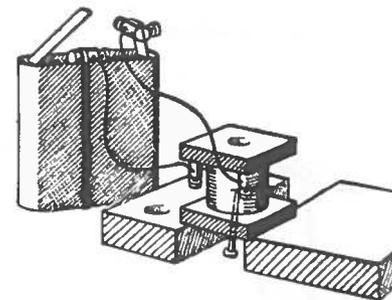
Oui, notre courant a une vitesse vraiment fantastique. Notre figure montre la terre dans l'espace. Sa circonférence est de 40.000 kilomètres à l'équateur. Supposons que nous ayons enroulé un fil conducteur autour de la terre et que nous en ayons fait 7 fois et demi le tour. Ce chemin d'une longueur prodigieuse peut être parcouru par notre courant en l'espace d'une seconde. Il n'est donc pas étonnant que le courant ne s'inquiète pas de la longueur du fil de la bobine.



38. La frayeur le fait sauter en l'air

Il est heureux que nous ne puissions voir le courant quand il parcourt le fil avec une vitesse aussi vertigineuse. Cela ne manquerait pas de nous effrayer. Mettons à présent un clou sans tête dans la bobine. Puis nous faisons passer le courant dans la

bobine, donc tout autour du clou. Auparavant, plaçons la bobine afin de la surélever, sur nos deux planchettes ou sur deux boîtes d'allumettes. Quand on presse plusieurs fois sur le ressort, pour faire passer le courant pendant un court instant, le clou sautera à une hauteur telle qu'il s'échappera par l'orifice supérieur de la bobine.



39. La danse sur la tête

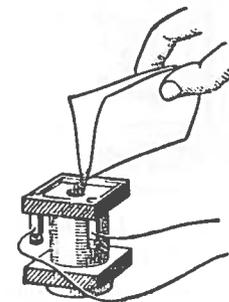
A présent vous voulez faire voir à vos amis comment quelqu'un peut se tenir sur la tête, et exécuter de grands sauts dans cette position. Vous leur ferez l'expérience précédente et vous leur expliquerez ensuite que le passage du courant rend la bobine magnétique, qu'elle peut par conséquent attirer du fer. L'électricien appelle une telle bobine un solénoïde.

40. Un concasseur électrique

Prenons une pile neuve et alimentons notre bobine. Nous voyons que notre noyau en fer doux est très facilement attiré. Quand le courant est interrompu, le noyau retombe de son propre poids. Nous pouvons très bien l'utiliser comme concasseur, et piler un petit tas de sel de cuisine.

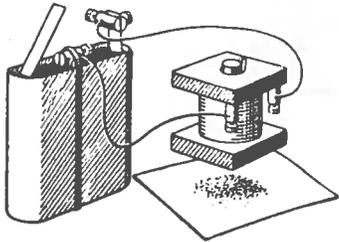
41. La limaille de fer qui disparaît

Le fait que notre bobine devient magnétique quand elle est traversée par le courant, nous permet de faire une expérience surprenante. Chacun sait qu'il est impossible de remplir un récipient sans fond avec de l'eau. Avec un tel récipient, nous ne pourrions pas davantage transporter de la farine ou du sable. Plaçons notre bobine sur la petite boîte de limaille de fer, de façon que le trou de la bobine soit vertical et remplissons-le avec de la limaille de fer. Demandez alors à votre ami s'il peut soulever la bobine sans modifier sa position, et sans que la limaille ne s'en échappe. Il essaie, et n'y parvient pas. Vous proposez alors de faire l'expérience, vous reliez la bobine à la batterie et vous faites passer le courant. La bobine devient magnétique et retient la limaille. Vous pourrez soulever la bobine sans la boîte et la limaille ne tombera pas. Mais aussitôt que le ressort de la pile est soulevé, le courant ne passe plus et la limaille s'échappe de la bobine.



42. L'électro-aimant

Jusqu'à présent notre noyau de fer ne possédait pas la moindre force magnétique. et ne permettait pas d'attirer la limaille de fer. Au moyen du courant électrique, nous pouvons éveiller en lui des forces puissantes et disproportionnées par rapport à notre aimant en acier. Introduisons le noyau de fer dans la bobine et immobilisons-le au moyen de quelques allumettes glissées entre la bobine et le noyau. Pendant que la bobine est parcourue par le courant, nous plongeons l'extrémité du noyau dans de la limaille de fer. Une grande quantité de limaille y adhère parce qu'il est devenu fortement magnétique, par suite du passage du courant. C'est pourquoi la bobine pourvue du noyau de fer est appelée électro-aimant.

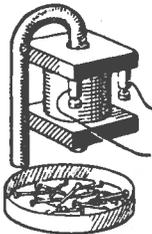


43. Les clous qui s'attachent

La grande force de l'électro-aimant peut s'observer tout particulièrement quand on lui fait soulever une certaine quantité de petits clous contenus dans une boîte. Quand le courant est interrompu, ils se détachent tous de l'électro-aimant. L'électro-aimant n'est donc magnétique que pour autant que sa bobine est parcourue par le courant.

44. L'union fait la force

L'extrémité supérieure du noyau de fer est également capable d'attirer des pointes. Il est facile de s'en convaincre en retournant la bobine. L'effet est encore plus grand quand les deux extrémités du noyau en fer peuvent plonger en même temps dans une boîte de clous. Pour que les deux extrémités du noyau soient dirigées dans le même sens, il faudrait plier le fer. Il est plus simple d'introduire dans la bobine l'une des branches du noyau de fer déjà recourbé en U. Approchons à présent les deux extrémités du noyau des clous. Aussitôt que le courant passe, nous soulevons la bobine. Une grande quantité de clous restent collés au noyau et cette quantité est plus que doublée par rapport à l'expérience précédente. Le dicton « L'union fait la force » est donc vrai pour les pôles d'un aimant. Un électro-aimant en fer à cheval est beaucoup plus puissant qu'un aimant en forme de barre.

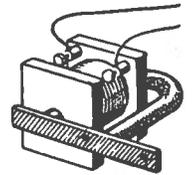


45. La chaîne

Suspendons une série de petites pointes l'une à l'autre à chaque pôle de l'électro-aimant. Quand la dernière pointe n'a plus la force d'en supporter une autre, nous pouvons rapprocher les deux chaînes et former ainsi une chaîne continue reliant les deux pôles. Cette chaîne fermée à son tour est tellement forte, que l'on peut y suspendre encore toutes sortes d'objets légers.

46. L'aimant et son armature

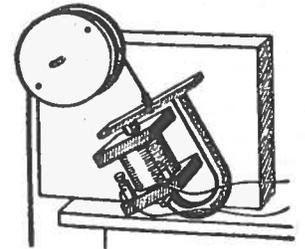
Appliquez maintenant un fer plat contre les deux pôles de l'électro-aimant, puis essayez de l'en détacher pendant que le courant passe. Vous remarquerez que l'armature adhère fermement à l'électro-aimant. Ceci provient de ce que l'armature est lisse sur chacune de ses faces et qu'elle s'applique ainsi étroitement contre les pôles. L'électro-aimant peut donc développer toute sa force.



On peut communiquer à l'électro-aimant une force beaucoup plus grande qu'au simple aimant en acier. Si on exerce une traction bien perpendiculaire sur l'armature, il faut déployer un grand effort pour l'arracher.

47. Une épreuve de force

Il serait intéressant de connaître le poids à suspendre à l'armature pour l'arracher. Pour cela, on passe une ficelle terminée par un nœud par le trou central de l'armature. Puis on passe la ficelle sur la poulie montée sur le socle au moyen d'un clou sans tête. A l'autre extrémité de la ficelle, nous suspendons toutes sortes d'objets. Il faut éviter pendant cette opération de créer des secousses, car elles ne manqueraient pas d'arracher l'armature trop tôt. Le noyau de fer en U est percé de deux trous ; passons un clou sans tête dans l'un d'eux pour fixer l'aimant au socle.

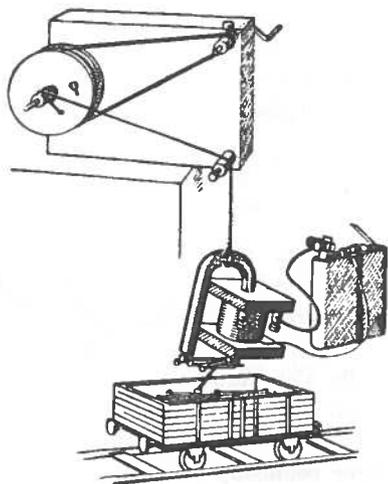


Quand l'armature décolle de l'électro-aimant, nous pesons la totalité des objets suspendus.

48. Un électro-aimant élévateur

Notre électro-aimant a une force assez considérable, mais il existe dans l'industrie

des électro-aimants de triage ou de chargement permettant de soulever des charges de plusieurs tonnes.



Les électro-aimants de ce genre sont souvent suspendus au crochet de grues puissantes. Pour charger des matériaux en fer, l'électro-aimant est descendu jusque sur ces matériaux : le courant est alors lancé dans le conducteur. Les pièces de fer s'appliquent à l'aimant et on s'épargne ainsi la peine de les accrocher à la grue. La charge est alors soulevée par la grue, emportée puis redescendue sur un wagon de chemin de fer. Par une simple interruption de courant, l'électro-aimant abandonne de nouveau les pièces en fer qui y adhéraient. L'électro-aimant est précisément très commode parce qu'il peut attirer les objets puis les abandonner sur commande.

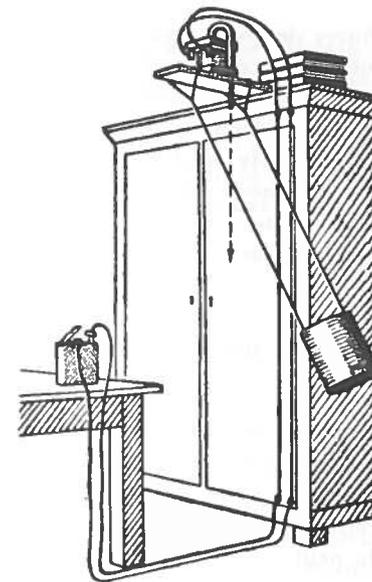
Pour construire une grue, plaçons le socle au bord de la table. Dans le trou de l'angle supérieur droit, introduisons la manivelle par l'arrière et montons sur celle-ci une borne à fente : la poulie est montée sur un clou sans tête, à peu près au milieu du côté gauche du socle, et sur le même axe, devant la poulie on glisse, à jeu libre, une borne pour fiches. En bas, à droite, on monte de même façon, une autre borne sur un clou sans tête fixé au socle. L'extrémité d'une ficelle est passée par le deuxième trou semblable, amenée par-dessus la borne, et de là sur la troisième borne servant de poulie, puis tendue vers le bas. Pour éviter la chute de la bobine lorsque le courant est interrompu, on relie les extrémités du noyau en U par un élastique enroulé deux fois sur chaque branche. Quand la poulie tourne, la ficelle s'enroule sur la borne devant la poulie et fait monter lentement l'aimant suspendu à l'autre extrémité de la ficelle. La poulie est mise en mouvement au moyen de la petite manivelle et par l'élastique servant de courroie.

Votre jeune frère a peut-être un train électrique ; vous pouvez alors charger des pièces en fer sur les wagons à l'aide d'une grue et d'un électro-aimant éleveur.

49. Exercice visuel et manuel

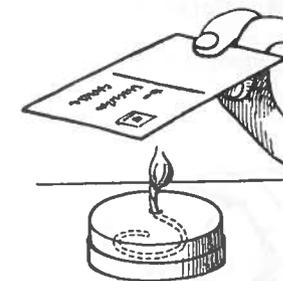
Nous construisons un pendule un peu spécial. Versons du sable jusqu'à

mi-hauteur dans une boîte en fer blanc. Au haut de cette boîte, faisons deux trous en deux points diamétralement opposés, et suspendons-la au moyen de deux ficelles, en deux points séparés par une distance de 30 cm. La planchette servant de support est placée sur une armoire et chargée de livres. A présent la boîte peut osciller lentement comme un pendule. Sur la planchette, nous fixons également l'électro-aimant au moyen d'une ficelle, et pendant que le courant circule nous suspendons au noyau un clou sans tête. Si nous interrompons le courant, le clou tombe. Pour qu'il se détache immédiatement, il faut coller un petit morceau de papier sur le pôle de l'aimant, par exemple un fragment de papier gommé de la bordure d'une feuille de timbres. Le pendule étant en oscillation, le tour d'adresse consiste à interrompre le courant au bon moment afin que le clou tombe dans la boîte constituant le pendule, lorsque celle-ci passe sous le clou. Tous ces essais ne seront pas couronnés de succès, mais après un peu d'exercice, il est facile de déterminer le moment précis où le courant doit être interrompu.



50. De la magie

Pour amuser notre entourage, nous allons nous livrer à un spectacle un peu particulier. L'obscurité étant le plus souvent nécessaire, nous opérerons de préférence le soir. Nous avons en outre besoin d'une lampe magique qui, pour la circonstance, sera une lampe à alcool. Passons une ficelle épaisse par le trou central de la boîte métallique. Versons alors un peu d'alcool à brûler dans le couvercle ; mettons la boîte dans le couvercle. Contrairement à ce que l'on fait habituellement, le couvercle étant dessous et retourné. La mèche qui dépasse permet d'allumer l'alcool à brûler. Avant d'allumer, nous nous munirons d'une carte postale illustrée usagée ou neuve.



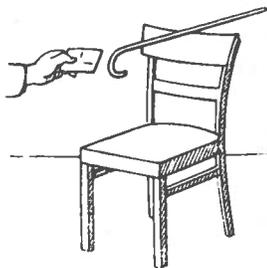
51. La carte postale ensorcelée

Mettons sur notre table quelques petits morceaux de papier, des petites éfilo-

chures de coton hydrophile. des fragments de papier d'étain, etc. Approchons notre carte postale de ces objets. Il ne se passera absolument rien. A présent séchons la carte au-dessus de la flamme de la lampe à alcool, déposons-la sur la table et frottons-la rapidement avec un chiffon de laine. Si nous approchons alors la carte des fragments de papier, ils sautillent et s'appliquent à la carte ! Apparemment, la carte est aimantée. Ou bien ne serait-ce peut-être pas du magnétisme ? Un aimant n'attire que du fer et de l'acier, mais jamais des fragments de papier ou des flocons de coton.

52. Des forces mystérieuses

Vous étonnerez vos amis avec l'expérience suivante : séchez à nouveau la carte, frottez-la énergiquement et appliquez-la contre le mur. A la stupéfaction générale, elle y adhère longtemps, maintenue en place par une force invisible. En hiver, vous pourrez faire sécher un journal près d'un poêle puis vous le frotterez avec la manche ou un chiffon de laine et vous l'appliquerez au mur. On peut ainsi se dispenser de tenir le journal pour le lire.

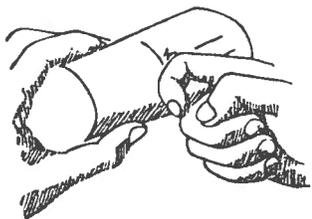


53. La canne obéissante

Essayez d'installer une canne en équilibre sur le dossier d'une chaise. Approchez de sa poignée, et par le côté, une carte postale séchée puis frottée. La poignée est attirée et d'une certaine distance déjà vous pourrez attirer la canne vers vous.

54. Éclair en miniature

Séchons à nouveau la carte convenablement, frottons-la ensuite, et approchons rapidement l'index jusqu'à une distance de quelques millimètres de sa face externe recourbée en voûte. Pour cette expérience, il faut que tout soit absolument silencieux autour de vous. Nous entendons alors distinctement un crépitement, et nous ressentons un léger picotement. Une petite étincelle électrique s'est échappée de la carte, représentant un éclair en miniature. La carte était chargée d'électricité. De nombreux corps peuvent être ainsi électrisés par frottement.



55. Des éclairs

Nous allons cette fois voir des éclairs en miniature, dans l'obscurité. Eteignons la lumière et habituons-nous un instant à l'obscurité. La lampe à alcool permet cependant de donner une faible clarté. La carte est alors séchée et frottée. A une certaine distance de la lampe, faisons de nouveau jaillir une étincelle sur notre doigt. A présent, chacun voit la lueur de l'éclair, et pendant le frottement de la carte, on entend un crépitement et on voit des petits éclairs sur le papier.

56. Un appareil électrique très sensible

A coté de la mèche d'une bougie, on enfonce une lame en laiton chauffée au préalable. La substance de la bougie fond d'abord un peu, puis quand elle s'est refroidie, la lame est immobilisée dans le pied ainsi constitué par la bougie. On colle ensuite une bandelette de papier d'étain de 1 cm de largeur au haut de la lame de laiton, et on veille à ce qu'elle forme dans le haut un arc bien arrondi pour retomber parallèlement au ressort laiton. Qu'arrive-t-il quand on approche une carte postale électrisée de la bandelette ? Conformément à notre attente, la carte attire la bandelette. Quand on éloigne la carte, la bandelette se comporte de façon étrange. Au lieu de s'abaisser verticalement, elle s'écarte de la lame en laiton. Qu'arrive-t-il quand on touche, avec le doigt, non pas la bandelette d'étain, mais la lame en laiton ? Aussitôt la bandelette s'abaisse. Comment peut-on être aussi sensible !



57. Conducteurs et non conducteurs

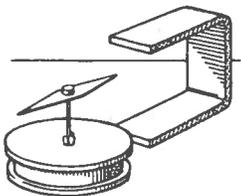
Pour que la bandelette s'écarte de la lame, nous devons à nouveau l'électriser en la touchant avec la carte postale électrisée. Touchons ensuite la lame en laiton, non pas avec le doigt, mais avec un fragment de cire à cacheter ou une bougie. Cette fois-ci, la bandelette ne s'abaisse pas. La cire à cacheter et la paraffine de la bougie n'enlèvent pas l'électricité, ce sont des corps non conducteurs. Après avoir chargé l'appareil à nouveau, touchons-le avec un fil de soie.

58. Soie naturelle ou soie artificielle ?

Nous allons vérifier à présent si nos vêtements et nos cravates sont en soie véritable ou en soie artificielle. Sachons que la soie artificielle est une espèce de coton, qui conduit l'électricité, tandis que la soie naturelle ne la conduit pas. On fait toutes sortes de découvertes !

59. Action d'un aimant sur un autre aimant

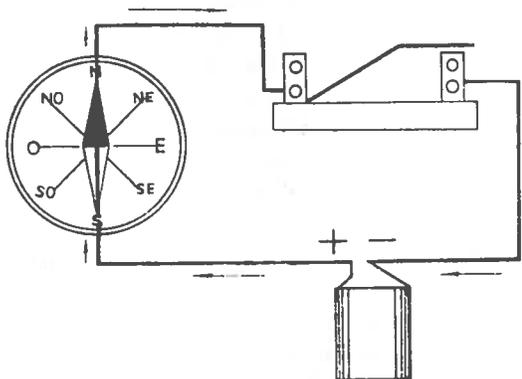
En approchant le pôle nord de notre aimant — dans une expérience précédente nous avons repéré ce pôle — de la moitié noire de notre aiguille aimantée, nous voyons que l'aiguille est repoussée. Si, au contraire, nous approchons le pôle sud de la moitié noire de l'aiguille aimantée, nous voyons qu'il y a attraction. Nous pouvons donc dire que dans tout système muni d'aimants, deux pôles de noms contraires s'attirent tandis que deux pôles de même nom se repoussent. Cette loi nous sera très utile dans la suite de nos essais.



60. Action du courant électrique sur un aimant

Nous avons vu que deux aimants agissent l'un sur l'autre suivant leur position de l'un par rapport à l'autre.

Nous allons voir maintenant l'action d'un courant sur un aimant.



Nous installons notre boussole portative à plat sur une table et nous tendons par-dessus un fil électrique rigide qui aboutira à une pile à travers notre manipulateur, afin d'être sûr que le courant est toujours coupé, car autrement la pile serait en court-circuit.

Si nous faisons maintenant avec notre manipulateur une impulsion très brève (une

fraction de seconde pour ne pas détériorer notre pile), nous verrons l'aiguille de la boussole dévier vers la gauche à condition d'avoir bien respecté les polarités de la pile tel que sur le croquis.

Nous recommençons une deuxième impulsion et nous débranchons notre pile après avoir observé le phénomène.

Cet essai nous a prouvé que chaque fois qu'un courant parcourt un circuit, il se crée un champ magnétique dans lequel on trouve les lignes de force qui caractérisent les aimants.

Le sens de déviation de notre aiguille aimantée varie avec le sens du courant et la loi d'Ampère qui énonce ce phénomène est la suivante :

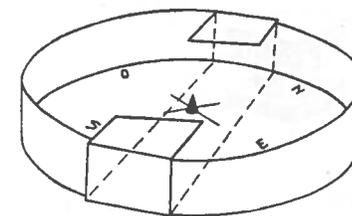
« Un observateur couché sur le fil regardant l'aiguille aimantée, le courant ayant une direction telle qu'il entre par ses pieds et sorte par sa tête, verra toujours le pôle nord de l'aiguille dévier vers sa gauche. »

61. Galvanomètre

Nous profitons de cette loi d'Ampère pour nous construire un appareil de mesure qui nous amènera à de nouvelles constatations intéressantes.

Prenons notre boussole portative construite lors d'une précédente expérience. Nous retirons le couvercle et nous plions un ruban de papier fort d'une largeur de 2 ou 2.5 cm autour de notre boîte comme le fait voir le croquis.

Le ruban de papier fort isolera la boîte si celle-ci est en aluminium et par ailleurs il nous facilitera l'exécution du bobinage.



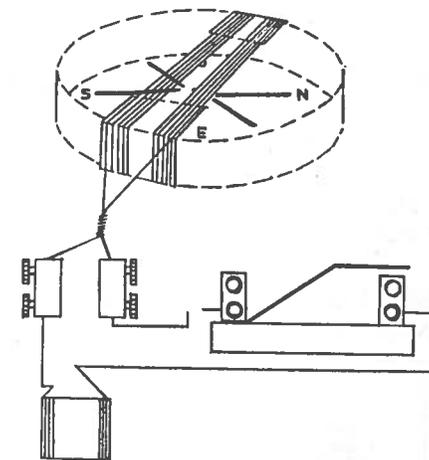
Nous prélevons en effet 3 à 4 mètres de notre fil fin émaillé et nous enroulons ce fil en spires bien tendues autour de la boîte en deux groupes de 10 à 15 spires tel que le fait voir le croquis. Nous torsadons les extrémités de fils afin qu'ils ne se défassent pas et nous recouvrons le bobinage de ruban adhésif pour bien le maintenir.

Notre appareil de mesure est terminé : nous avons construit un galvanomètre.

Nous orientons maintenant notre boîte afin que l'aiguille soit parallèle aux spires et immobile.

Ensuite, nous faisons un montage identique à celui de l'expérience précédente, c'est-à-dire en branchant notre pile au bobinage au travers de notre manipulateur.

En faisant des impulsions très brèves, nous voyons notre aiguille dévier dans un certain sens.

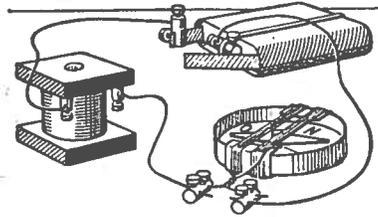


62. Le courant circule en sens inverse

Que se passe-t-il quand les extrémités des fils fixés à la pile sont interverties, de sorte que le courant circule en sens inverse dans les spires de la boîte ? L'aiguille aimantée remarque immédiatement le changement et elle dévie maintenant de l'autre côté, pour s'écarter des spires.

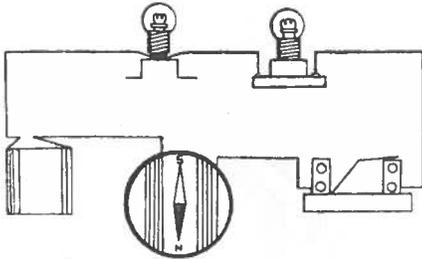
63. Pourquoi le courant n'a-t-il pas toujours la même intensité ?

Quand le courant circule dans un conducteur très long, il perd de sa force, et la déviation de l'aiguille aimantée est plus faible. Une grande déviation de l'aiguille signifie donc que le courant est intense, et une petite déviation indique qu'il ne circule qu'un faible courant dans le conducteur. Faisons donc passer le courant d'abord dans la bobine, avant de l'envoyer dans les spires de notre galvanomètre. Veillons à ce que la bobine ne soit pas trop près de la boîte. La déviation de l'aiguille est moins forte à présent. Le grand chemin parcouru par le courant l'a affaibli.



64. Un voyage avec obstacles

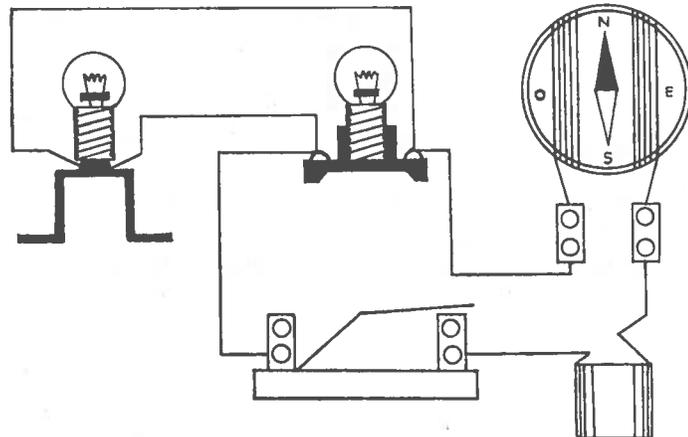
Ce n'est pas toujours la longueur du chemin à parcourir, mais souvent aussi son étroitesse qui affaiblit le courant. C'est ainsi qu'il est affaibli quand nous l'obligeons à parcourir d'abord le filament mince de la petite lampe. La déviation de l'aiguille aimantée devient encore plus faible lorsque le courant traverse successivement deux lampes. Les variations de déviation de l'aiguille aimantée peuvent être mieux comparées si nous veillons qu'avant l'expérience



l'aiguille soit orientée exactement dans la position zéro, et en notant ensuite l'amplitude de chaque division.

65. Intensité du courant

Nous recommençons notre expérience en branchant nos deux lampes en parallèle.



Dans ce cas, la déviation devient très importante. En effet, nous voyons que le courant passe dans les deux ampoules par deux fils différents et on mesure donc la somme des courants passant dans chaque ampoule.

Ce qui précède nous montre donc que pour une même source de courant (dans notre cas la pile), l'intensité du courant qui passe dans un circuit est fonction de la résistance qu'offre ce circuit à son passage.

Cette loi fondamentale de l'électricité, « la loi d'Ohm », s'énonce de la façon suivante : $I = \frac{E}{R}$.

Nous voyons que si R augmente, I diminue quand E reste invariable. Pour mesurer I (l'intensité du courant), nous allons construire un ampèremètre qui, contrairement au galvanomètre, nous permettra de mesurer des courants plus intenses et, de plus, nous ne serons plus dans l'obligation d'orienter notre aiguille sur une ligne nord-sud.

L'intensité d'un courant se mesure en ampères.

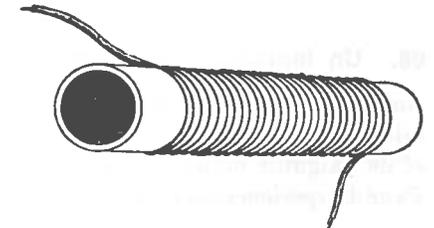
66. Nous construisons un ampèremètre

Vous savez que l'on exprime la puissance d'un moteur en chevaux-vapeur. La puissance du courant électrique est exprimée en watts et son intensité en ampères. Examinons les fusibles de l'éclairage à la maison. Vous y verrez probablement l'inscription : 6 Amp., ou 10 Amp. (abréviation pour ampère). L'intensité d'un courant de 1 ampère est à peu près 5 fois celle du courant que notre pile de lampe de poche envoie dans la petite lampe. De nombreuses expériences faites avec le Petit Électricien ont permis de déterminer que l'angle de déviation de l'aiguille est de 40 degrés quand le courant est de $\frac{1}{10}$ d'ampère et que les 20 spires de fil sont bien enroulées sur la partie médiane de la boîte. De part et d'autre d'un diamètre et parallèlement aux spires, on peut tracer un angle de 40 degrés et indiquer $\frac{1}{10}$ amp. On mesure ensuite les angles de 60 degrés et on indique $\frac{2}{10}$ amp. Une division complète, marquée par des traits, ferait de l'appareil un ampèremètre.

67. Un ampèremètre pour le tableau de distribution

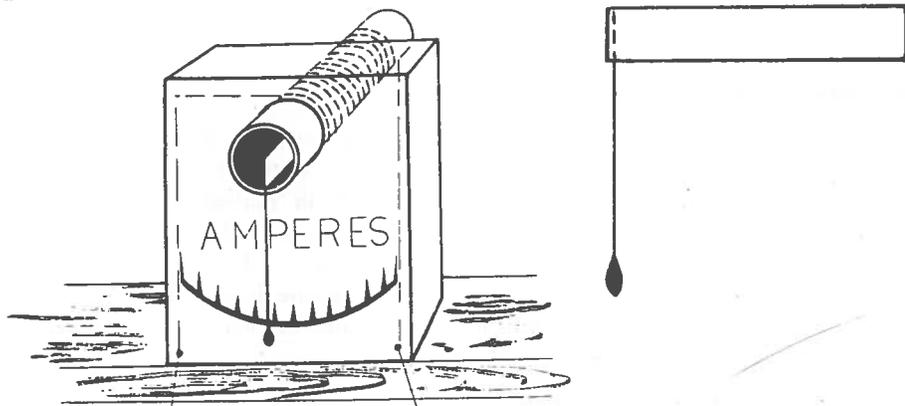
Sur les tableaux de distribution du courant électrique, les ampèremètres sont d'ordinaire montés de façon que l'on puisse lire les indications de l'aiguille à distance.

Ces instruments comprennent toujours une petite bobine montée derrière un cadran circulaire comportant l'inscription « Ampères », et une échelle graduée.



Prenons le petit tube en carton de notre boîte et nous enroulons une trentaine de tours de fil environ que nous immobiliserons avec du ruban adhésif. Nous introduirons ensuite le tube dans le trou du cadran d'ampèremètre. Au besoin, nous collerons la base de ce cadran sur un morceau de bois afin de donner de l'assise à notre appareil. Ensuite nous calerons le tube en carton avec un petit tasseau afin que ce tube soit bien à l'horizontale.

Nous découpons maintenant dans une vieille boîte de conserves un ruban de fer-blanc mince de 3 à 4 mm de largeur et de 30 à 25 mm de longueur. A l'une des extrémités de ce ruban, nous soudons un morceau de fil de cuivre de 6 cm de longueur environ et nous lestons son extrémité par une goutte de cire à cacheter.



Nous introduisons le ruban dans le tube par l'avant de notre appareil et, suivant le pliage du fil par rapport à la lamelle en fer-blanc, notre aiguille prendra la position du zéro.

Notre ampèremètre est prêt à fonctionner et nous ferons un essai en réalisant le même montage que celui utilisé pour le premier essai de notre galvanomètre.

Pour toutes les expériences futures, nous pouvons mesurer le courant absorbé grâce à notre ampèremètre. Si les déviations de celui-ci sont trop faibles, nous aurons recours à notre galvanomètre.

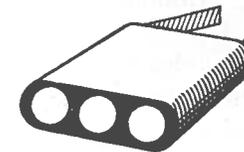
68. Un indicateur de courant faible

Notre instrument mural ne peut indiquer que des courants assez intenses, mais celui que nous avons construit antérieurement, au moyen de la boîte métallique et de l'aiguille aimantée, peut réagir pour des courants beaucoup plus faibles. Pour l'expérience suivante, nous enroulons toute notre bobine de fil d'enrou-

lement, soit environ 50 spires, autour de la boîte. Plus les spires, enroulées dans le même sens, sont nombreuses, plus il sera aisé de déceler des courants faibles. Une vieille pile de lampe de poche (on peut l'obtenir gratuitement chez l'électricien !) qui n'est plus en mesure de faire briller le filament de la petite lampe, produit encore une déviation de l'aiguille de notre ampèremètre ultrasensible. Celui-ci est donc un excellent indicateur de courant faible, et peut être utilisé lorsque la lampe ne permet plus d'indiquer le moindre courant.

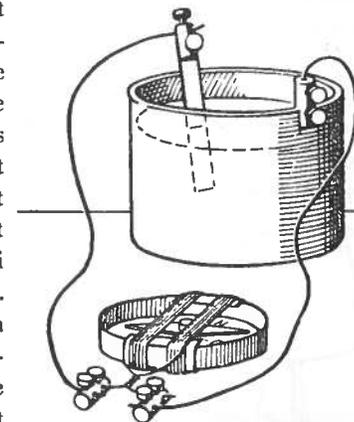
69. Comment voir à l'intérieur d'une pile de lampe de poche ?

Comment peut bien être fait l'intérieur d'une pile de lampe de poche ? On enlève prudemment le fond de la pile, et on pourra en voir l'intérieur. Que voit-on ? Les fonds de trois petits récipients métalliques que l'on appelle des éléments. La réunion de plusieurs de ces éléments constitue une « pile ». Chacun de ces éléments isolés engendre du courant. Il est évident que trois éléments produiront trois fois plus de courant qu'un seul.



70. Nous construisons une pile

La grandeur et la forme d'un élément peuvent être des plus variés ; il suffit d'avoir à sa disposition deux métaux différents plongés dans une solution saline ou acide. Une boîte de conserve pleine d'eau salée dans laquelle nous avons plongé l'une de nos lames de laiton, produit également du courant. La lame de laiton produit également du courant. La lame laiton ne doit toucher la boîte en aucun point, c'est pourquoi nous la tenons de préférence entre les doigts. Nous relions l'un des fils de l'ampèremètre à notre boîte, et l'autre à la lame de laiton. L'aiguille aimantée indique réellement une petite déviation. Notre boîte fournit du courant, c'est donc un élément, mais sa capacité productive est très faible.



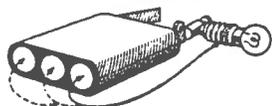
71. Essai de régénération d'une ancienne pile de lampe de poche

Démontons une pile qui n'est plus capable d'influencer l'ampèremètre. Enlevons

prudemment la substance noire qui la recouvre, au moyen d'un couteau ou d'un tournevis. On apercevra alors des tiges de charbon, entourées de sachets de toile. le tout logé dans des récipients métalliques. La substance autrefois liquide dans ceux-ci est desséchée. Cherchons donc à provoquer à nouveau la production du courant en y versant de l'eau salée. L'élément de la pile engendre de nouveau un peu de courant, et quand l'eau salée a pénétré dans les sachets de toile, il est même capable d'allumer notre petite lampe. mais pour un court instant seulement.

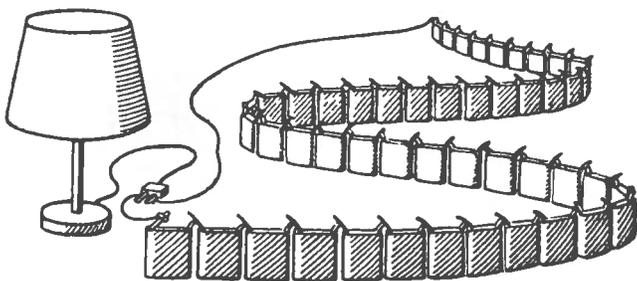
72. Comment prendre le courant à la base de la pile

Le fait d'avoir enlevé le fond de notre bonne pile pour y distinguer les trois petits éléments nous donne la possibilité de prendre du courant à chaque élément de la pile. Connectons simplement la fiche de la lampe au moyen d'une borne à la lame courte de la pile. Enroulons un fil dénudé autour du culot de la lampe, et avec l'autre extrémité de ce fil, touchons le fond du premier des petits éléments, puis celui du deuxième, et finalement celui du troisième. Il est préférable de gratter d'abord un peu les fonds. Nous voyons alors la lampe s'allumer avec des intensités croissantes suivant que l'on prend le courant fourni par un, deux puis trois éléments. Nous en avons l'explication en nous reportant au chapitre 1 du présent livret.



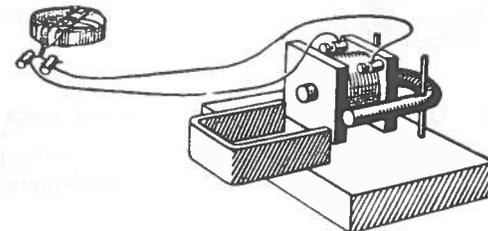
73. Une installation coûteuse, pratiquement irréalisable

Dans notre salle à manger, nous avons un lustre. Si nous dévissons son ampoule, nous pouvons lire sur celle-ci : 220 volts. Calculons donc combien de piles de lampe de poche on devrait relier l'une à l'autre pour obtenir une tension de 220 volts. Il en faudrait environ 50. Vous connaissez le prix des piles, vous savez également que chacune fournit tout son courant en huit heures environ. Nous comprenons qu'un tel éclairage serait beaucoup trop coûteux. Le courant du réseau lumière est produit d'une autre manière.



74. Comment produire du courant sans piles

A plusieurs reprises, nous avons fait passer le courant dans une bobine munie d'un noyau de fer, et chaque fois le noyau attirait l'armature. A présent, nous pouvons procéder inversement. Appliquons notre aimant en acier au noyau de fer en U qui se trouve dans la bobine, puis retirons-le : il se produit alors un courant dans la bobine. La chose est trop belle pour que nous puissions y croire ! Il est vrai que le courant produit est très faible et n'allume pas notre ampoule ; nous pouvons cependant observer qu'il fait mouvoir l'aiguille de notre galvanomètre et nous manifester ainsi sa présence.



Veillons à ce que les extrémités des fils qui relient l'appareil de mesure à la bobine aient une longueur d'au moins 50 cm. Quand l'aiguille est immobile en dessous des spires, appliquons à nouveau l'aimant au noyau, puis retirons-le en observant l'aiguille aimantée. Elle se meut dans un sens lors de l'approche de l'aimant et dans le sens contraire lors de l'éloignement. Ceci nous prouve que l'on produit un courant de très courte durée chaque fois que l'aimant se déplace.

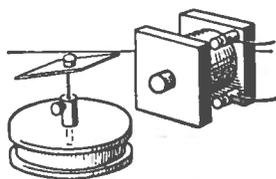
75. A présent, nous savons ce que veut dire courant alternatif

Si on approche puis éloigne l'aimant régulièrement, à une cadence convenable, on peut faire osciller fortement l'aiguille aimantée puisque le courant circulant dans un sens alterne toujours avec le courant circulant dans le sens contraire. Le courant est alors un courant alternatif lent. Si vous approchez et éloignez l'aimant trop rapidement, l'aiguille ne peut plus répondre aux alternances rapides du courant, et elle reste presque immobile. Notre ampèremètre ne peut pas indiquer un courant alternatif à alternances rapides.

76. Un faux guide

La boussole avec son aiguille aimantée qui indique si fidèlement la direction nord-sud, prend une position différente lorsqu'on la place sur une boîte en carton dans laquelle on a dissimulé l'aimant en fer à cheval, les pôles dirigés vers le haut. Votre camarade de jeu ne saisira pas immédiatement la raison de l'indication fautive donnée par la boussole.

77. Une expédition au Pôle Nord et au Pôle Sud à domicile



Nous savons que notre noyau droit en fer est également aimanté quand on le place à l'intérieur d'une bobine parcourue par le courant. Au moyen de notre boussole, déterminons de quel côté se trouve le pôle. Les électro-aimants ont également une polarité.

78. Quand le courant circule en sens inverse

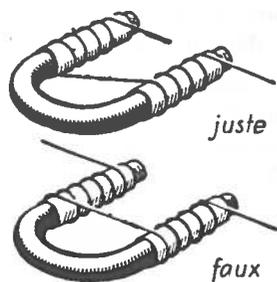
En inversant les connexions à la pile, donc par l'inversion du sens du courant, les pôles de l'électro-aimant sont également inversés.

79. Nouvelle expérience avec l'électro-aimant

Introduisons dans la bobine le noyau de fer en forme d'U et fermons le circuit d'alimentation. Nous constatons alors à l'aide de l'aiguille aimantée, que l'extrémité du noyau de fer en U qui n'est pas dans la bobine est également aimantée, et pourtant cette branche n'est pas entourée par les spires.

80. Enroulement double

Il est anormal de bobiner une seule des branches de notre noyau de fer en U. Il serait plus équitable de répartir le bobinage sur les deux branches. Faisons un essai et enroulons 50 spires sur l'une des branches et 50 sur l'autre, ce qui



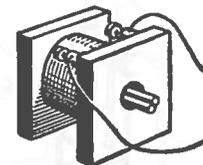
nécessite environ 3 mètres de notre fil d'enroulement. Mais avant l'enroulement il est indispensable d'appliquer une bande de papier ou de scotch contre le fer, afin d'empêcher tout contact entre le fer et le fil. Lequel des pôles est le pôle nord ? Comment est la force d'attraction ? Probablement avez-vous enroulé le fil sur la deuxième branche dans le même sens que sur la première, ce qui détermine deux pôles nord dans le noyau. De ce fait, la force d'attraction est très faible.

Pour avoir deux pôles de noms contraires, comme il se doit, il est nécessaire que le fil de la deuxième branche soit enroulé en sens contraire de celui de la première. A présent, la force de l'aimant est nettement plus grande.

81. Ils grimpent aux parois

Introduisons deux clous sans tête l'un à côté de l'autre dans la bobine. Tout

d'abord, ils restent paisiblement côte à côte. Au moment où le courant circule, ils s'écartent l'un de l'autre en roulant contre les parois et en s'élevant. Ceci provient de ce qu'il se forme des pôles nord aux extrémités situées d'un même côté de la bobine, et des pôles sud aux extrémités opposées. Les deux pôles nord se repoussent, ainsi que les deux pôles sud.



82. Nous aimantons

Passons une aiguille à tricoter en acier dans notre bobine. Quand notre bobine est parcourue par le courant, l'aiguille s'aimante. Coupons le courant, et nous constaterons que notre aiguille conserve sa force attractive.

83. Les aiguilles jumelles magnétiques

On les obtient en déplaçant deux aiguilles à tricoter pendant que le courant y circule.

84. Les deux aiguilles se haïssent

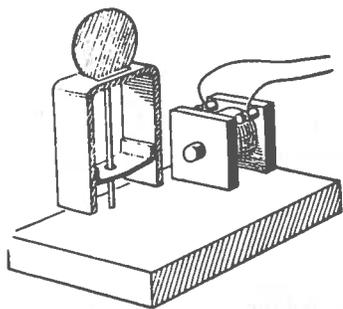
Les aiguilles à tricoter se haïssent, car si on veut les placer l'une à côté de l'autre, elles se séparent en roulant de côté.

85. Les aiguilles se réconcilient

Retournons une aiguille par rapport à l'autre. Quand on les rapproche jusqu'à ne laisser que quelques millimètres entre les pôles de noms contraires, elles roulent l'une vers l'autre et s'appliquent l'une à l'autre. Les deux expériences paraissent fort étranges, mais s'expliquent aisément.

86. Un signal tournant

Fixons une bande de carton épais, perforée en son milieu d'un trou de 4 millimètres environ, entre les deux branches de l'aimant en fer à cheval. Posons l'aimant sur la pointe d'un clou sans tête qui traverse la bande de carton : l'aimant est ainsi mobile sur la pointe. Surmontons l'aimant de deux disques



de papier de couleurs différentes ; les deux disques sont appliqués l'un contre l'autre, et leurs bords inférieurs écartés seront collés sur l'aimant.

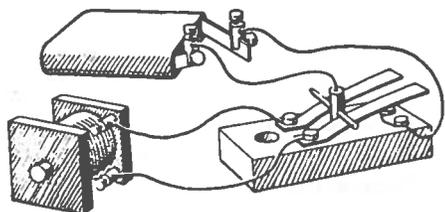
La bobine est placée à proximité de l'aimant, de manière que celui-ci puisse tourner sans toucher le noyau de la bobine. Envoyons alors, à distance, le courant de la pile dans la bobine. L'aimant tourne et le disque rouge apparaît. Invertissons les connexions à la pile et envoyons un courant en sens contraire dans la bobine. C'est maintenant le disque vert qui

apparaît : nous pouvons donc faire apparaître à volonté soit le disque vert, soit le disque rouge. Un montage semblable pourrait être utilisé dans la signalisation des chemins de fer.

87. Un inverseur de courant

Il nous permet de changer rapidement le sens du courant.

Les deux ressorts du commutateur sont fixés chacun au moyen d'une petite vis de borne sur la planchette du commutateur. Dans la perforation centrale de la planchette, on fixe une borne à fiche, et dans le trou transversal de celle-ci

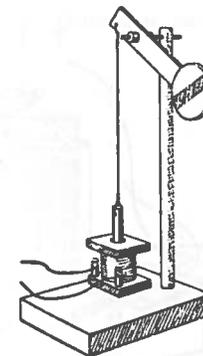


passer un clou sans tête. Les ressorts sont pliés légèrement vers le haut pour les mettre en contact permanent avec la petite barre de fer. Nous utilisons comme plot de contact les têtes des petites vis reliées toutes deux à une même borne de la pile. L'autre borne de la pile est reliée à la borne à fiche.

Depuis les vis de fixation des ressorts, des fils établissent la liaison avec les bornes de la bobine. Quand on presse sur l'un des ressorts, c'est le disque rouge qui apparaît, et quand on presse sur l'autre, c'est le disque vert. Il est très intéressant de se rendre compte comment le courant passe par les ressorts pour traverser ensuite la bobine de l'électro-aimant, tantôt dans un sens tantôt dans l'autre, pour retourner toujours dans le même sens à la pile.

88. Un sémaphore

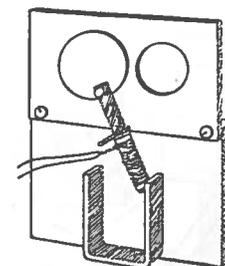
Suspendons l'une des fiches servant de fiche d'appui au moteur à un fil et introduisons-le à moitié dans la bobine. Elle est attirée vers l'intérieur de celle-ci par la force émanant du courant. Cette force d'attraction peut être utilisée dans le montage d'un sémaphore de chemin de fer. Montons sur le clou sans tête et à jeu libre une borne à fiches. On adapte sur cette dernière la branche d'un sémaphore découpé dans du carton. On laisse une longueur de bras telle que le sémaphore s'incline légèrement vers le bas par son propre poids quand le courant est interrompu dans la bobine. Dès que le courant parcourt celle-ci, le signal avertisseur se soulève.



89. Un signal pour poste d'aiguillage de chemin de fer

L'aimant est adossé au socle en bois. Au moyen d'un fer plat, on construit ensuite un électro-aimant. Entourons l'une des moitiés du fer plat de scotch ou de papier et enroulons 2 mètres de fil. Cet électro-aimant est fixé au socle au moyen d'un clou sans tête, de sorte qu'il puisse osciller entre les deux branches de l'aimant. Le courant est amené de la pile par des fils suffisamment longs.

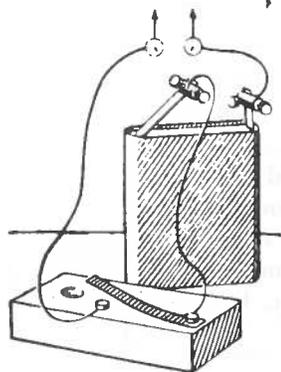
Quand le courant détermine à l'extrémité du fer plat un même pôle que celui de l'aimant contre lequel il s'appuie, il en résulte une répulsion et le fer se déplace vers l'autre branche de l'aimant. A chaque inversion du sens du courant, le fer est chassé vers l'autre branche. L'inversion du sens du courant est aisément obtenue par le manipulateur inverseur de l'expérience 82. Finalement, on peut coller sur le fer plat un disque de papier que l'on aura découpé soi-même. Au moyen de punaises, vous adapterez au socle une feuille de papier dans laquelle vous aurez découpé, à l'endroit approprié, un trou circulaire. Le disque apparaît ou disparaît à volonté derrière l'ouverture. Des montages analogues indiquent au fonctionnaire dans la cabine de commande du chemin de fer la position exacte du bras du sémaphore.



90. Signaux lumineux

Mon frère ne fait pas ses devoirs dans la même pièce que moi. D'habitude, il a fini avant moi, et il me l'annonce par un signe au moyen de la lampe électrique.

Sur sa table, devant lui, se trouve la pile et un manipulateur. Nous avons convenu du code suivant :

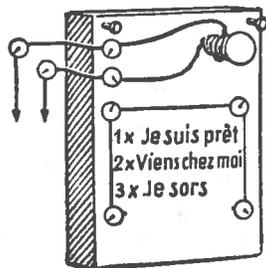


La lampe s'allume une fois : Je suis prêt.

La lampe s'allume deux fois : Viens chez moi.

La lampe s'allume trois fois : Je sors ; viens-tu avec moi ? etc.

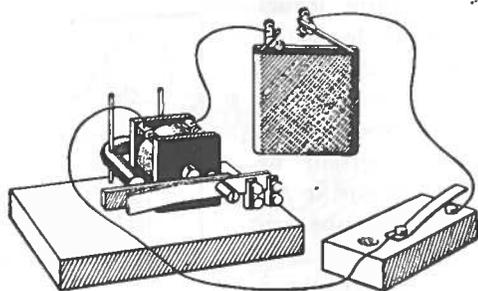
Nous avons encore établi d'autres signes conventionnels.



91. Une crécelle électrique

Absorbé par mon travail, je n'aperçois pas toujours les signaux lumineux de mon frère, c'est pourquoi nous avons décidé de transmettre des signaux sonores, que je dois entendre même quand je ne regarde pas l'appareil.

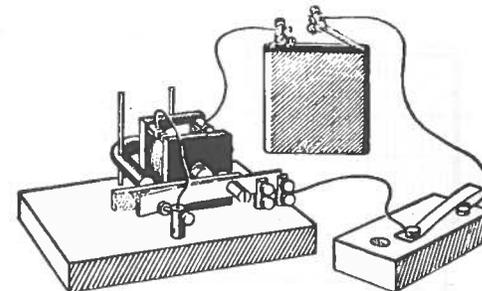
A cet effet, nous avons construit une espèce de crécelle. Nous avons vissé un fer d'armature sur un ressort d'armature au moyen d'une borne à fente traversant l'armature par un trou percé près de son extrémité. Le ressort est fixé par deux bornes à fiche au socle. Si l'on ne parvient pas à faire tenir fermement les fiches dans les trous, il suffit d'élargir la fente des fiches au moyen d'une lame de couteau. En face du fer d'armature, je place la bobine pourvue du noyau de fer en U, et je fixe ces pièces également au socle par deux clous sans tête. La bobine est reliée par un fil conducteur au manipulateur, et par un autre à la pile. Si l'on presse sur le manipulateur, l'armature est attirée et frappe un coup bien perceptible contre le noyau de fer. En abaissant et en soulevant alternativement et rapidement la lame du manipulateur, il se produit un fort bruit de crécelle, qu'il m'est impossible de ne pas entendre. Si l'armature reste « collée » au noyau après l'interruption du courant, l'inconvénient peut être évité en collant sur chaque face du noyau de fer une rondelle de papier qui empêche un contact parfait des deux pièces de fer.



La bobine est reliée par un fil conducteur au manipulateur, et par un autre à la pile. Si l'on presse sur le manipulateur, l'armature est attirée et frappe un coup bien perceptible contre le noyau de fer. En abaissant et en soulevant alternativement et rapidement la lame du manipulateur, il se produit un fort bruit de crécelle, qu'il m'est impossible de ne pas entendre. Si l'armature reste « collée » au noyau après l'interruption du courant, l'inconvénient peut être évité en collant sur chaque face du noyau de fer une rondelle de papier qui empêche un contact parfait des deux pièces de fer.

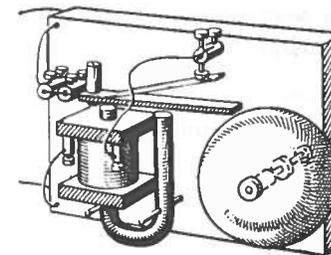
92. Un mécanisme trembleur

J'ai modifié l'appareil de l'expérience précédente de façon à pouvoir le monter à côté de mon lit. Je peux ainsi me faire réveiller électriquement. Quand je suis dans un profond sommeil, il faut un bruit plus fort pour me réveiller. Le fil de la batterie va au manipulateur, et de là il va d'abord à l'une des bornes portant le ressort d'armature. L'extrémité libre du ressort d'armature est relevée jusqu'à lui faire toucher la tête de vis de borne à fiche, montée sur le bord du socle. Dans cette borne sont vissées deux petites vis l'une en face de l'autre pour qu'elles ne se relâchent pas : un fil relie la borne à la bobine. L'autre borne de la bobine est reliée à la batterie. Quand on presse sur le manipulateur, l'armature de fer se met à vibrer en faisant un grand vacarme. Si nous nous servons de notre petit appareil, il est bon de frotter le ressort d'armature de temps à autre avec du papier de verre ou de la toile émeri, afin d'obtenir un bon contact.



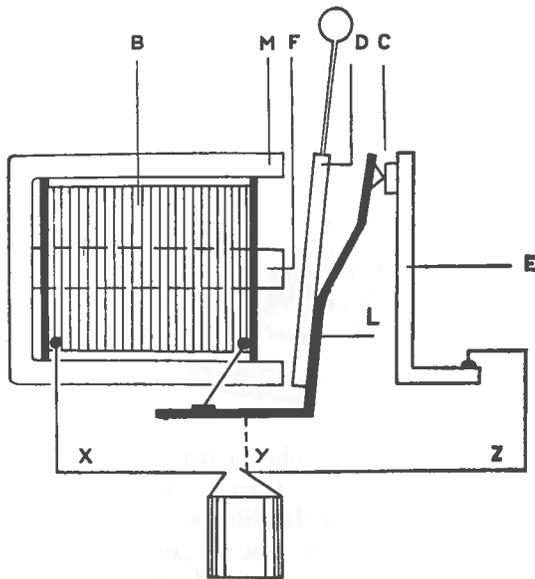
93. Nous construisons une sonnerie électrique

Savez-vous comment on construit une sonnette électrique ? Exactement comme notre appareil vibreur ; mais pour la sonnette celui-ci doit être réalisé de façon que l'armature puisse frapper contre le timbre. Introduisons la vis de liaison dans le socle depuis sa face postérieure, vissons dessus et jusqu'au socle un écrou rond. Sur l'extrémité supérieure de la vis de liaison on visse une borne à fente sur laquelle peut s'appuyer le timbre, qui est alors immobilisé par le deuxième écrou rond. Il doit se trouver à une hauteur telle que le fer d'armature puisse le frapper sur son bord. Cette sonnerie est vraiment amusante.



94. Sonnerie

Notre boîte contient une vraie sonnerie électrique dont voici le fonctionnement.



Le bobinage B est enroulé autour d'un noyau en fer F qui fait partie du circuit magnétique M. Si nous envoyons le courant d'une pile dans la bobine par les fils x et y, la plaquette en fer D, qui porte le marteau, est attirée et elle reste au collage aussi longtemps que le courant passe dans la bobine.

Nous obtenons une attraction mais pas de sonnerie.

Envoyons le courant par les fils x et z en supprimant le fil y. Nous voyons que le

courant passe dans le support E. A travers le contact C, il rejoint la lame flexible L solidaire de la plaquette D et va rejoindre la bobine.

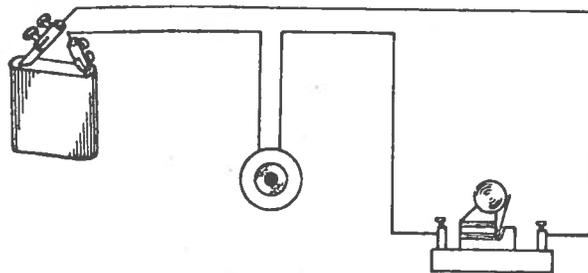
Nous obtenons une attraction. Dès qu'elle a lieu, le contact C se coupe, le marteau revient sous l'effet de la lame L et le contact C se referme. Une nouvelle attraction se produit. Nous obtenons ainsi des cycles répétés qui font retentir notre sonnette.

La fréquence de sonnerie dépend évidemment de la distance entre les contacts C au moment de la coupure, de la rigidité de la lame ressort L, du poids du marteau et de la distance du timbre.

La sonnerie de notre boîte est prête à fonctionner et nous allons faire quelques montages d'installations.

95. Montage à simple appel

Nous essaierons d'abord un montage d'appels simples par sonnerie.

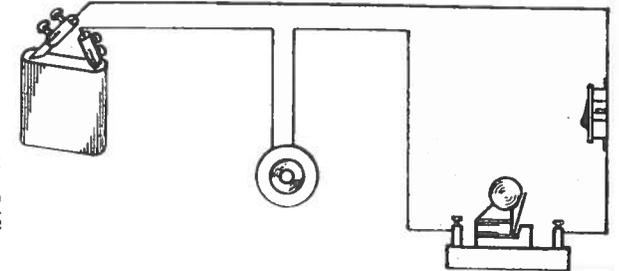


En reliant la pile à la sonnerie à travers le bouton d'appel comme indiqué sur le schéma, nous pouvons faire des appels sonores d'une pièce à une autre. En remplaçant la sonnette par une ampoule vissée dans son support, nous réalisons des appels lumineux.

96. Montage de sonnerie avec interrupteur

Dès que nous aurons constaté le bon fonctionnement de notre sonnerie, nous ferons un montage avec interrupteur.

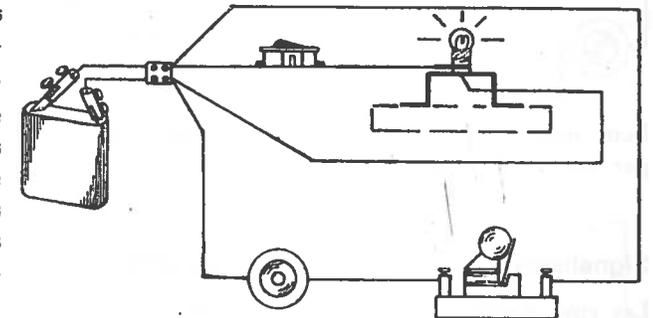
Ce schéma permet, comme dans l'expérience précédente, de faire des appels sonores. Dans le cas où on installe la sonnerie à la porte d'entrée, l'interrupteur nous permet de couper le circuit. Ce moyen peut être utilisé, par exemple, pour ne pas être dérangé la nuit.



97. Installation d'éclairage et de sonnerie

Nous continuons nos montages qui se compliqueront de plus en plus.

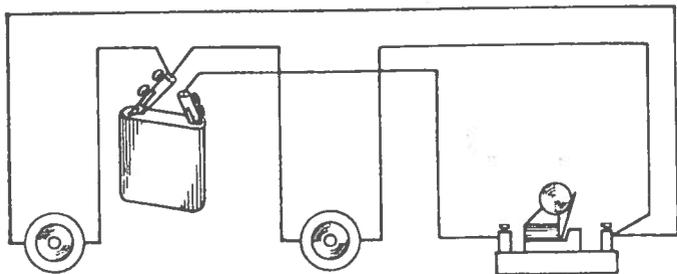
A première vue, ils se ressemblent tous mais nous verrons lors de leurs utilisations qu'ils permettent tous des combinaisons différentes.



Ce schéma nous montre une installation d'éclairage branchée en même temps qu'une installation de sonnerie. Il n'est pas nécessaire de couper la lumière pour actionner la sonnette, mais la sonnerie est toujours prête à fonctionner, même quand la lumière est éteinte.

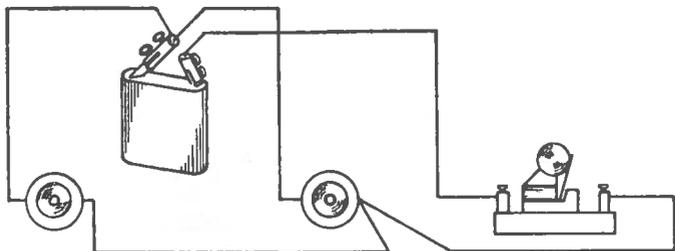
98. Sonnerie à double appel

Nous essaierons maintenant d'actionner notre sonnette depuis deux endroits différents.



Pour réaliser ce montage qui permet d'actionner la sonnerie depuis deux endroits différents, il faut acheter un deuxième bouton de sonnerie ou bien nous servirons de celui que nous

avons construit lors d'une précédente expérience. Ce même schéma peut être réalisé comme indiqué ci-dessous.



On pourra ainsi multiplier les montages à condition d'acheter quelques boutons, interrupteurs, inverseurs, bornes à fiches supplémentaires.

Pour réaliser l'essai de montage ci-dessus, nous remplacerons un des boutons par notre manipulateur.

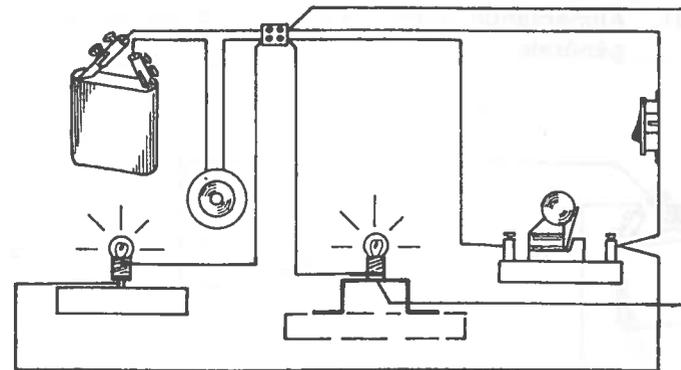
Signalisation et éclairage par commutation de circuits

Les cinq montages suivants se rapportent à des installations de signalisation, d'éclairage avec commutation de circuits.

99. Appel lumineux avec préavis sonore

On voit dans ce montage l'utilisation de notre domino bifilaire. Pour transmettre des signaux lumineux, on prévient son correspondant en appuyant sur le bouton de sonnerie, l'ampoule placée à côté du bouton de sonnerie vous montre que l'appel est bien transmis. Dès que le correspondant entend la sonnerie, il coupe l'interrupteur et la sonnerie s'arrête. La lampe située à côté du bouton de sonnerie s'éteint également.

De cette façon, l'opérateur est prévenu que son appel a été entendu et il peut transmettre ses signaux lumineux.

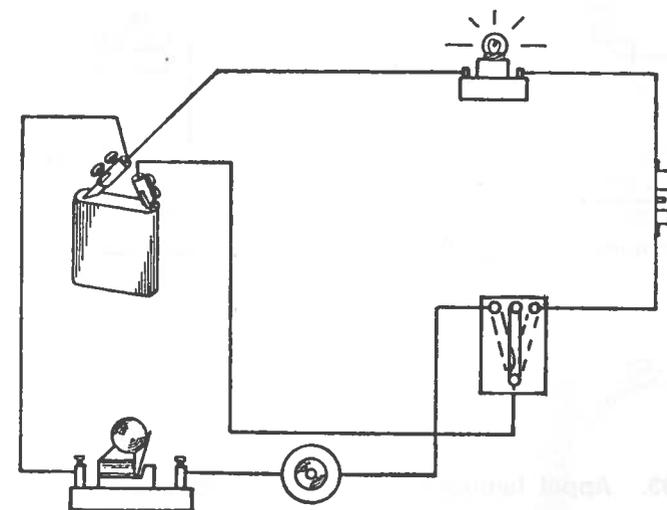


100. Alimentation d'une lampe ou d'une sonnerie par simple commutateur

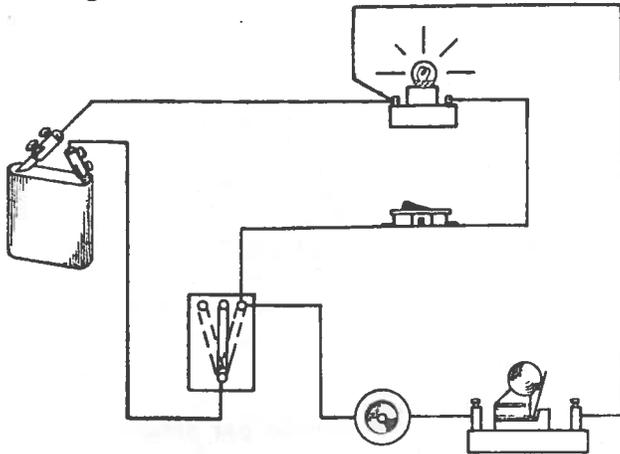
Ce schéma nous montre l'emploi du commutateur. En manœuvrant son contact vers la gauche, on réalise une installation de sonnerie commandée par le bouton d'appel.

En manœuvrant le contact du commutateur vers la droite, on réalise une installation lumière avec son interrupteur d'allumage et d'extinction.

Le plot central du commutateur n'est pas branché dans ce cas, et il sert à couper le circuit de la pile.



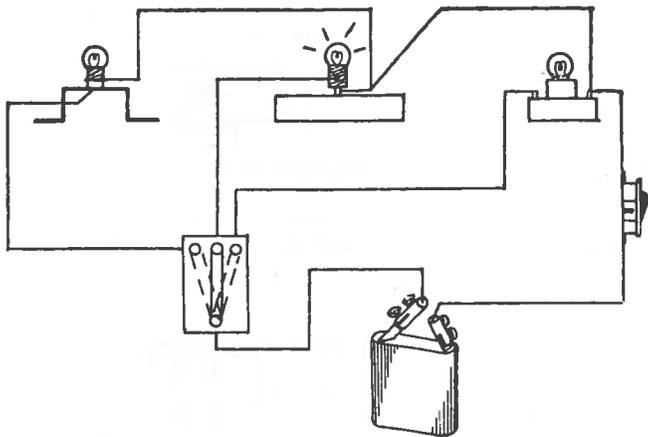
101. Alimentation d'une sonnerie et d'une lampe avec coupure générale



Ce schéma rappelle en tous points un de nos schémas précédents, mais on s'aperçoit qu'à l'aide du commutateur on a pu réaliser une coupure générale pour la mise hors circuit de la pile.

102. Commutateur de trois circuits de lampe avec allumage et extinction

Ce schéma nous permet de réaliser l'installation de trois lampes.



Suivant la position du levier du commutateur, on peut diriger l'alimentation sur l'une quelconque des trois lampes. Ensuite, on manœuvre l'interrupteur pour produire les allumages ou extinctions à volonté.

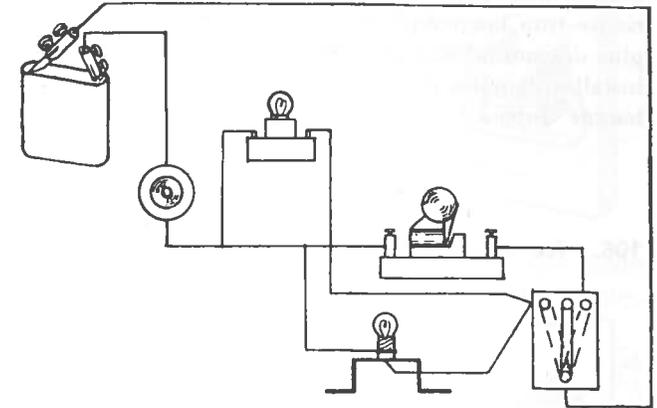
103. Appel lumineux avec préavis sonore et contrôle d'appels

Cette expérience est semblable en tant que résultat final à une expérience

précédente. On voit qu'en se servant du commutateur à trois directions, on inverse la réception d'appel sur lampe dès que la sonnerie a retenti.

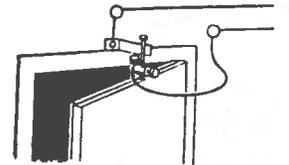
En même temps que le circuit de la lampe d'appel est établi, on établit un circuit de contrôle qui prévient l'opérateur que ses appels seront enregistrés.

L'opérateur peut contrôler sur sa propre lampe les signaux qu'il envoie à distance.



104. La sonnette de magasin

Voici une autre installation. La sonnerie retentit quand on ouvre la porte, parce que le clou sans tête fixé au haut de la porte frotte contre la lame de laiton recourbée en forme d'un « S » ouvert, permettant ainsi le passage du courant.

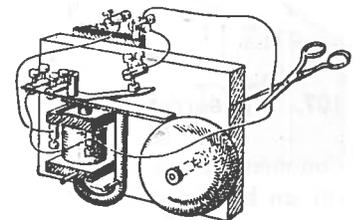


105. Sonnerie de sécurité

Pour la protection contre le vol, il faut un dispositif spécial d'alimentation de sonnerie.

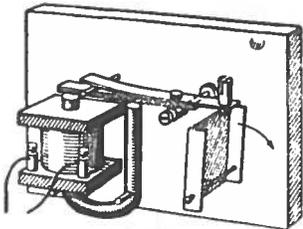
Le cambrioleur rusé qui aperçoit une ligne électrique partant de la porte pourrait avoir l'idée de couper les fils afin que la sonnette ne le trahisse pas. Mais il existe des installations de sûreté dans lesquelles la sonnette retentit précisément quand on coupe les fils. N'est-ce pas curieux ? Pourtant c'est très simple !

Il s'agit d'une sonnette électrique ordinaire. La pile doit être placée à proximité immédiate de la sonnette. Ce qui est nouveau, c'est un deuxième fil très long, reliant la source de courant à la bobine ; grâce au courant passant par ce fil, l'armature reste collée contre le noyau jusqu'à ce que le fil soit coupé. A ce moment, l'armature se détache du noyau et la sonnerie retentit sans arrêt, jusqu'à ce que



le courant soit interrompu. Votre ami sera étonné quand vous lui donnerez des ciseaux pour lui faire couper le fil. Ne faites pas durer cette expérience trop longtemps, car pendant que la sonnerie ne marche pas, elle utilise plus de courant que pendant qu'elle retentit. Les appareils de sûreté similaires installés dans les maisons ont des sonneries spéciales, reliées à des batteries de longue durée.

106. Ne fracturez pas mon tiroir



Vous avez certainement un tiroir dans lequel vous rangez ce qui vous appartient. Vous ne tenez pas à ce que l'on fouille dans ce tiroir et c'est pourquoi vous installez un appareil électrique qui vous indiquera quand vous rentrerez à la maison si quelqu'un a cherché quelque chose dans ce tiroir. Je vous laisse le soin de trouver un dispositif suivant lequel deux fils doivent se toucher quand on ouvre le tiroir ; le

courant peut alors circuler et un volet s'abaisse dans un appareil de signalisation. Il reste dans cette position jusqu'à ce que vous le releviez de la main.

Le volet, comme le montre la figure, est exécuté avec un morceau de carton approprié. Les deux bords repliés sont perforés et traversés par une épingle, servant de charnière, et dont la pointe est enfoncée dans le socle. Le fer d'armature complété par le ressort d'armature est vissé sur une borne à fiches.

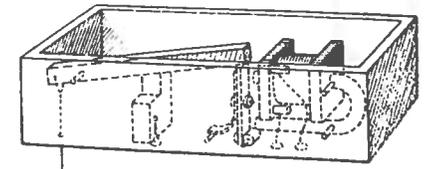
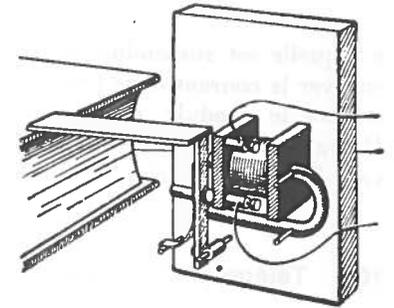
Si la petite vis ne parvenait pas à unir étroitement le fer et le ressort, parce qu'elle est trop longue, il suffirait de placer un petit disque de carton sous sa tête. La vis de liaison est alors passée à travers la borne à fiche et fixée dans le socle. Veillez à ce que l'écrou, vissé derrière le socle, ne soit pas trop serré, afin que les mouvements pendulaires ne soient pas freinés. Pour éviter que l'armature ne reste appliquée aux pôles de l'aimant, nous collons de nouveau sur ceux-ci un petit morceau de papier.

107. La serrure électrique secrète

Comment faut-il procéder pour qu'un tiroir ne s'ouvre que par une pression sur un bouton secret. Le montage d'une serrure électrique est digne d'un vrai

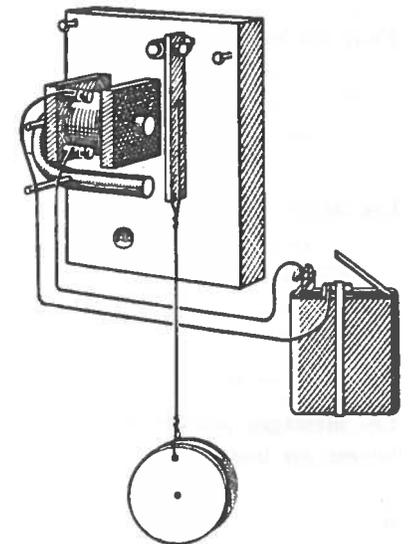
électricien. Vous y trouverez du plaisir, et, par votre science, vous en imposerez à vos camarades.

Procédons d'abord au montage du socle. L'objet principal est à nouveau l'électro-aimant. Le ressort de l'armature a été remplacé par un ressort plus court de commutateur. La figure montre comment, en se servant d'un livre en guise d'appui, on peut placer sur l'armature en fer une règle qui ne s'y appuie que sur une largeur de 1 millimètre. Quand on met l'appareil en circuit, la règle tombe sur le sol. A la place de la règle, on peut supposer un verrou de serrure. Vous pouvez vous rendre compte, sur la figure, comment on peut monter, à l'intérieur du tiroir, un verrou constitué par une forte latte de bois. Le noyau de la bobine et le verrou sont fixés au moyen de clous sans tête enfoncés à l'intérieur du tiroir. Le fer d'armature est fixé latéralement à une borne pour fiches. Quand l'armature s'applique aux deux pôles de l'électro-aimant, le verrou tombe et alors seulement le tiroir peut être fermé. Si l'on tire ensuite la ficelle (à gauche sur la figure), le verrou est soulevé et l'armature revient en arrière. Le tiroir ne s'ouvrira qu'au moyen d'une pile de lampe de poche dont les lames seront appliquées contre deux punaises auxquelles aboutissent les extrémités des fils conducteurs de la bobine. Vous pouvez naturellement imaginer un endroit plus discret pour établir le contact.



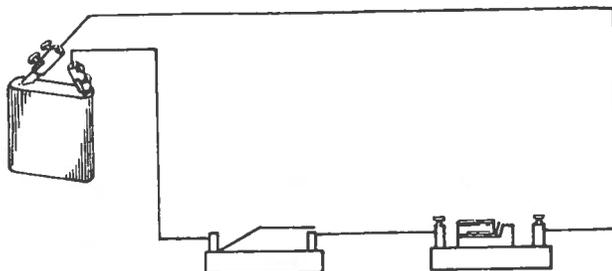
108. Une horloge électrique

Nous savons que chaque horloge est munie d'un pendule, mû par des poids ou par la force d'un ressort. Mais il existe également des horloges mues par le courant électrique. Bien que nous ne puissions pas fabriquer une véritable horloge, nous allons cependant essayer de mouvoir un pendule au moyen du courant électrique. A cet effet, nous fixons le socle contre un mur au moyen de clous. Devant l'électro-aimant, nous suspendons le fer d'armature à la vis latérale d'une borne à fiche, elle-même montée sans frottement sur la vis de liaison. Nous avons attaché à l'armature en fer une ficelle de 1 mètre de longueur au moins,



à laquelle est suspendue la poulie, en guise de lentille de pendule. On peut envoyer le courant dans l'électro-aimant depuis un endroit éloigné et faire ainsi osciller le pendule, en pressant simplement sur la lame longue de la pile. Il faut établir le contact chaque fois que le pendule commence à se mouvoir vers l'aimant. Finalement, les oscillations atteignent une grande amplitude.

109. Télégraphie. — Alphabet Morse



Nous nous servons maintenant de notre manipulateur pour apprendre un peu de télégraphie.

Le schéma nous montre une installation de buzzer avec son manipulateur. Il appartient maintenant au jeune télégraphiste d'apprendre l'alphabet Morse, afin de pouvoir transmettre télégraphiquement des messages complets.

Voici cet alphabet :

- e	— t
-- i	--- m
... s	---- o
.... h	----- ch

Pour les lettres suivantes, les points et les traits sont combinés ainsi :

--- n	... u	... r
--- d	... v	--- k
--- b	... l	--- g
--- a	... f	--- w

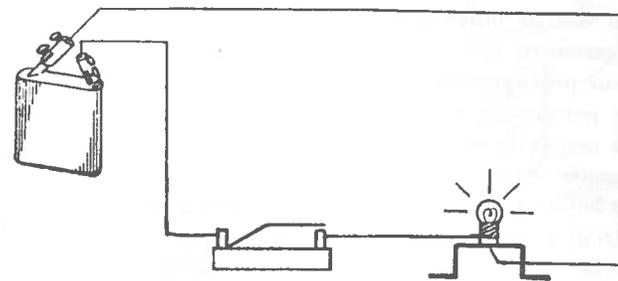
Les lettres suivantes sont plus difficiles à retenir :

... ue	... æ	... j
... x	... c	... y
... z	... p	... q
... é, è	... ê	... â
		... ç

Les messages peuvent être transmis à distance par fil. Il suffit d'installer le buzzer au bout d'une ligne longue genre ligne téléphonique.

110. Télégraphie optique

Dans cette expérience, le buzzer est remplacé par une lampe afin de pouvoir transmettre à distance des messages de nuit en code Morse. Les deux expériences précédentes de transmission pourront être complétées par la transmission en code chiffré en vous servant des chiffres de 1 à 0.

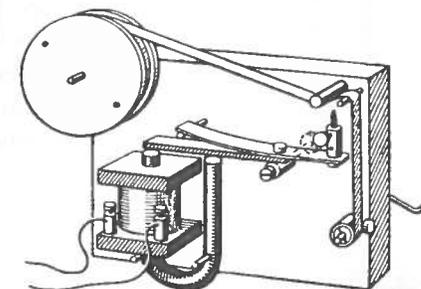


1 .-----	6 -----
2 ..-----	7 -----
3 ...-----	8 -----
4-----	9 -----
5-----	0 -----

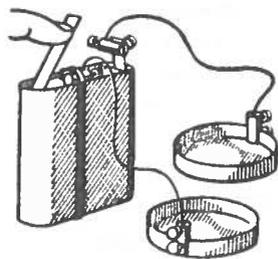
111. Réception du Code Morse

Si votre appareil doit pouvoir écrire, il faut le munir de papier et d'une pointe susceptible de tracer à chaque mouvement qu'on lui imprime. Chaque fois que le courant fait mouvoir un objet, c'est grâce à un électro-aimant.

Adaptons donc la bobine avec son noyau sur le socle, au moyen de deux longs clous sans tête. Le fer d'armature est vissé, en même temps qu'un ressort d'armature, à une borne pour fiches dans laquelle passe la vis de liaison, qui sert à fixer le tout sur le socle. Si la petite vis ne parvenait pas à unir étroitement le fer et le ressort, parce qu'elle est trop longue, il suffirait de placer une petite rondelle de carton sous sa tête. De l'arrière, on visse alors l'écrou, en veillant à ce que la borne ne soit pas immobilisée. Dans le trou de l'extrémité du ressort d'armature qui dépasse est montée une borne à fente, dans laquelle est adaptée une mine de crayon très tendre. En face de celle-ci, on monte le noyau de fer droit dans le grand trou ménagé à cet effet dans le socle. La mine de crayon doit



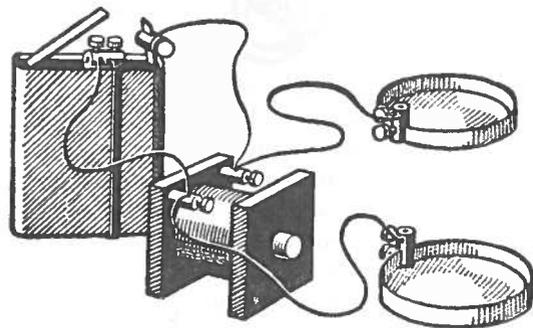
avoir une longueur telle qu'elle appuie contre le noyau de fer quand l'armature est attirée. On peut également obtenir le même résultat en pliant légèrement le ressort. Pour éviter que le fer d'armature ne s'écarte trop, un clou sans tête lui sert de butée supérieure. L'extrémité du ressort au-dessus de la bobine est légèrement cambrée vers le haut, afin qu'elle s'applique contre le clou butoir pour provoquer l'écartement de l'armature des pôles de l'aimant. Notre dispositif ne permet d'écrire que sur une bande étroite de papier ; votre papier enroulé en serpentín se prête fort bien à cet emploi ; il peut se rouler sur la poulie montée au moyen d'un clou sans tête fiché dans le trou à l'angle du socle. La bande de papier est passée ensuite sous le noyau de fer droit, sur un clou, puis enroulée sur une borne pour fiches que l'on fait tourner lentement au moyen de la manivelle ; ainsi la bande de papier passe lentement en face de la pointe traçante. Lorsqu'on exerce une pression de courte durée sur le manipulateur, la mine de crayon trace un point sur le papier, et si la pression dure plus longtemps, le crayon trace un trait. Vous verrez que l'appareil écrit réellement, mais, hélas ! pas très vite.



112. Peut-on s'électriser au moyen de la pile de la lampe de poche ?

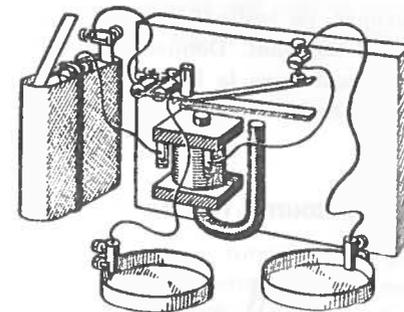
Pour s'électriser, il faut saisir dans chaque main un objet métallique d'une certaine importance. Nous choisissons la boîte métallique et son couvercle. Fixons une borne pour fiches à laquelle aboutit un fil conducteur à chacune de ces pièces et relierons les deux extrémités des fils à la pile. Comme d'habitude, la lame longue sert de manipulateur. Demandez à

un camarade d'appuyer sur le manipulateur. Vous ne ressentez rien ! Intercalez alors la bobine, munie du noyau de fer droit, entre la batterie et les deux pièces de métal, de sorte que le courant puisse passer en même temps dans la bobine et dans les pièces de la boîte utilisées en guise de poignées. Maintenant, vous êtes électrisé quand on manœuvre le manipulateur !



113. Un appareil à électriser

Pour nous dispenser d'interrompre et de rétablir alternativement le courant au moyen du manipulateur, nous construisons un appareil à électriser. Le montage de celui-ci est identique à celui de notre sonnette de l'expérience 88 ; toutefois, la borne à fiche contre les vis de laquelle s'applique le ressort relevé, ainsi que l'une des deux bornes solidaires de l'armature sont reliées par des fils aux boîtes métalliques. Et maintenant faites voir votre savoir et électrisez tous vos camarades. Pour exécuter ces expériences, vous pouvez vous servir de votre manipulateur pour réaliser les impulsions de courant.

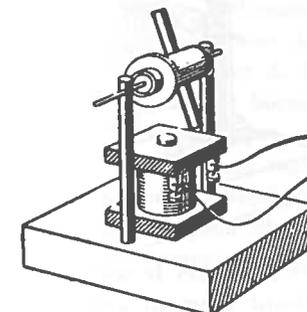


114. La pièce de monnaie dans la cuvette

On ressent le courant de façon particulièrement violente quand on a les mains mouillées. Je suppose que votre appareil marche bien. Vous pouvez alors avec une pièce de monnaie faire une farce. Jetez la pièce au fond d'une cuvette contenant de l'eau. Faites vibrer votre appareil et dites à votre ami de prendre d'une main le couvercle en fer blanc et de plonger l'autre dans la cuvette pour retirer la pièce de monnaie. Vous plongerez en même temps la boîte métallique dans l'eau. Il lui sera impossible de fermer sa main car le courant lui contracte le bras convulsivement. Ses contorsions ne manqueront pas d'amuser les spectateurs.

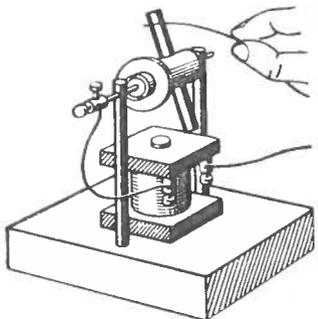
115. Le fer tournant

Nous avons déjà construit diverses sortes d'appareils, et nous avons utilisé presque toutes les pièces de notre laboratoire. Il reste entre autres le cylindre en matière plastique traversé en son milieu par une tige en fer. Si on introduit l'axe mince du cylindre dans les trous des deux barres de fer de 6 centimètres de longueur, et que l'on monte soigneusement cet ensemble dans les trous de la planchette du moteur, en veillant à ce que l'axe ne soit pas coincé, on pourra faire tourner le fer en lui donnant une petite impulsion avec le doigt. Il serait plus intéressant de créer un dispositif dans lequel on fait intervenir le courant électrique



pour faire tourner le fer. A cet effet, nous plaçons l'électro-aimant sous le fer tournant, en veillant à ce que son noyau soit exactement en face de l'extrémité du fer tournant. Donnons d'abord à celui-ci une position oblique et envoyons le courant dans la bobine. Immédiatement, le fer est attiré et décrit un petit arc de cercle.

116. Il tourne réellement

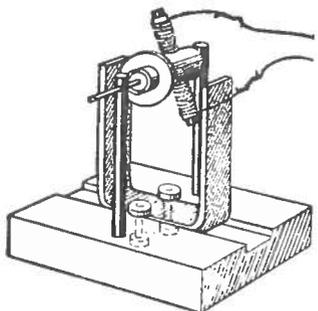


Si l'on parvenait à lancer le courant dans le conducteur chaque fois que le fer commence à s'approcher du noyau de l'électro-aimant, et à le couper dès que le fer tournant est parvenu en face du noyau, le fer devrait tourner sans s'arrêter. Demandons au courant de produire lui-même sa fermeture et sa rupture. A cet effet, nous relions par un fil conducteur la bobine à la borne à fente montée librement sur l'axe, tandis que le fil libre, venant de la batterie est mis en contact avec le fer tournant dans

la position indiquée sur la figure. Un courant de courte durée passe alors par le fer dans l'axe et de là dans la bobine. Des contacts successifs se produisent en même temps que la rotation du fer.

117. Un aimant tournant

Au moyen du fer tournant, nous pouvons faire un électro-aimant en le garnissant d'un fil conducteur. Sur chacune des moitiés libres du fer, nous enroulons environ 100 spires. Comme d'habitude, nous avons collé un papier isolant sur le fer. Les extrémités du conducteur sont libres sur 20 cm environ. Les deux fiches d'appui de moteur fixées dans le socle servent de nouveau de support à l'électro-aimant tournant. Le dessin montre comment l'aimant en fer à cheval est fixé sur le socle pour permettre à l'électro-aimant tournant de se mouvoir entre ses pôles. L'aimant a été glissé dans la rainure pratiquée dans la face supérieure de la planchette du moteur. Deux vis provenant de bornes sont pas-

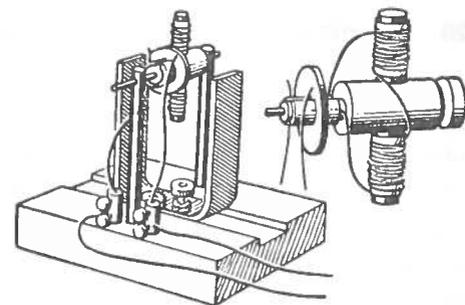


sées à travers le socle par en dessous, à travers les trous chambrés, et immobilisant l'aimant grâce aux écrous ronds vissés par-dessus. Par inversion des

contacts à la batterie, nous envoyons le courant alternativement dans un sens puis dans l'autre dans la bobine tournante. Nous remarquons que celle-ci tourne tantôt à gauche tantôt à droite. On pourrait en faire un signal tournant parfait comme celui que nous avons construit antérieurement.

118. Un moteur électrique

Si l'on inversait le sens du courant chaque fois que l'aimant rotatif arrive près d'un pôle de l'aimant, il se produirait un mouvement de rotation continu, mais celui-ci cesserait bientôt par suite de l'enroulement des deux conducteurs. Ceci peut être évité si l'arrivée et le départ du courant s'effectuent par deux ressorts frotteurs et deux demi-bagues de contact. Sur le cylindre en matière plastique de l'aimant tournant se trouve un anneau en carton qui fixe deux demi-coquilles de contact. Les parties libres des conducteurs de la bobine sont enroulées jusqu'au bout sur l'aimant tournant et chacune des extrémités dénudées est introduite sous l'une des coquilles de contact. A cet effet, on retire l'anneau de fixation, on applique les extrémités des fils sous les coquilles de contact et on remet l'anneau de fixation en place ; il est indispensable que les fils présentent un bon contact avec les demi-coquilles. En revanche, celles-ci ne doivent avoir aucun contact entre elles soit directement, soit indirectement par l'axe. Il est important que la ligne qui sépare les deux demi-coquilles soit exactement dans le même plan que l'axe moyen du noyau de fer de la bobine tournante. Notre fer tournant bobiné est devenu un rotor de moteur.



Vérifions au moyen d'une petite lampe si les connexions sont réellement parfaites. Mettons ensuite le rotor dans la position verticale et touchons les coquilles de contact avec les extrémités dénudées des conducteurs venant de la batterie. Ces fils sont amenés à deux bornes à fiche fixées dans le socle ; bornes dans lesquelles on aura pincé les ressorts frotteurs de façon à faire appuyer ces derniers sur les coquilles de contact. On donne une légère impulsion au rotor pour qu'il se mette à tourner rapidement par la suite. Notre appareil est devenu un vrai petit moteur électrique, et il nous fait d'autant plus plaisir qu'il est le produit de notre travail. L'ensemble des coquilles de contact avec leur rondelle s'appelle le collecteur du moteur.

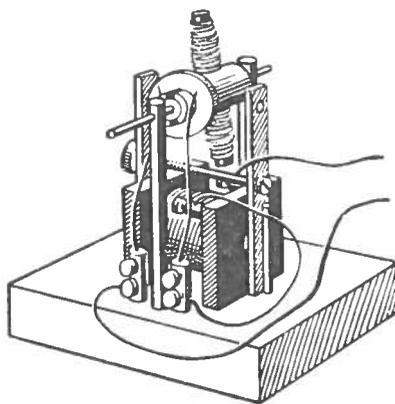
119. Le moteur doit travailler

Un petit moteur ne devient vraiment intéressant que s'il est capable d'entraîner quelque chose. Plaçons donc le socle de notre moteur tout près de la planchette du commutateur, sur laquelle est fixé le bâton de bois. Nous traversons ce dernier par un clou sans tête servant d'axe à la poulie. L'élastique doit servir de courroie entre la poulie de l'arbre du moteur et la roue. Bien que le moteur tourne très vite, la rotation de la roue est lente. Combien de tours doit faire l'arbre du moteur pour un tour de la grande roue ?

120. Un moteur alimenté par le courant alternatif

ne fonctionne que si l'on utilise, à la place de l'aimant permanent, un électro-aimant, c'est-à-dire notre bobine à noyau droit. Nous devons veiller à ce que les pôles soient orientés vers le haut, comme c'était le cas pour l'aimant permanent.

Nous utilisons à cet effet les deux fers plats que nous appliquons contre les deux extrémités du noyau de fer. Deux clous sans tête fichés dans le socle de part et d'autre des fers plats et la vis de liaison donnent à l'ensemble la rigidité voulue. A la partie supérieure, la distance entre les deux fers plats doit être telle qu'elle permette une rotation aisée de l'armature du moteur. Si ce n'était pas le cas, on pourrait y remédier en intercalant des morceaux de carton.



Depuis les deux bornes à fiches s'élèvent les ressorts frotteurs qui appuient contre le collecteur. La connexion est établie de telle sorte que le courant passe d'abord dans la bobine, puis de celle-ci dans le ressort frotteur qui appuie sur la première demi-coquille. Par le deuxième ressort de contact, il retourne à la batterie. Après avoir reçu une légère impulsion, le moteur se met à tourner, alimenté provisoirement par le courant d'une bonne pile.

Pour inverser le sens de rotation du moteur, il suffit de croiser les deux fils qui arrivent aux ressorts frotteurs.

121. Transformateur.

Pour alimenter notre moteur de l'expérience précédente, nous disposons dans notre boîte d'un transformateur. Avant de le raccorder au secteur alternatif de notre appartement, nous contrôlons d'abord la position de notre fusible. Sous la plaque de base nous voyons en effet un fusible et les positions 127 V - 220 V ; nous engagerons donc notre fusible dans la douille correspondante à la tension de notre secteur.

Ensuite, nous branchons notre prise de courant. A la sortie basse tension, nous raccordons comme pour l'essai précédent sur 4 volts entre la borne 1 et 2 ou 8 volts entre les bornes 2 et 3. Attention ! sous 8 volts, nous risquons d'échauffer notre bobine et de la détériorer. Notre transformateur peut également donner du 12 volts entre les bornes 1 et 3.

122. Constitution d'un transformateur.

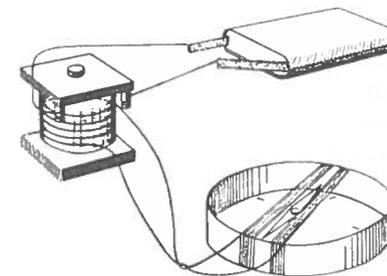
Un transformateur se compose essentiellement d'un circuit magnétique dont la forme varie suivant le constructeur, la puissance, etc. Ce circuit est muni de deux enroulements bien distincts. Le premier enroulement, ou « primaire », que nous avons relié au secteur et le deuxième enroulement, ou « secondaire », où nous recueillons du courant.

123. Courant induit.

Nous allons, dans cette expérience, voir de plus près comment fonctionne notre transformateur. Prenons notre bobine carrée et munissons-la de son noyau de fer comme nous l'avons fait lors de l'expérience n° 42. En nous servant de notre fil de connexion, nous ferons plusieurs tours de fil autour du bobinage et nous dénuderons les extrémités.

Ensuite, nous branchons notre galvanomètre aux deux extrémités des spires que nous venons de réaliser et nous attendons que l'aiguille de notre galvanomètre soit bien au repos et parallèle à son bobinage.

Nous prendrons de plus la précaution de faire le précédent raccordement avec des fils très longs afin d'éloigner notre galvanomètre le plus possible de la



bobine rouge. Une fois notre montage réalisé, nous touchons pendant un court instant avec les languettes de la pile de lampe de poche les bornes de notre bobine.

Nous verrons l'aiguille de notre galvanomètre accuser une petite secousse. Quand le courant se coupe, nous observerons une deuxième secousse en sens inverse. Invertissons notre pile et recommençons l'expérience. Nous verrons notre aiguille dévier à l'envers de la première fois.

Ces déviations ont été obtenues sans qu'il y ait une liaison directe entre la pile et la bobine rouge.

Si nous recommençons en touchant les extrémités de la pile plusieurs fois de suite et très brièvement, nous constaterons que l'aiguille du galvanomètre s'animerait d'un balancement.

Que s'est-il passé ?

Chaque fois que le courant a passé dans les spires de notre fil de branchement, il a créé une aimantation de notre noyau de fer et ce sont les variations de ces aimantations qui, elles, ont créé un courant dans notre bobine. Ce courant s'appelle courant induit, et notre transformateur est construit sur ce principe.

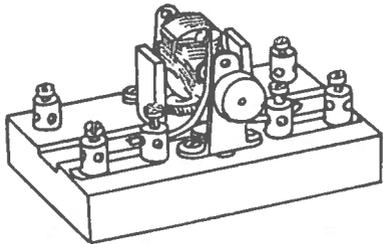
124. Moteur à 3 branches.

Nous nous sommes servis pour les différentes expériences des diverses pièces de notre boîte. Il nous reste encore à examiner de près notre moteur.

Il comprend essentiellement un stator qui, dans le présent cas, est constitué par un aimant permanent, et un rotor que nous examinerons de très près.

Ce rotor comprend en effet trois bobines qui, à l'arrière, sont reliées ensemble et à l'avant viennent aboutir chacune sur une petite lame de laiton dont l'assemblage constitue le collecteur. L'ensemble bobine-collecteur est appelé induit du moteur (rotor).

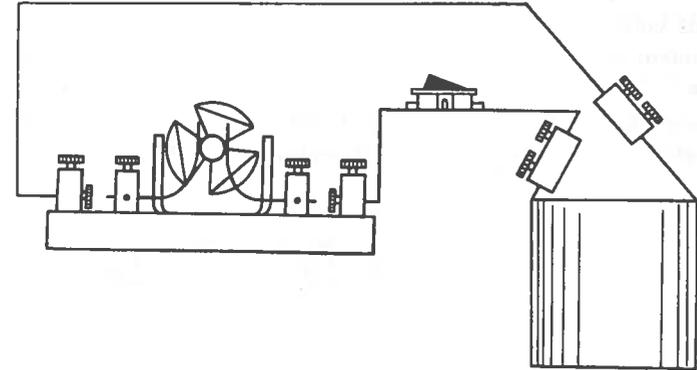
Deux frotteurs d'amenée de courant appuient de part et d'autre sur le collecteur et leur but est d'alimenter à tour de rôle et à temps voulu les bobines de l'induit.



Nous pouvons réaliser quelques montages classiques avec ce type de moteur avant de le transformer en moteur universel permettant son alimentation en courant continu de notre pile ou en courant alternatif de notre transformateur.

125. Alimentation d'un moteur avec arrêt par interrupteur.

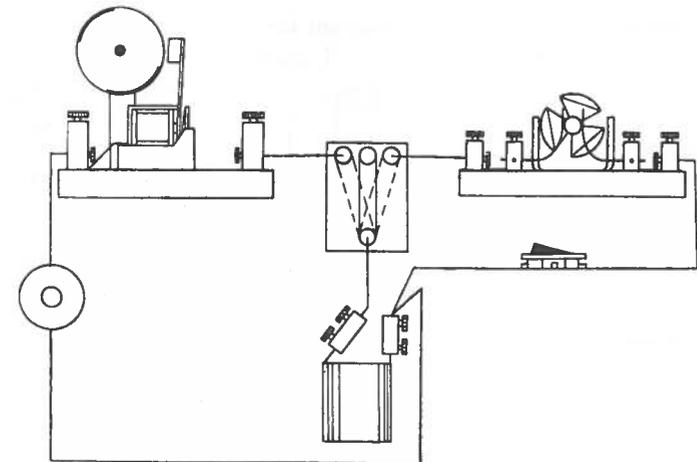
A l'aide de l'interrupteur, on commande la mise en marche et l'arrêt du moteur. Dans ce premier montage simple, l'inversion du sens de rotation n'est pas prévue, mais il est possible de la réaliser soit en inversant les deux fils sur la pile ou encore en changeant de côté les fils sur le moteur.



126. Alimentation séparée du moteur et de la sonnerie.

Nous nous servirons maintenant pour les trois essais futurs du commutateur à trois directions que nous trouvons dans le coffret.

Dans ce montage, on branche le moteur comme on l'a fait précédemment. Suivant la position du commutateur, on peut réaliser soit la mise sous tension du circuit sonnerie, soit la mise sous tension du moteur, mais jamais les deux en même temps.



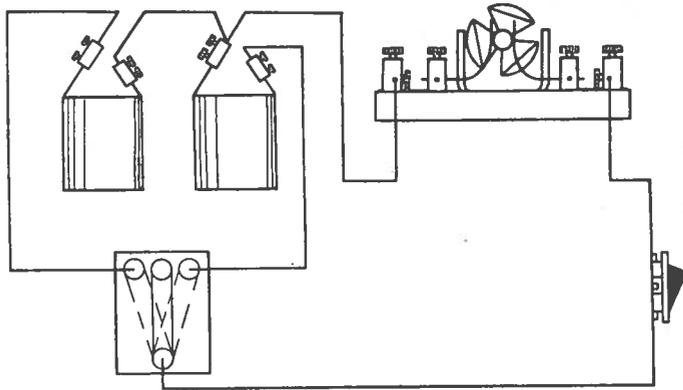
127. Inversion de marche du moteur.

Nous employons deux piles de 4,5 volts branchées en série comme indiqué précédemment sur le livret.

Les extrémités 9 volts des piles sont reliées au commutateur tandis que le fil qui relie les deux piles entre elles va également au moteur.

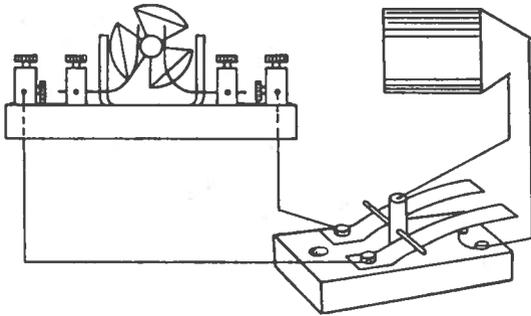
En basculant votre commutateur soit sur le plot de gauche, soit sur le plot de droite, le moteur est alimenté soit par l'une, soit par l'autre des piles, mais en sens inverse.

Nous inversons donc les sens de rotation. L'alimentation du moteur sera coupée soit en mettant le commutateur sur le plot central, soit en coupant l'interrupteur.



128. Marche avant - Marche arrière.

Nous avons construit un inverseur de courant lors de l'expérience n° 87. Si nous avons par hasard démonté cet appareil, il nous est facile de le reconstruire, et nous pouvons ainsi faire la marche avant et la marche arrière de notre moteur à l'aide d'une seule pile.



En appuyant alternativement sur l'une ou l'autre des lames de l'inverseur, le moteur change de sens de rotation.

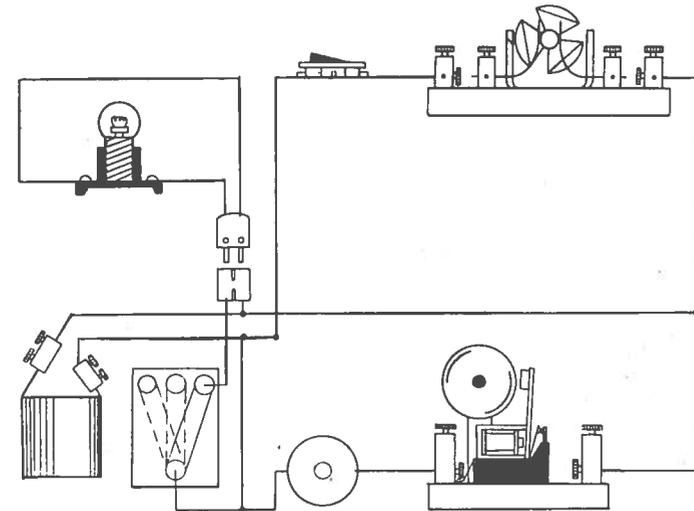
129. Installation générale.

Dans ce schéma, on voit l'installation générale d'une lampe, d'une sonnerie et d'un moteur.

La lampe peut être branchée grâce à sa prise de courant. Le circuit est alimenté à travers le commutateur qui, dans ce cas, fait office d'interrupteur.

La sonnette reste branchée une fois pour toutes et pourra être actionnée par le bouton de sonnerie.

Le moteur sera mis en route ou arrêté à l'aide de l'interrupteur. Pour réaliser ce montage, on se servira des dominos qui ne sont pas figurés.



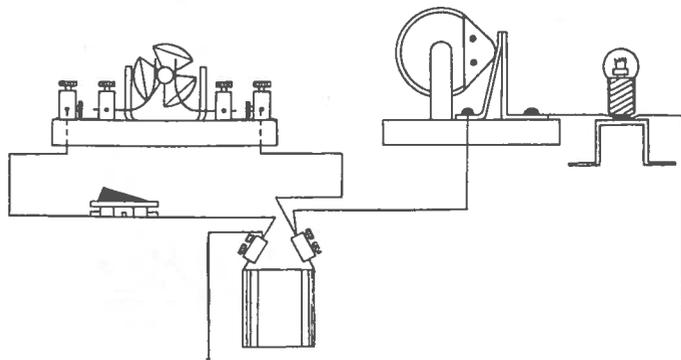
Notre moteur étant muni d'une poulie, il nous est facile d'imaginer des montages d'entraînement de petits mécanismes mécaniques ou électriques.

130. Feux clignotants

Nous vous donnons ci-dessous, à titre d'exemple, une réalisation de feux clignotants.

Nous entraînerons à l'aide de notre moteur un petit montage comportant une poulie en bois ; sur le côté de la poulie, nous fixerons un morceau de tôle ou de bois afin de réaliser une came. Le support de la poulie sera muni de deux lames de laiton pliées de façon telle qu'elles ne se touchent qu'au moment où la came les appuie l'une contre l'autre.

Par ailleurs, nous avons branché une lampe dont l'interrupteur est justement réalisé par ces deux lames. Quand on ferme l'interrupteur, le moteur se met à tourner. Il entraîne la poulie et, partant, la came.



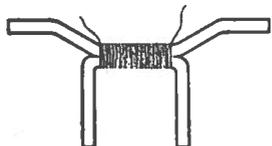
Le contact se ferme et s'ouvre et fait clignoter la lampe. Il existe évidemment des moyens différents de fermer ce contact à intervalles réguliers et nous ne donnons celui-ci qu'à titre d'indication.

131. Nous supprimons la pile.

Au cours de l'expérience n° 118, nous avons vu qu'il est possible de remplacer l'aimant (stator) de notre moteur par un électro-aimant. Nous allons donc transformer notre moteur des expériences précédentes en un moteur fonctionnant aussi bien sur pile que sur transformateur. Nous construisons un moteur universel.

132. Stator du moteur universel.

Notre coffret contient un stator en acier doux. Nous allons le munir d'un bobinage pour en faire un électro-aimant. Nous isolons la partie centrale avec du ruban adhésif ou scotch pour éviter que notre bobinage vienne toucher le stator. Une fois cet isolement réalisé, nous prendrons notre fil émaillé 25/100 et nous enroulerons 180 spires sur la partie isolée en trois ou quatre couches en ayant soin de bien ranger le fil.



Nous laissons 10 cm de fil au début et à la fin du bobinage pour permettre de faire les raccordements ultérieurs, et pour finir nous enroulons une couche de ruban adhésif sur le bobinage pour que ce dernier soit protégé extérieurement.

133. Moteur universel.

Pour construire notre moteur universel, il faut d'abord démonter notre moteur à aimant permanent.

Dévissons d'abord la poulie de notre rotor. Ensuite enlevons le support du rotor côté opposé aux balais. Ecartons délicatement les balais pour sortir le rotor bobiné 3 branches que nous posons soigneusement à l'écart.

Ensuite, nous dévissons les deux écrous moletés qui maintiennent l'aimant et nous retirons l'aimant, les écrous moletés et les vis de fixation correspondantes. Munissons notre aimant permanent d'une plaquette en fer comme armature avant de le ranger dans notre coffret.

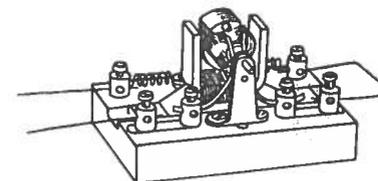
Nous fixons notre stator bobiné à l'aide des deux vis à bois à l'emplacement prévu sur le socle en bois et ensuite nous remontons le rotor entre ses deux supports en faisant passer l'axe par les trous supérieurs des supports.

Bien écarter les balais frotteurs avant d'engager le premier côté du rotor. Fixons le deuxième support (côté opposé au collecteur) et remontons la poulie pour limiter le jeu latéral comme dans le cas du moteur à aimant permanent.

Il nous reste maintenant à faire le branchement définitif du stator.

Nous dénudons les fils émaillés (entrée et sortie du bobinage) pour les raccorder aux bornes arrières de la plaque support en bois.

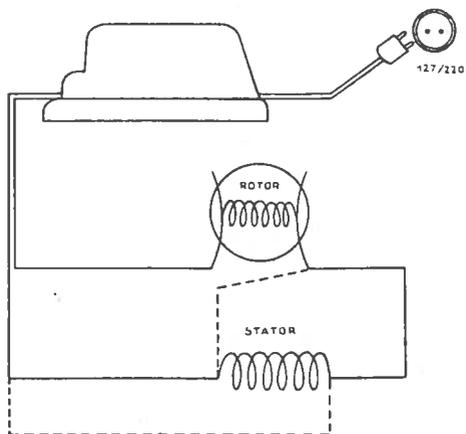
Ensuite, nous relient une des bornes arrière à l'une des bornes de frotteurs et nous avons de cette façon fait le branchement en série du stator et du rotor.



Notre moteur peut être branché sur une pile en alimentant les deux bornes restées libres, l'une allant au stator l'autre au rotor, et notre moteur se met à tourner. En inversant la polarité de la pile, le moteur tourne toujours dans le même sens, car nous avons inversé en même temps le courant dans le stator et dans le rotor.

Branchons notre moteur à la sortie 4 volts ou 8 volts du transformateur, il fonctionne également.

134. Branchement définitif du moteur.



Notre moteur pouvant fonctionner avec le courant de notre transformateur, vous trouvez ci-contre le schéma du branchement complet.

Il faut évidemment d'abord vérifier la position du fusible du transformateur, et voir si elle correspond bien à la tension du secteur.

Ensuite, nous branchons deux fils aux bornes 4 volts à la sortie et nous les connectons à notre moteur comme le montre le schéma.

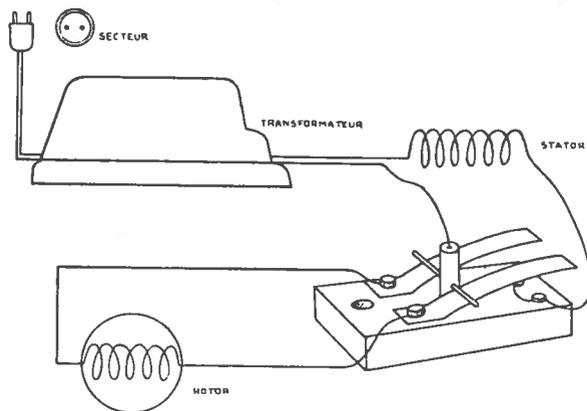
Pour obtenir une vitesse plus

grande et une puissance supérieure, nous raccordons notre moteur sur la sortie 8 volts de notre transformateur.

Le courant est établi et coupé à volonté par l'interrupteur inséré en série dans le circuit basse tension.

135. Marche arrière du moteur universel.

Pour obtenir la marche arrière du moteur universel, il faut inverser le courant du stator par rapport à celui du rotor. Nous pouvons donc croiser la connexion



de mise en série de ces deux éléments comme indiqué en pointillés sur le schéma du paragraphe précédent, ou mieux encore, réaliser l'inversion avec un inverseur que nous construisons nous-mêmes comme précédemment.

Il nous suffit de réaliser le branchement comme indiqué ci-contre .

136. Généralités.

Nous avons fait connaissance maintenant avec quelques éléments de base de l'électricité et nous les avons mis en évidence avec une simple pile. Notre coffret contient également un transformateur permettant, dans certaines expériences, de s'affranchir de cette pile.

Il est inutile de vous dire que nous n'avons fait qu'effleurer le problème, mais peut-être ces premières notions vous incitent-elles à aller plus avant, à apprendre ce qu'est l'électricité sous toutes ses applications, à connaître les appareils domestiques et industriels, les résistances, condensateurs, thermostats, relais, etc. La série de boîtes de jouets scientifiques GéGé vous donne l'occasion d'étendre vos connaissances en radio, biologie, chimie, physique, etc.

Elles attireront votre curiosité et, tout en ne pouvant remplacer des années d'étude, vous permettront d'acquérir les connaissances fondamentales des différentes branches de la technique actuelle.

LES JOUETS SCIENTIFIQUES



existent dans les formules ci-dessous :

- MICROSCOPE
- OPTIQUE-ELECTRICITE (Leçon de choses)
- PHYSIQUE ET CHIMIE (Mon premier laboratoire)
- Sciences futures : CHIMIE
- Sciences futures : BIOLOGIE
- Sciences futures : ELECTRICITE
- Sciences futures : RADIO
- Sciences futures : OPTIQUE
- L'ETUDIANT CHIMISTE
- L'ETUDIANT EN BIOLOGIE
- L'ETUDIANT EN ELECTRICITE
- L'INGENIEUR CHIMISTE
- LE DOCTEUR EN BIOLOGIE
- L'INGENIEUR ELECTRICIEN
- LABORATOIRE PHYSIQUE-CHIMIE
- LABORATOIRE ELECTRONIQUE
- ORDINATRON 600