

ELEX

MÄRKLIN

LA BOÎTE
D'EXPÉRIENCES ÉLECTRIQUES



502

Jörg Danneberg
32

Maerklin Frères & Cie., S. A., Manufacture de jouets fins en métal, Goepingen (Wurtemberg)

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

PREFACE

La boîte "ELEX" ne prétend pas donner un cours approfondi sur les secrets de l'électricité. C'est une boîte basée sur la méthode expérimentale qui tout en amusant l'enfant tend à le familiariser avec les principes de l'électricité, à lui expliquer par des expériences faciles certains phénomènes, leurs effets et leur application. L'électricité, que nous rencontrons partout dans la vie et que nous connaissons à peine, cette force mystérieuse qui a créé tant de merveilles et qui laisse entrevoir des réalisations fantastiques pour l'avenir.

"Je veux jouer" s'écrie notre petit garçon en rentrant de classe, désir bien légitime pour les quelques heures de récréation laissées par les études. Les enfants recherchent avant tout l'amusement dans le jeu, c'est tout naturel, et c'est au jeu de les instruire en même temps sans qu'ils s'en rendent compte. C'est par là qu'un jouet dit "scientifique" donne la preuve de sa valeur d'enseignement.

Voilà qui explique un peu les soins que nous apportons à la conception de nos jouets, soins qui paraissent exagérés de premier abord mais qui se justifient par la suite. Grâce à la précision des pièces et à leur solidité, le montage des modèles amuse par sa facilité, les expériences réussissent sans difficulté, tout fonctionne admirablement et l'enfant est encouragé à persister dans ses efforts. C'est l'avantage du jouet bien compris sur les jouets conçus "en série" qui causent souvent des déceptions.

Les boîtes "ELEX" se font en deux tailles. La petite boîte No. 501 permet déjà un bon nombre d'expériences, la boîte No. 502 permet de réaliser une centaine d'expériences, tout ce qui est utile de savoir sur l'électricité. La petite boîte No. 501 peut être transformée en une boîte No. 502 par l'acquisition d'une boîte complémentaire No. 501 A. Les boîtes "ELEX" peuvent également servir de complément aux jeux de constructions et en varier l'emploi à l'infini.

Le manuel est rédigé dans un style facile à comprendre, les expériences sont basées sur des principes scientifiques et l'étude de la boîte ELEX permet d'acquérir des connaissances sérieuses sur les principes élémentaires de l'électricité.

MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

Index.

Aimants naturels et artificiels		Page
Expérience 1.	Force magnétique	4
" 2.	Lignes de force	4
" 3.	Le fer est attiré par l'aimant.....	5
" 4.	La force d'un aimant	5
" 5.	Le nickel est également attiré	6
" 6.	Chaîne magnétique	6
" 7.	Voûte magnétique	6
" 8.	Aimantation d'un noyau de fer ..	7
" 9.	Le noyau de fer perd son aimantation	7
" 10.	Le cuivre n'est pas attiré	8
" 11.	Aimantation d'une aiguille à tricoter	8
" 12.	L'aiguille aimantée attire la limaille de fer	9
" 13.	Aimant avec armature	9
Boussole, rose des vents		
Expérience 14.	Boussole	10
" 15.	Orientation par la boussole	10
" 16.	La boussole est dérangée par le fer	11
Les effets entre deux aimants		
Expérience 17.	Répulsion magnétique	11
" 18.	Attraction magnétique	12
" 19.	Détermination du pôle Nord et du pôle Sud d'un aimant fer à cheval	12
" 20.	Inclinaison magnétique	13
Le champ magnétique terrestre		
Expérience 21.	La terre est un aimant	14
" 22.	Explication de l'inclinaison.....	15
Quelques mots sur le courant électrique		
Expérience 23.	Pourquoi une conduite électrique se compose de deux fils	16
" 24.	La pile	17
" 25.	Comment brancher les fils conducteurs	17
La lumière électrique		
Expérience 26.	Pile avec douille et ampoule	18
" 27.	Conducteurs du courant électrique	18
" 28.	Non-conducteurs de courant électrique	19
" 29.	La composition du câble conducteur	19
" 30.	Comment une lampe à incandescence est faite	20

Expérience		Page
31.	Lampe de poche	20
" 32.	Pile avec douille et interrupteur ..	21
" 33.	Interrupteur à contact fixe	21
" 34.	Applique	22
" 35.	Porte-Montre	22
" 36.	Schéma d'un interrupteur	23
" 37.	Prise avec interrupteur en série ..	24
" 38.	Interrupteur alternant	25
" 39.	Appareils de protection	25

Electromagnétisme

Expérience 40.	Construction d'un électro-aimant ..	26
" 41.	Pile avec solénoïde	27
" 42.	Pile avec bobine et noyau de fer ..	27
" 43.	Pile avec bobine, noyau de fer et armature	28

Electro-aimant et aiguille aimantée

Expérience 44.	Solénoïde sans courant ne fait pas dévier l'aiguille	28
" 45.	Solénoïde sous courant fait dévier l'aiguille	29
" 46.	Galvanoscope (déviation vers la droite)	30
" 47.	Galvanoscope vers la gauche)	31
" 48.	Règle des trois doigts	32
" 49.	L'électro-aimant aussi à deux pôles	33
" 50.	Les lignes de force de l'électro-aimant	33

Instrumentes pour mesurer l'électricité

Expérience 51.	Boussole	34
" 52.	Voltmètre	35
" 53.	Galvanomètre.....	36
" 54.	Galvanomètre et ampoule montés en série	36
" 55.	Galvanomètre et pile	37
" 56.	Composition d'une pile de poche ..	38
" 57.	Couplage de deux piles en série ..	38
" 58.	Couplage de deux piles en quantité	39
" 59.	Décomposition de l'eau	39

Unités électriques

Expérience 60.	Comment le courant circule dans un fil conducteur	40
" 61.	Electricité et chute d'eau	41
" 62.	La tension du courant est mesurée en volts	41
" 63.	L'intensité du courant est mesurée en ampères	41
" 64.	La puissance électrique est mesurée en watts	41

Applications de l'électro-aimant

Expérience		Page
65.	Electro-aimant avec levier	42
" 66.	Barrière électrique	43
" 67.	Signal électrodynamique	44
" 68.	Grue avec aimant de levage	45
" 69.	Appareil de télégraphie Morse	46
" 70.	Alphabet Morse	48
" 71.	Connexion de deux appareils Morse	49
" 72.	Téléphonie	50
" 73.	Sirène électrique	51
" 74.	Schéma de la sirène	52
" 75.	Sonnerie électrique	53
" 76.	Sonnerie commandée de deux pièces	54
" 77.	Sonneries à plusieurs étages	54
" 78.	Appareil à électriser	55
" 79.	Une farce électrique	55

Electromoteurs

Expérience 80.	Le principe du moteur électrique	56
" 81.	Collecteur, balais, induit	56
" 82.	Induit tripolaire	57
" 83.	Montage du moteur électrique	57
" 84.	Moteur à excitation indépendante	59
" 85.	Changement de rotation de ce moteur	59
" 86.	Schéma de ce moteur	60
" 87.	Magnétisme rémanent	60
" 88.	Moteur en dérivation	61
" 89.	Changement de rotation de ce moteur	61
" 90.	Schéma du moteur en dérivation ..	62
" 91.	Moteur en série	62
" 92.	Changement de rotation du moteur en série	63
" 93.	Schéma du moteur en série	63
" 94.	Augmentation de la force par engrenage	64
" 95.	Alimentation par le secteur de la ville	64
" 96.	Chemins de fer électriques	65

Induction

Expérience 97.	Induction entre deux circuits	65
" 98.	Induction entre deux bobines	66
" 99.	Induction par les aimants	66
" 100.	Machines-dynamos	67
" 101.	Machine-dynamo à excitation séparée	67
" 102.	Transmission d'énergie électrique	68
Pièces détachées des boîtes MÄRKLIN-ELEX		70 et 71
Contenu des boîtes MÄRKLIN-ELEX		72

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Comment construire les appareils électriques **MARKLIN**

Chaque boîte renferme les outils qui sont nécessaires au montage des appareils décrits dans ce manuel et tout jeune garçon peut commencer à construire sans apprentissage. Nous conseillerons cependant au débutant de commencer avec les expériences plus simples des premières pages. Les premiers exemples le familiariseront rapidement avec l'emploi et le montage des pièces et avec un peu d'exercice il pourra vite passer aux appareils plus importants des pages suivantes. Avant de commencer, notre jeune électricien devrait examiner attentivement chaque pièce en détail, la comparer avec les dessins et en retenir le numéro et la dénomination. La perforation des pièces facilite le montage d'après les dessins du manuel. Il suffit de compter les trous pour déterminer la pose de chaque pièce, les trous dans les bandes et plaques étant tous à distance uniforme.

En vissant et boulonnant les pièces veiller à ce que les écrous ne soient serrés à fond qu'une fois la construction complètement terminée, pour pouvoir ajuster les pièces pendant le montage. Ne pas se laisser décourager par les petites déceptions du début, un peu de patience pour se faire la main et les succès ne tarderont pas à nous récompenser des premières peines.

Pour les expériences électriques il faut une source de courant électrique. En général une pile de poche suffit, pour quelques expériences il en faut deux. Nous ne fournissons pas les piles avec la boîte, on peut s'en procurer partout dans les maisons spéciales. Un accumulateur 4 volts peut également être employé. Des transformateurs à sonnerie ne peuvent servir que pour les expériences à courant alternatif. Les expériences à courant continu comme p. e. No. 24, 31, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 72, 84, 85, 87, 88, 89, 101 ne peuvent pas se faire avec un transformateur, il faut employer une pile ou un accumulateur 4 volts.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

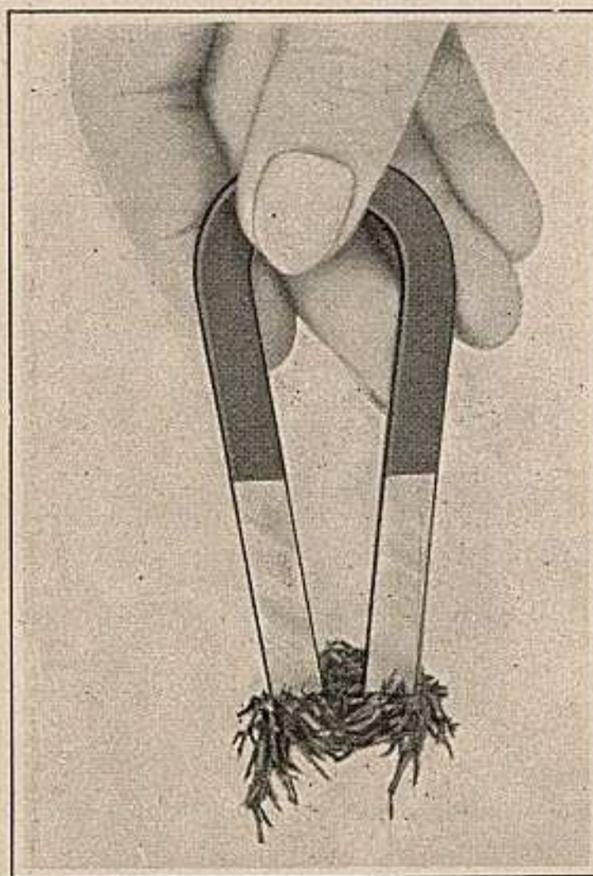
Aimants naturels et aimants artificiels

Expérience 1:

Force magnétique.

Pièces nécessaires:

- 1 aimant en fer à cheval No. 554
- 1 boîte de limaille de fer No. 581



L'aimant était déjà connu par nos ancêtres. C'est un oxyde de fer qui a la propriété d'attirer le fer et quelques autres métaux à faible distance. On fabrique des aimants artificiels en acier qui ont la même propriété. — L'aimantation de l'acier s'obtient par friction avec un aimant naturel, ou en le soumettant à un fort courant électrique, procédé de nos jours. — Prenons donc notre aimant en fer à cheval et plongeons-le dans un petit tas de limaille de fer. En le retirant la limaille reste suspendue aux deux extrémités de l'aimant. Ces deux extrémités magnétiques sont appelées pôles. L'action de l'aimant est la force magnétique.

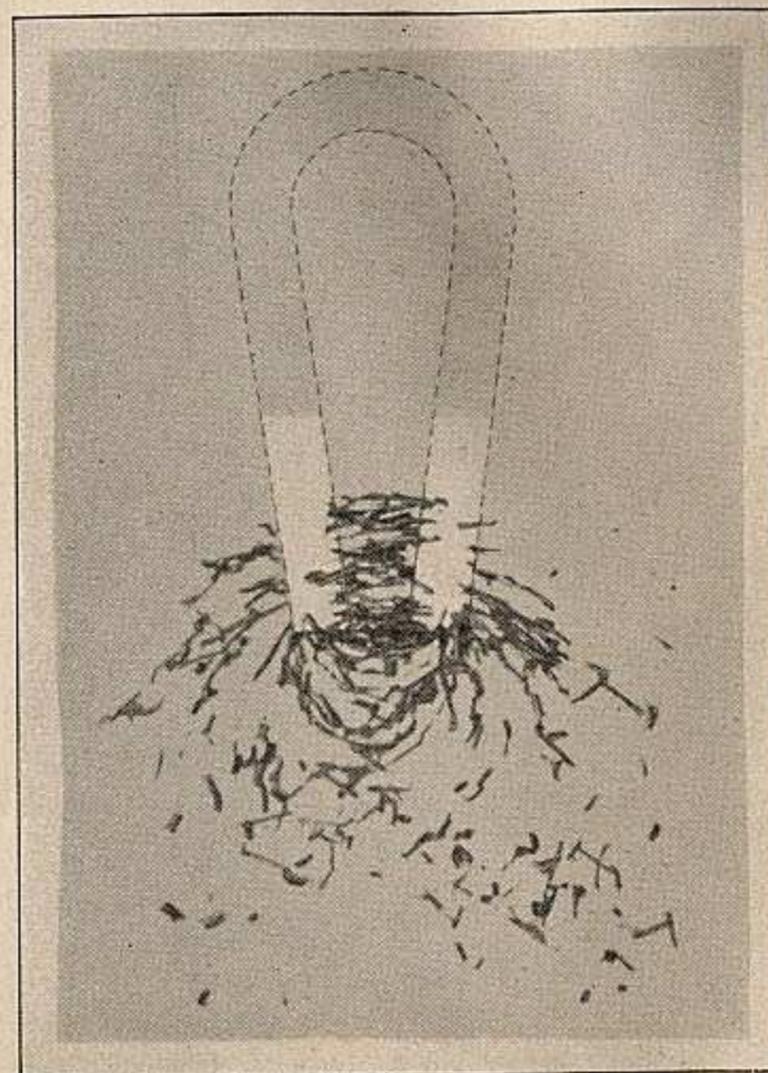
Expérience 2:

Lignes de force.

Pièces nécessaires:

- 1 aimant en fer à cheval No. 554
- 1 boîte de limaille de fer No. 581
- 1 feuille de papier

Entre les deux pôles dont nous venons de parler, il y a une grande force d'attraction, comme nous avons pu le voir. Cet espace entre les deux pôles est appelé champs magnétique. Nous pouvons rendre ce champ magnétique en quelque sorte visible. Plaçons l'aimant sur la table et couvrons-le d'une feuille de papier sur laquelle nous dessinons les contours de l'aimant pour faciliter



nos observations. Nous saupoudrons le papier de limaille de fer, secouons un peu et nous remarquons que l'aimant a fait prendre des courbes régulières à la limaille, qui nous donnent une sorte d'image du champ magnétique. La direction dans laquelle les filets de limaille se sont placés entre les deux pôles indique la direction du flux magnétique et ce phénomène magnétique est appelé les lignes de force. Leur intensité est au plus fort entre les deux pôles et nulle à l'arc de l'aimant, dénommé région neutre. Cette expérience nous a prouvé aussi que le papier n'empêche pas les forces magnétiques de traverser.

MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

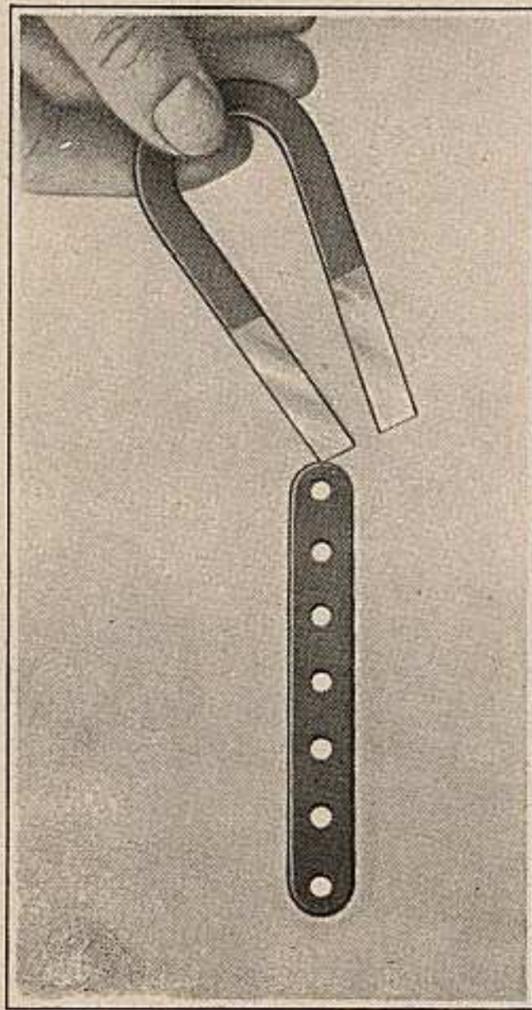
Expérience 3:

Le fer est attiré par l'aimant.

Pièces nécessaires:

1 bande de fer No. 3

1 aimant en fer à cheval No. 554



Notre aimant a attiré la limaille de fer. Mais il est capable de soulever des morceaux de fer bien plus lourds, faisons l'essai avec les pièces en fer contenues dans la boîte, le noyau de fer etc.

Expérience 4:

La force d'attraction d'un aimant.

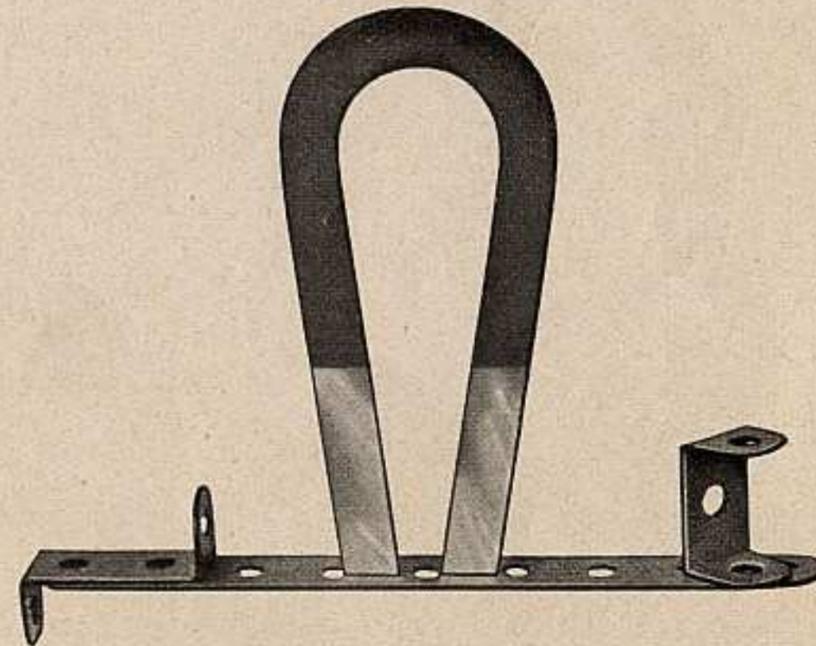
Pièces nécessaires:

1 bande de fer No. 2a

1 pièce en U No. 11

1 support No. 46F

1 aimant en fer à cheval No. 554



Si nous fermons le circuit magnétique en réunissant les deux pôles de l'aimant par une bande de fer, nous constatons que la force d'attraction se trouve augmentée et que l'aimant est capable de soulever davantage de pièces.

MARKLIN-ELEX

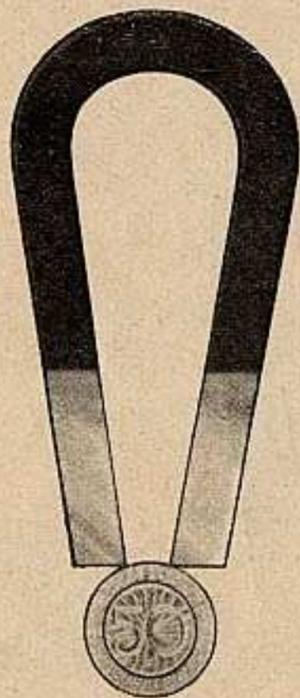
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 5:

Le nickel aussi est attiré.

Pièces nécessaires:

- 1 aimant en fer à cheval No. 554
- 1 pièce de monnaie en nickel



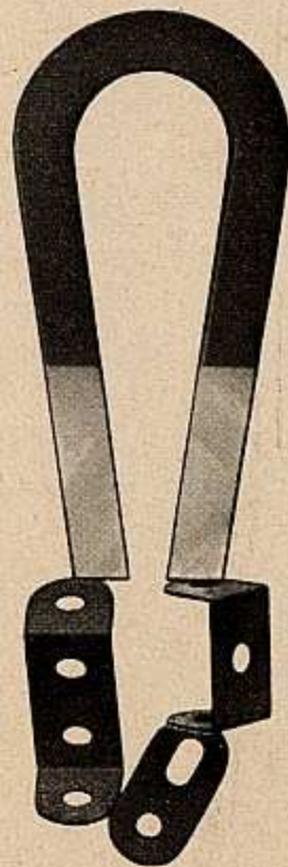
L'attraction magnétique ne s'exerce pas seulement sur le fer. Le nickel aussi est attiré et un autre métal moins connu le cobalt. Si vous disposez de quelques pièces de monnaie en nickel soumettez-les à l'action de l'aimant.

Expérience 6:

Chaîne magnétique.

Pièces nécessaires:

- 1 pièce plate No. 10
- 1 pièce en U No. 11
- 1 pièce en S No. 47a
- 1 aimant en fer à cheval No. 554



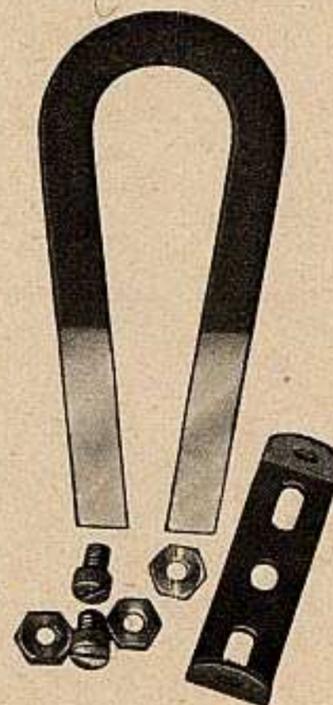
Si les trois pièces en fer sont disposées autour des pôles, les forces magnétiques traversent les trois pièces et elles sont aimantées à leur tour. Cette expérience s'appelle aussi la chaîne magnétique.

Expérience 7:

Le cuivre n'est pas attiré.

Pièces nécessaires:

- 3 vis avec écrous No. 37 K
- 1 bande coudée No. 60/5 M
- 1 aimant en fer à cheval No. 554



L'aimant nous permet de constater si un objet est en fer ou s'il est d'un autre métal. L'aimant n'attire pas les pièces en cuivre telles que les vis No. 37 ou la bande coudée No. 60/5 M.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 8:

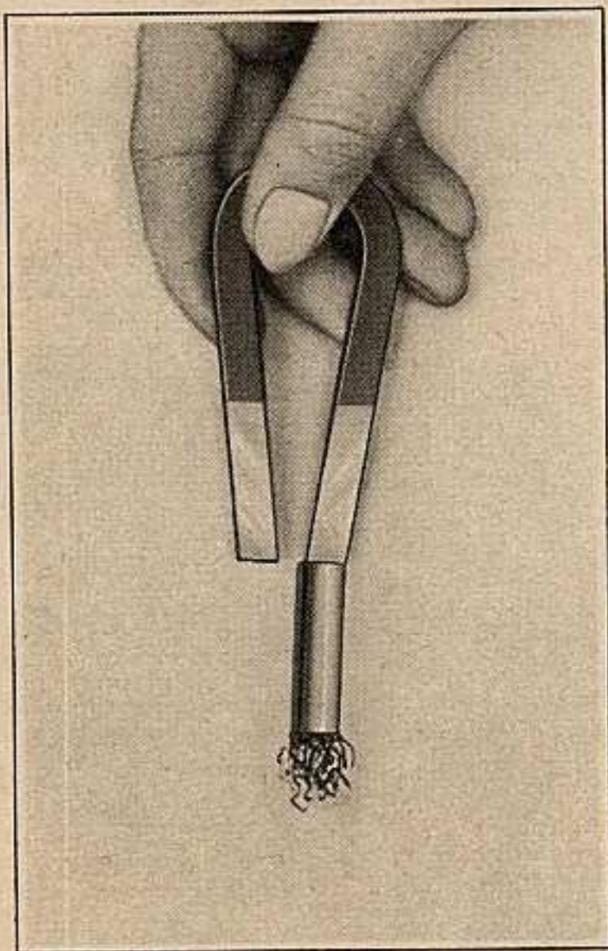
Aimantation d'un noyau de fer.

Pièces nécessaires:

1 aimant en fer à cheval No. 554

1 noyau de fer No. 566

1 boîte de limaille de fer No. 581



Nous savons déjà qu'un noyau de fer est attiré par l'aimant. Mais le noyau de fer devient aimanté à son tour aussi longtemps qu'il est en contact avec l'aimant et attire aussi la limaille de fer.

Expérience 9:

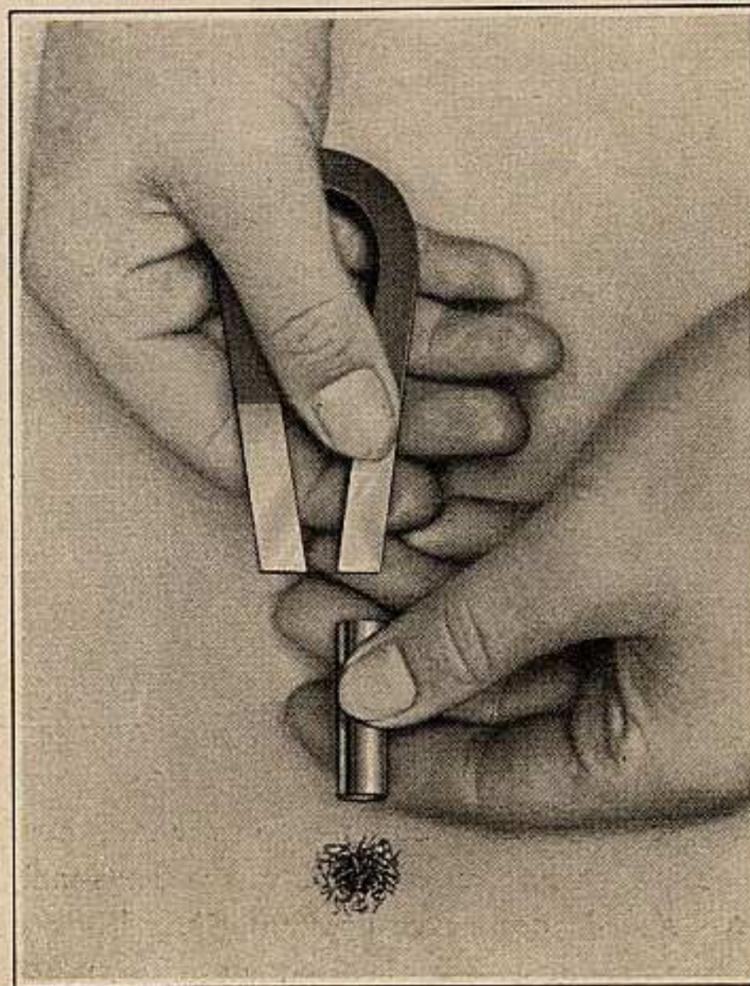
Le noyau de fer perd son aimantation.

Pièces nécessaires:

1 aimant en fer à cheval No. 554

1 noyau de fer No. 566

1 boîte de limaille de fer No. 581



L'aimantation de notre noyau de fer n'est pas de longue durée. Aussitôt que nous le détachons de l'aimant, il perd ses forces attractives et lâche la limaille. Nous en déduisons que le fer ne peut pas conserver les forces magnétiques.

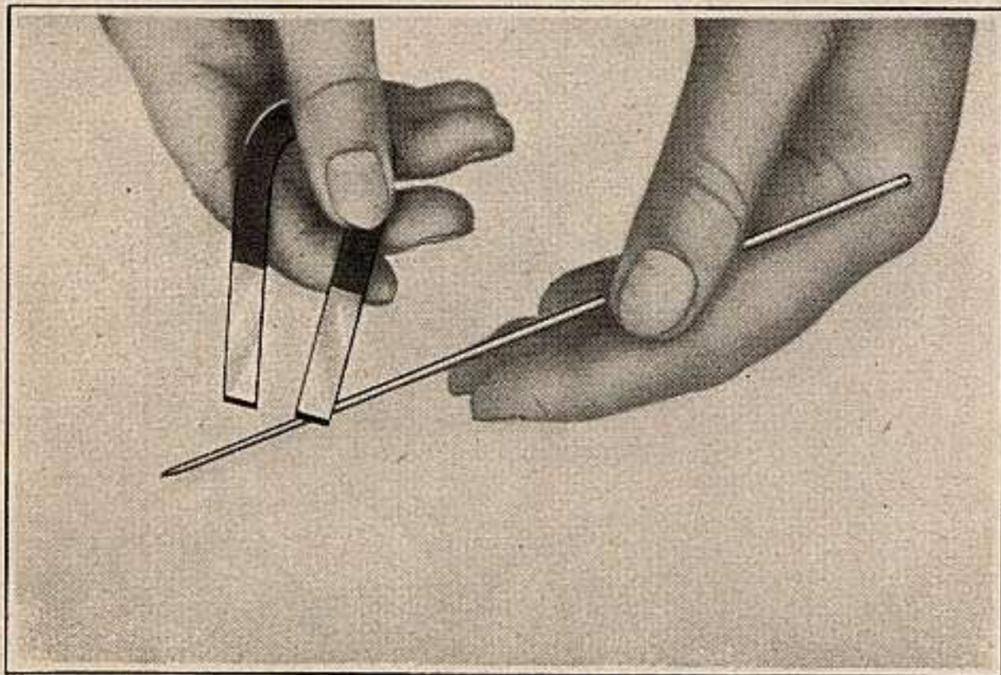
Expérience 10:

Aimantation d'une aiguille à tricoter.

Pièces nécessaires:

1 aimant en fer à cheval No. 554

1 aiguille à tricoter



Par l'expérience 9 nous avons pu nous rendre compte que le fer peut être aimanté temporairement. Nous verrons maintenant que l'acier a la propriété de conserver l'aimantation. Pour cette raison on appelle l'aimant en acier parfois "aimant permanent".

Nous empruntons une aiguille à tricoter en acier au panier à ouvrage de la maman. Frottons l'aiguille avec notre aimant en fer à cheval pour la rendre aimantée, en repassant un seul pôle de l'aimant dans une seule direction de l'aiguille. Pour renforcer la puissance magnétique, frottons l'autre pôle avec l'autre extrémité de l'aiguille.

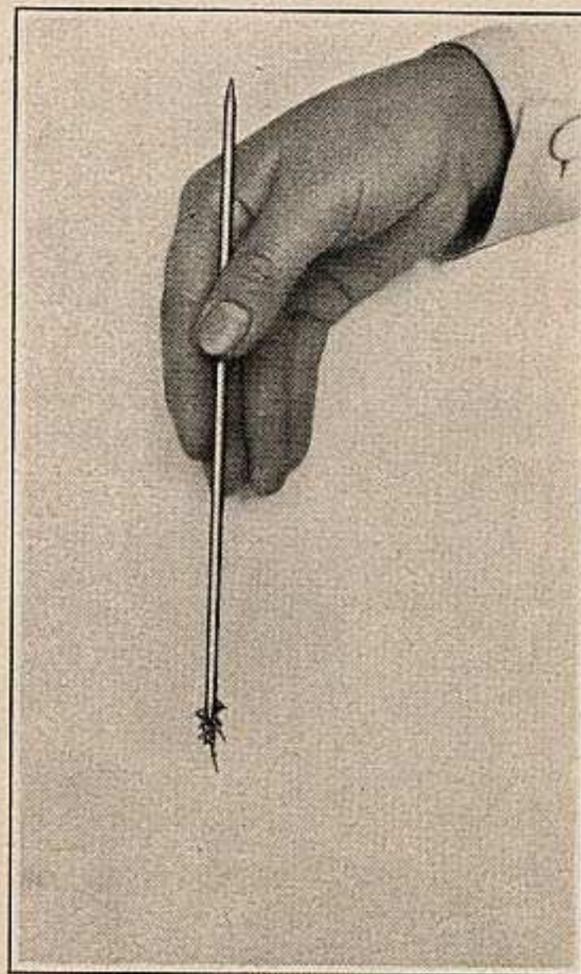
Expérience 11:

L'aiguille aimantée attire la limaille de fer.

Pièces nécessaires:

1 boîte de limaille de fer No. 581

1 aiguille à tricoter



L'aiguille à tricoter que nous avons aimantée par l'expérience 10 restera aimantée et elle aura la propriété d'attirer la limaille de fer à son tour.

MARKLIN-ELEX

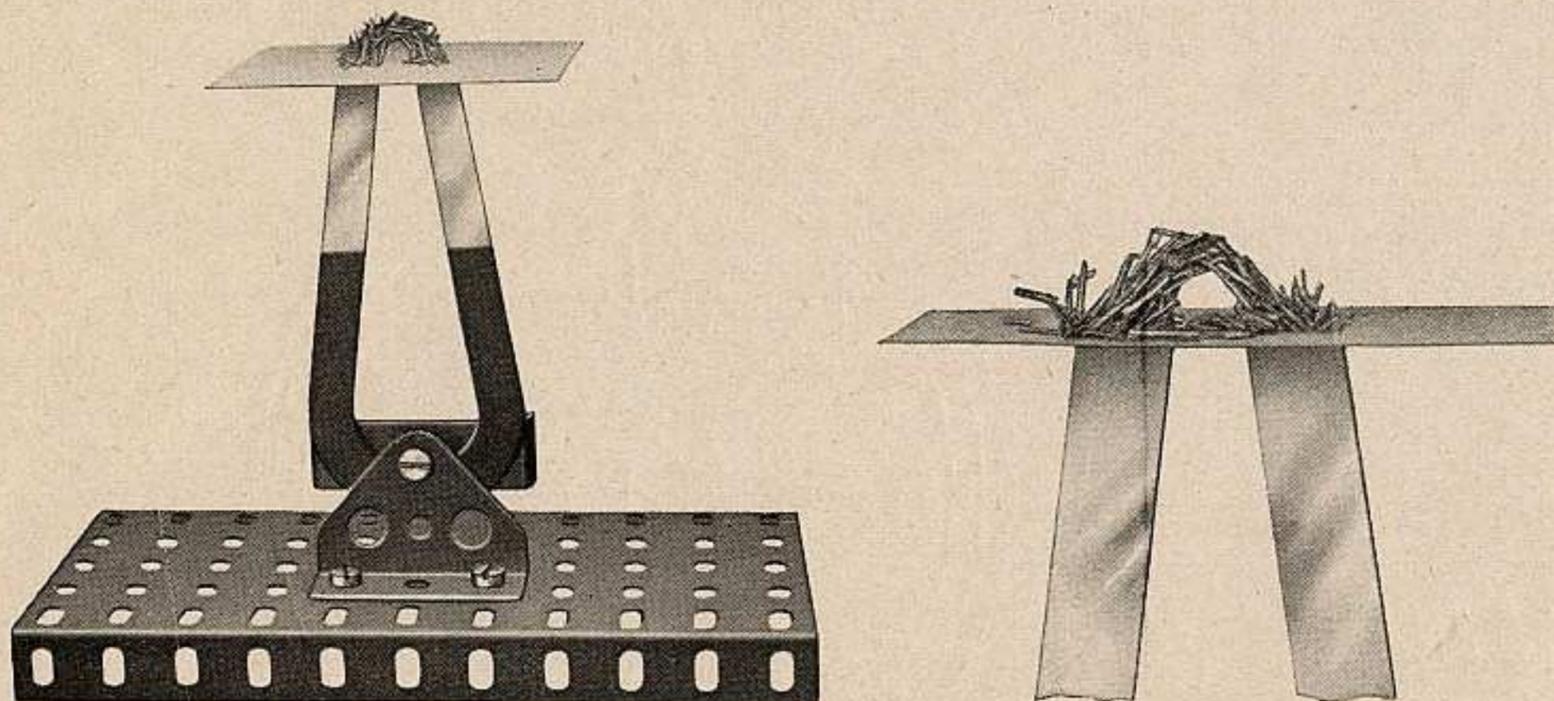
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

Expérience 12:

Voûte magnétique.

Pièces nécessaires:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 vis avec écrou No. 37 (longue) | 1 aimant en fer à cheval No. 554 |
| 2 vis avec écrous No. 37K | 1 support No. 564 |
| 1 Plaque rectangulaire No. 52M | 1 boîte limaille de fer No. 581 |
| 1 Bande coudée No. 60/5M | 1 feuille de papier |



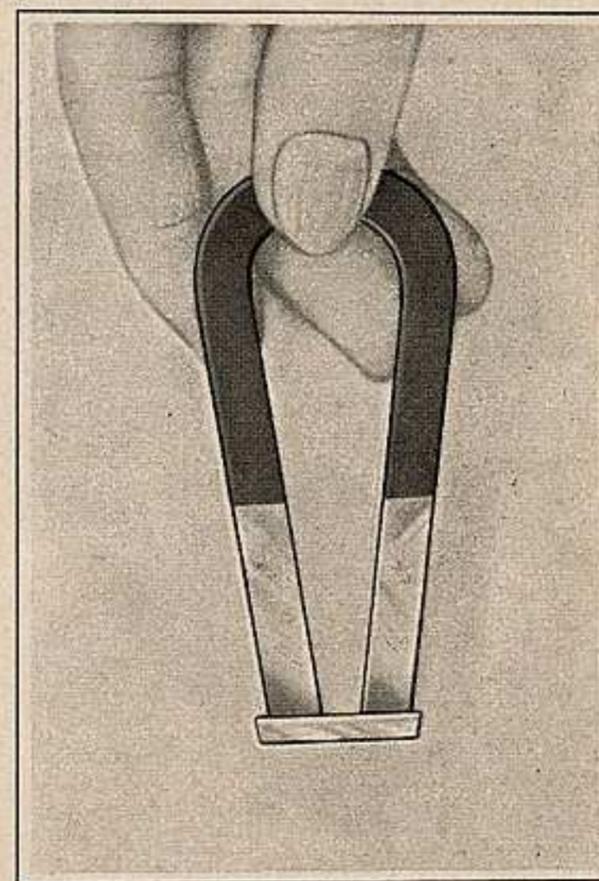
Fixons l'aimant au support 564 à l'aide de la bande coudée 60/5M et d'une vis No. 37 (longue), le support est vissé sur la plaque rectangulaire 52M. Les deux extrémités de l'aimant pointent en l'air et en y posant une feuille de papier nous allons pouvoir faire la voûte magnétique avec de la limaille de fer. Pour empêcher la limaille de tomber nous commençons par placer un crayon entre les deux pôles et nous répandons la limaille par dessus. Ensuite le crayon peut être retiré et nous verrons une voûte de limaille qui se maintiendra par une force invisible.

Expérience 13:

Aimant avec armature.

Pièces nécessaires:

- 1 aimant en fer à cheval No. 554 avec armature



Une fois nos expériences terminées il sera bien de placer l'armature de fer devant les deux pôles de l'aimant pour fermer le circuit des lignes de force. L'aimant conservera ainsi ses propriétés magnétiques pendant des années.

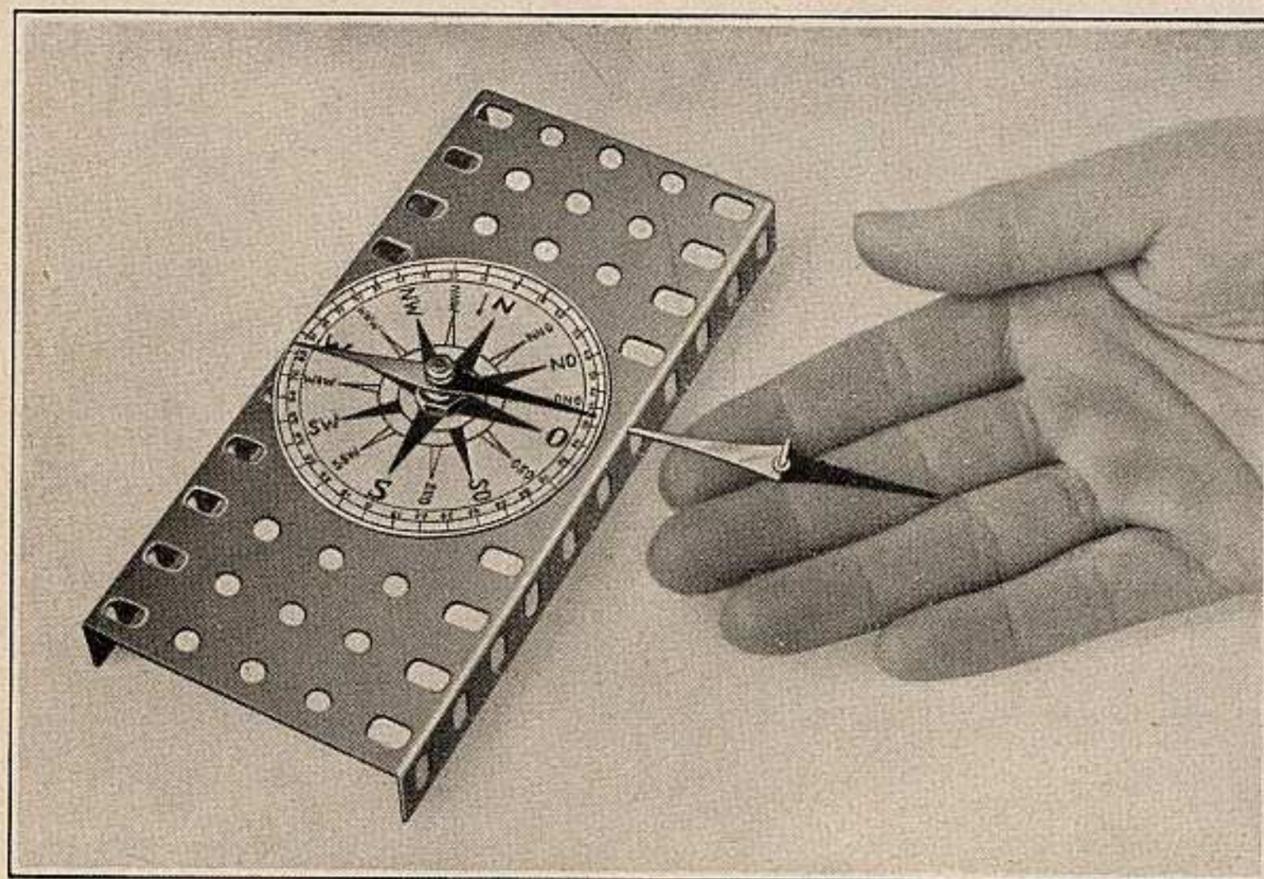
MARKLIN-ELEX

Expérience 18:

Attraction magnétique.

Pièces nécessaires :

- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 aiguille aimantée verticale No. 551
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 cadran rose des vents (à découper)



Si au contraire nous approchons le pôle sud d'une aiguille au pôle nord de l'aiguille de la boussole, nous trouverons que les deux pôles contraires s'attirent et si nous faisons toucher les deux pointes, elles resteront attachées l'une à l'autre. Manifestation d'une autre loi du magnétisme: les pôles contraires s'attirent (nord-sud).

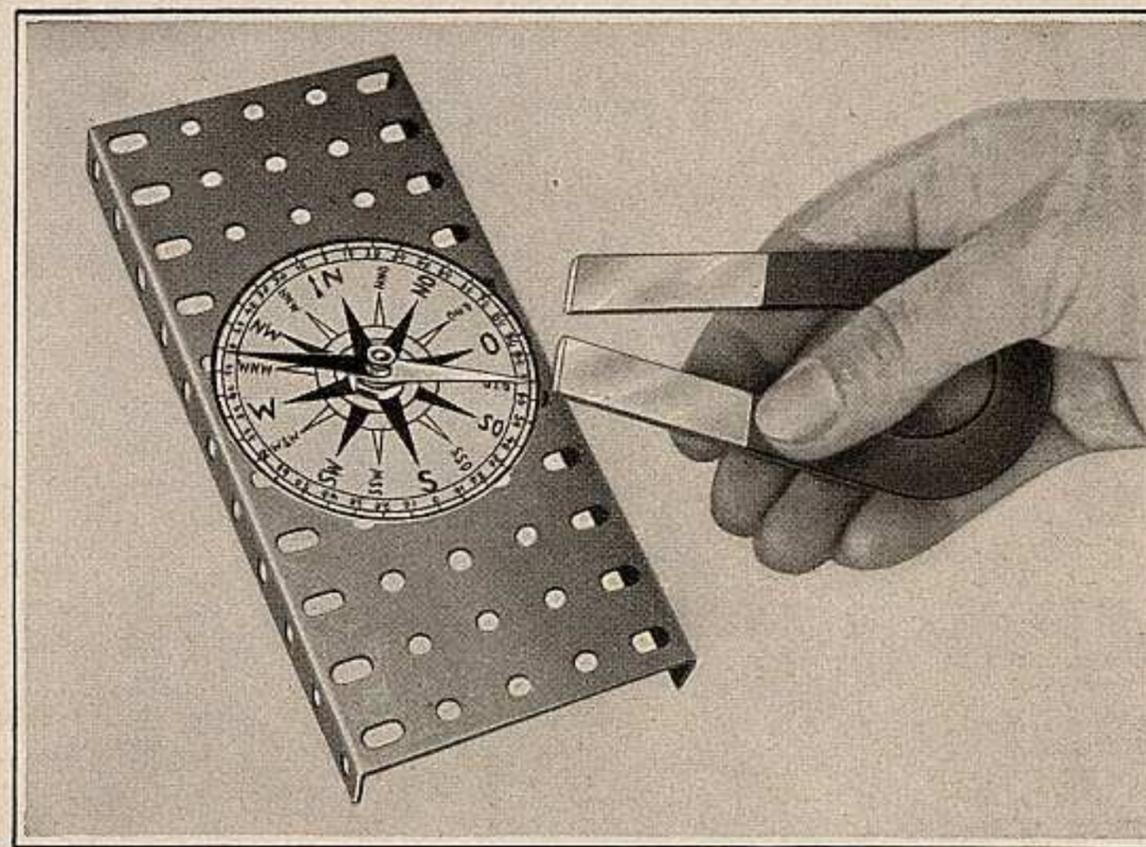
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 19:

Où trouver le pôle nord et le pôle sud à l'aimant en fer à cheval.

Pièces nécessaires :

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1 Plaque rectangulaire No. 52 M | 1 aimant en fer à cheval No. 554 |
| 1 aiguille aimantée horizontale No. 552 | 1 cadran rose des vents (à découper) |
| 1 pivot avec écrou No. 553 | |



Par les expériences 17 et 18 nous avons appris à connaître les lois les plus importantes du magnétisme, d'après lesquelles les pôles de même nom se repoussent et les pôles contraires s'attirent. Ces lois nous serviront à déterminer le pôle nord et le pôle sud de notre aimant en fer à cheval.

Nous approchons l'aimant de notre boussole et nous constatons que la pointe blanche de l'aiguille de la boussole se tournera vers l'une des extrémités de l'aimant fer à cheval et la pointe foncée vers l'autre extrémité de l'aimant.

Par conséquent l'extrémité de l'aimant qui aura attiré la partie blanche de l'aiguille est le pôle nord. Pour le reconnaître à l'avenir nous marquerons cette extrémité par un signe.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

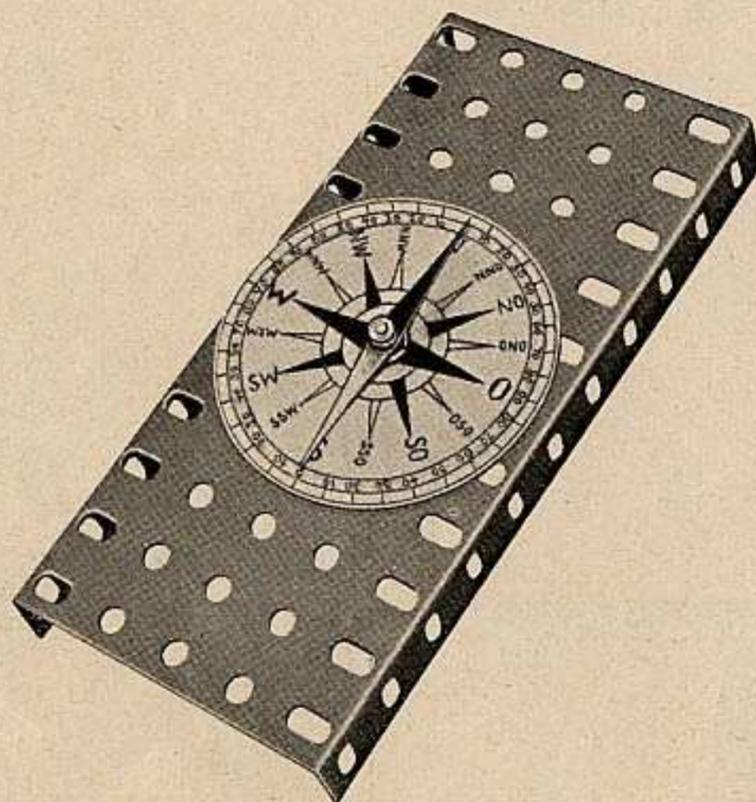
Boussole, rose des vents

Expérience 14:

Boussole.

Pièces nécessaires:

- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 aiguille aimantée No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 cadran rose des vents (planche à découper)

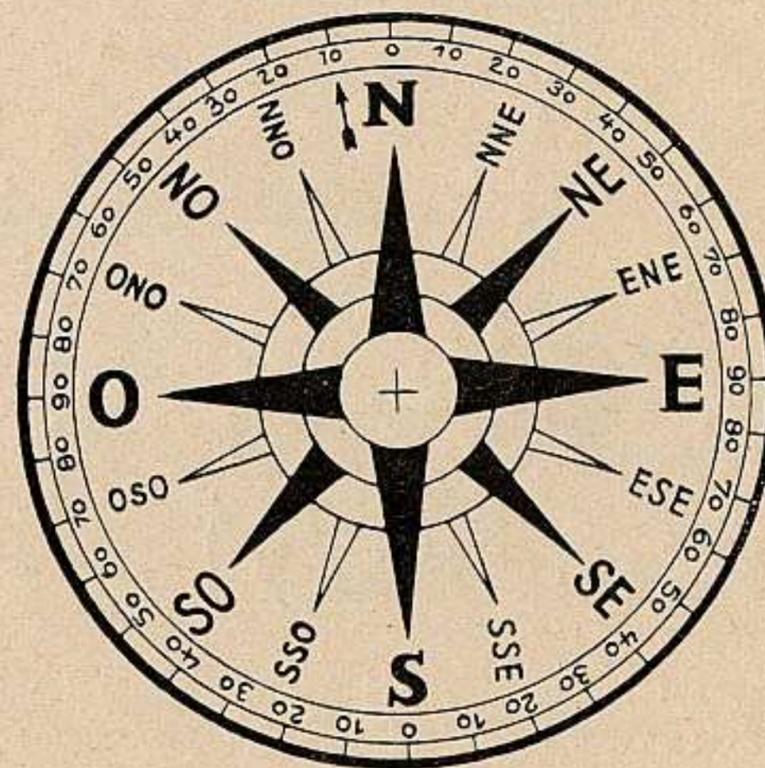


Un aimant droit suspendu horizontalement de façon à pouvoir tourner facilement, se mettra toujours dans la direction Nord-Sud. Nous allons en faire l'expérience en nous servant de l'aiguille aimantée qui n'est autre qu'un aimant droit miniature. Plaçons cette aiguille sur la pointe du pivot que nous avons vissé sur la plaque rectangulaire avec le cadran de la rose des vents. Nous aurons beau faire danser l'aiguille, elle reviendra toujours sur la même direction : la pointe foncée = direction Nord, la pointe blanche = direction Sud. Il ne reste plus qu'à mettre le cadran dans la bonne direction pour avoir une boussole parfaite.

Expérience 15:

Nous déterminons les quatre points cardinaux.

Nous venons d'établir la direction nord-sud à l'aide de l'aiguille aimantée. Ajustons le cadran, de façon à ce que la pointe noire de l'aiguille se trouve exactement dans la direction de la petite flèche du cadran, placée un peu à gauche du nord. Cette flèche indique le degré de déclinaison de l'aiguille aimantée sur la direction exacte nord-sud qu'on désigne sous le nom de déclinaison magnétique. Les expériences 21 et 22 fourniront d'autres éclaircissements sur ce phénomène.



Perpendiculaire au nord-sud se trouve l'est-ouest, l'est à droite du nord, l'ouest à gauche. Les directions intermédiaires sont : nord-est, sud-est, sud-ouest, nord-ouest. Si nous divisons davantage nous avons nord-nord-est, est-nord-est etc.

MARKLIN-ELEX

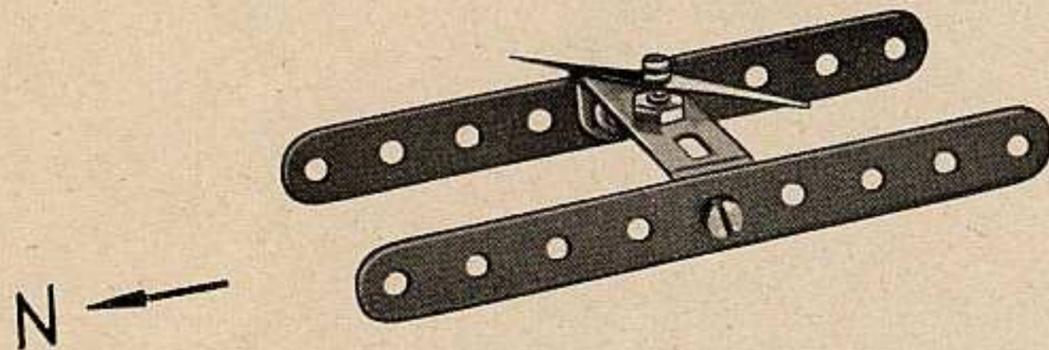
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 16:

Le fer cause des perturbations à la boussole.

Pièces nécessaires :

- 2 bandes No. 2 a
- 2 vis avec écrous No. 37 K
- 1 bande coudée No. 60/5 M
- 1 aiguille aimantée No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553



La boussole est un auxiliaire indispensable à la navigation. Les Chinois en faisaient usage avant l'ère chrétienne. Mais avec l'introduction du fer dans la construction des navires, l'emploi de la boussole s'est heurté à l'influence de ces masses de fer. La navigation moderne emploie pour cette raison une boussole appelée gyrocompas qui reste insensible aux influences magnétiques du bord. Le dessin ci-dessus montre l'aiguille aimantée montée sur la traverse en cuivre (bande 60/5 M). Les deux bandes latérales qui sont en fer, font perdre le nord à notre aiguille et elle s'arrête dans n'importe quelle direction.

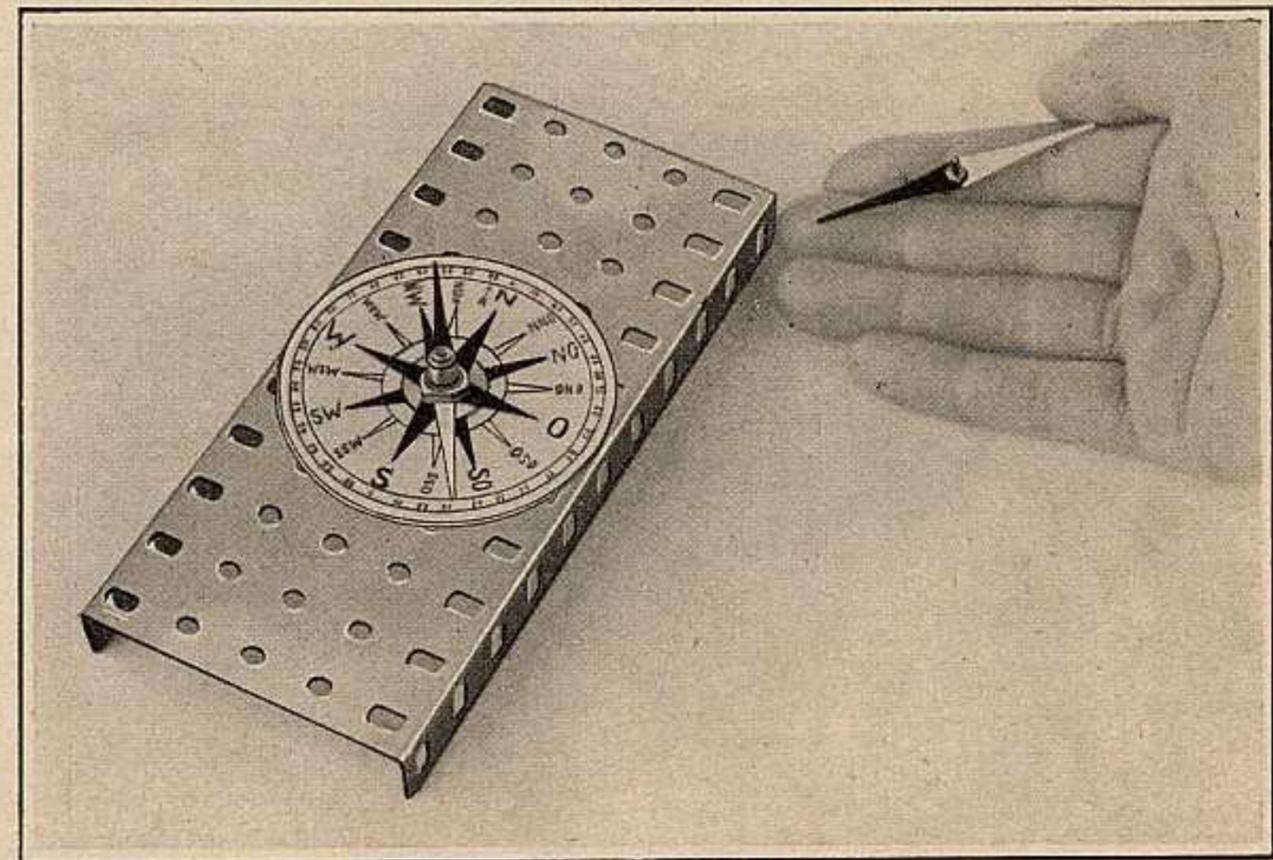
Effets entre deux aimants

Expérience 17:

Répulsion magnétique.

Pièces nécessaires :

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1 plaque rectangulaire 52 M | 1 pivot avec écrou No. 553 |
| 1 aiguille aimantée No. 551 | 1 cadran rose des vents (à découper) |
| 1 " " " 552 | |



Approchons l'aiguille aimantée verticale du pôle nord de notre boussole que nous avons orientée exactement sur la direction nord-sud. Nous trouvons que la pointe nord de la boussole dévie à mesure que nous en approchons la pointe nord de l'aiguille verticale. Nous constatons la même répulsion entre les deux pôles sud des aiguilles. Nous avons ainsi eu une démonstration de cette loi importante du magnétisme: "Les pôles de même nom se repoussent" (Nord-Nord, Sud-Sud).

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No 501 et No. 501A)

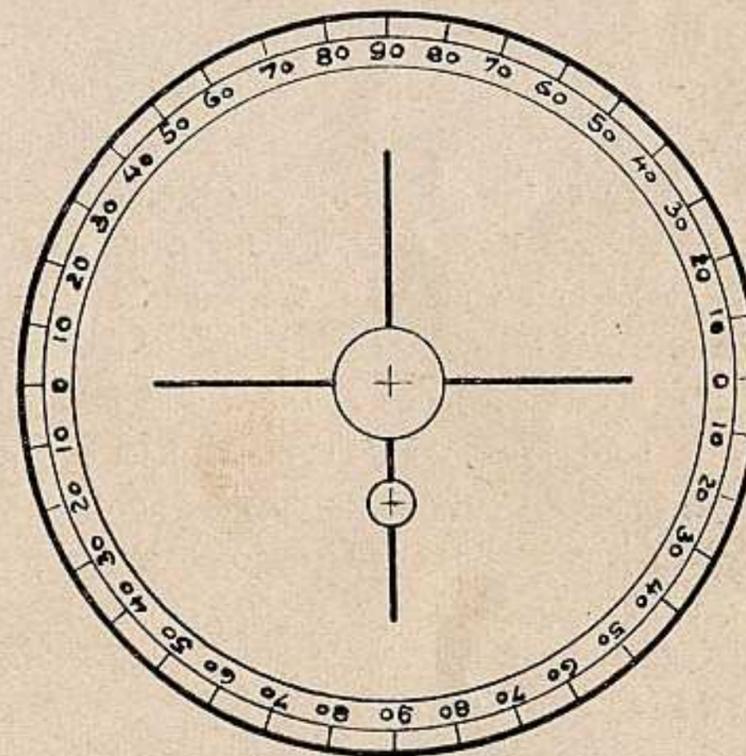
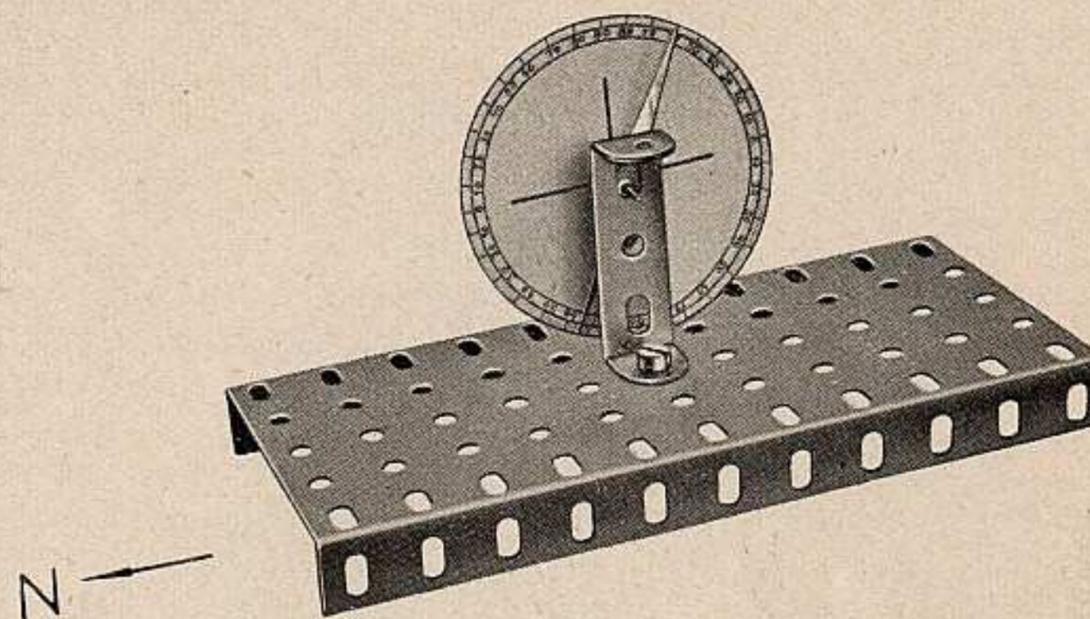
Expérience 20:

Inclinaison magnétique.

Pièces nécessaires:

- 3 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 2 bandes coudées Nr. 60/5 M
- 1 aiguille aimantée verticale No. 551
- 1 cadran échelle (planche à découper)

Dans notre expérience 14 nous avons suspendu une aiguille aimantée horizontalement et constaté que la pointe foncée prenait la direction nord. Nous allons maintenant monter l'aiguille verticalement en disposant le pivot entre deux bandes coudées. A l'une des bandes coudées nous fixons le cadran (par le trou latéral, non pas par le centre). Pour cette expérience il est important de bien découper le centre du cadran, pour éviter les frottements de l'aiguille contre le papier. Si ensuite nous plaçons notre appareil exactement dans la direction nord, nous constatons que l'aiguille pointe en bas par le bout foncé. Légèrement frapper sur la plaque pour faciliter le mouvement de l'aiguille. L'angle de l'inclinaison sera de 60 à 70°.



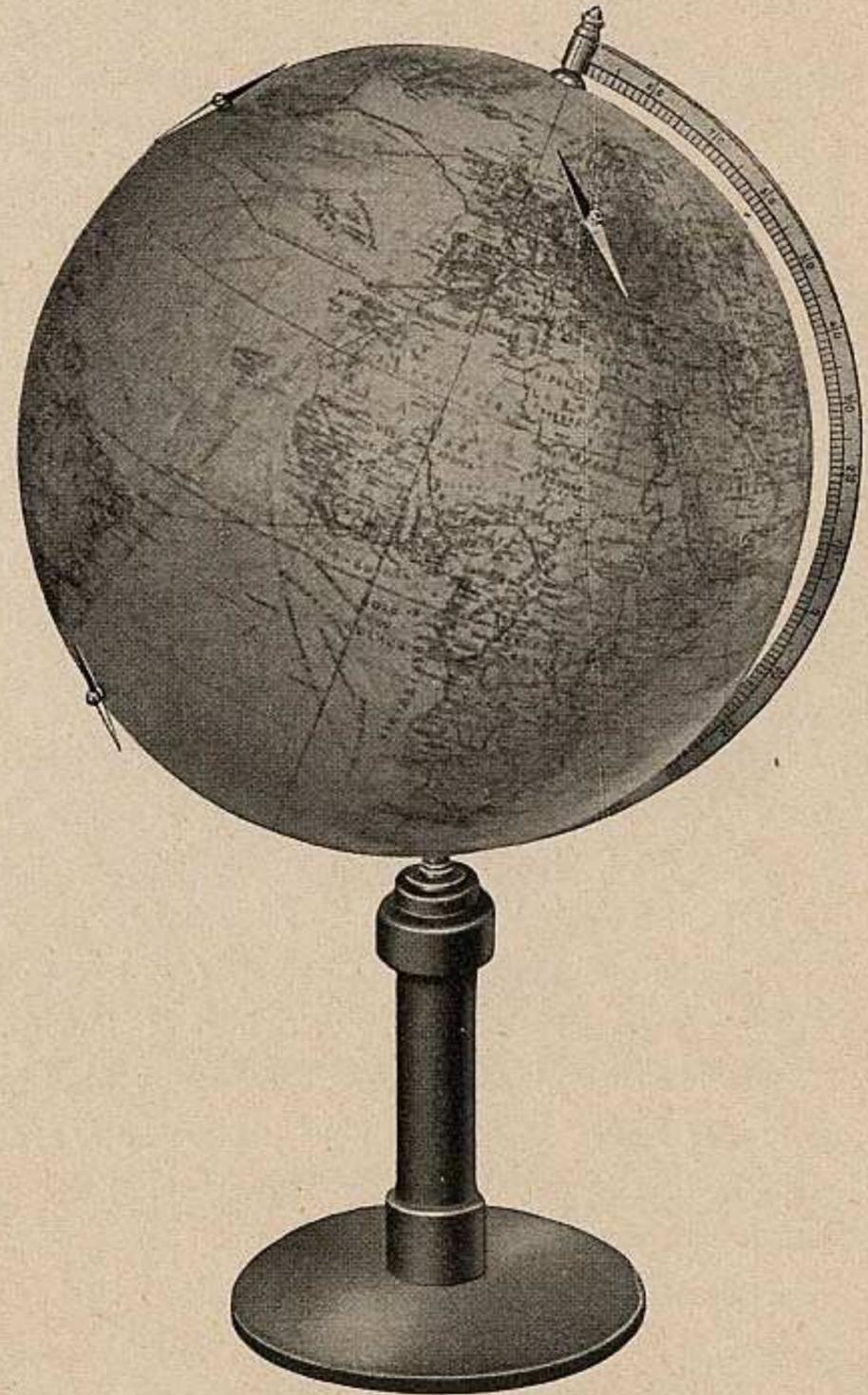
Magnétisme terrestre

Expérience 21:

La terre aussi est un aimant.

L'image ci-contre représente un globe terrestre sur lequel des aiguilles de boussole se trouvent placées à divers endroits. Nous voyons que toutes les pointes foncées (nord) se dirigent vers le pôle nord et les pointes blanches vers le pôle sud. Mais nous constatons en même temps que l'aiguille placée sur la partie Europe du globe, accuse une déviation vers l'ouest. Cette déviation a reçu le nom déclinaison. Elle provient de ce que le pôle nord magnétique ne se trouve pas exactement dans l'axe du méridien géographique. — Nous avons vu dans l'expérience 18 que les pôles contraires s'attirent. Si la pointe foncée de notre aiguille, pointe que nous appelons pôle nord, s'oriente vers le nord, c'est un pôle magnétique sud qui doit logiquement se trouver près du pôle nord de la terre.

Nos jeunes amis s'intéresseront à savoir que le pôle nord magnétique ne se trouve pas à un point absolument fixe de la terre, mais qu'il s'est fréquemment déplacé au cours des siècles.

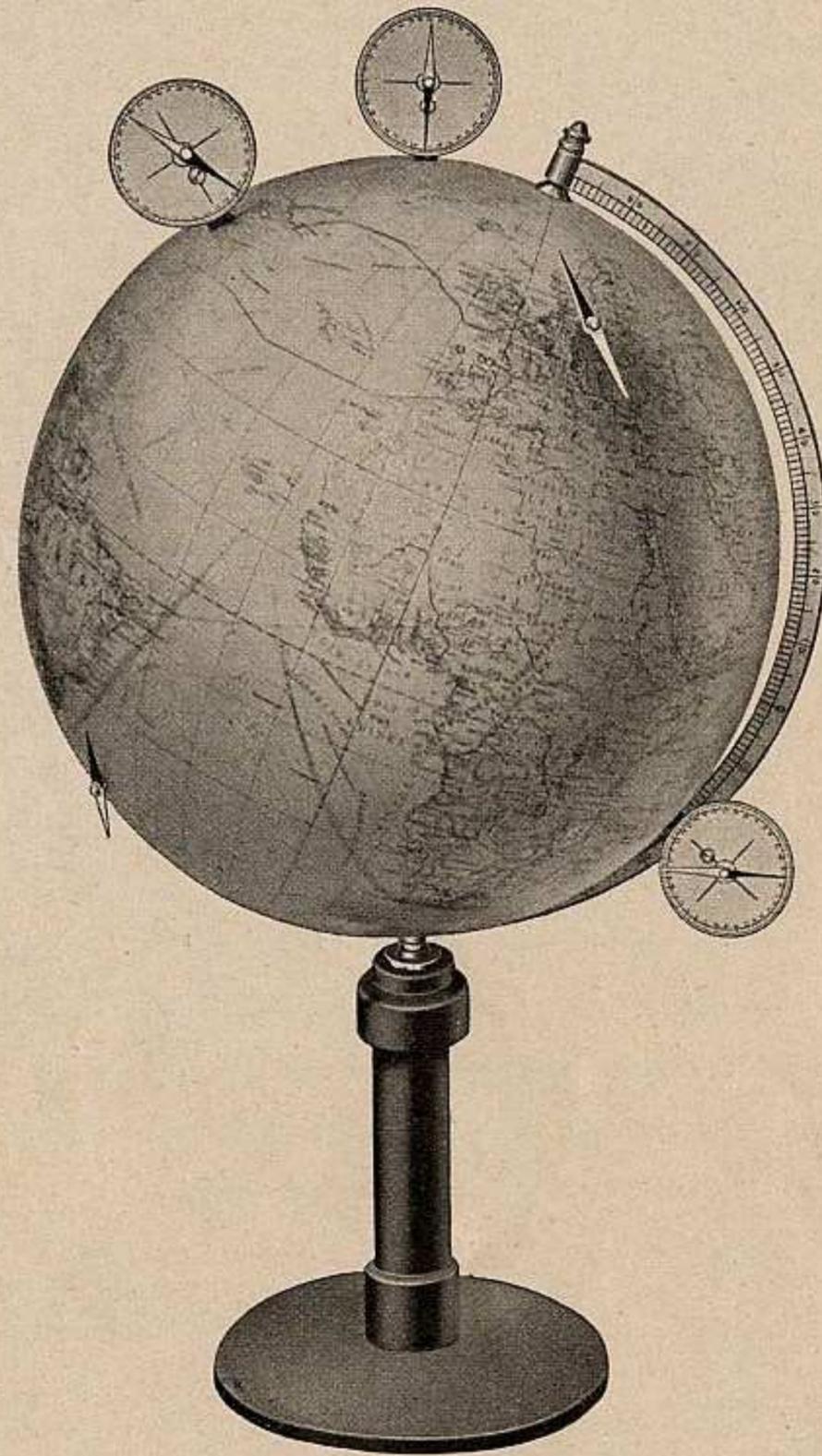


Expérience 22:

Inclinaison magnétique.

Depuis des siècles on supposait que près du pôle nord se trouvent des montagnes contenant des masses de minerais ferromagnétique. On a cependant constaté à la découverte du pôle nord, il y a un siècle, que cette supposition était fausse. Notre aiguille d'inclinaison nous prouvera l'erreur, car l'aiguille verticale pointe vers l'intérieur de la terre ce qui prouverait que le pôle nord se trouve dans l'intérieur du globe terrestre. L'endroit exact du pôle nord magnétique se trouverait sur la petite presqu'île Boothia-Félix de l'Amérique du Nord, suivant la direction de l'aiguille verticale d'inclinaison.

A cette occasion il sera intéressant d'apprendre qu'à l'aide d'instruments de précision l'existence de forces magnétiques a été enregistrée sur presque toutes les parties de la terre. L'intensité de ces forces varie et quelquefois elle est si grande que les aiguilles accusent des déviations très fortes. On parle alors de tempêtes magnétiques.



MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

Courant électrique

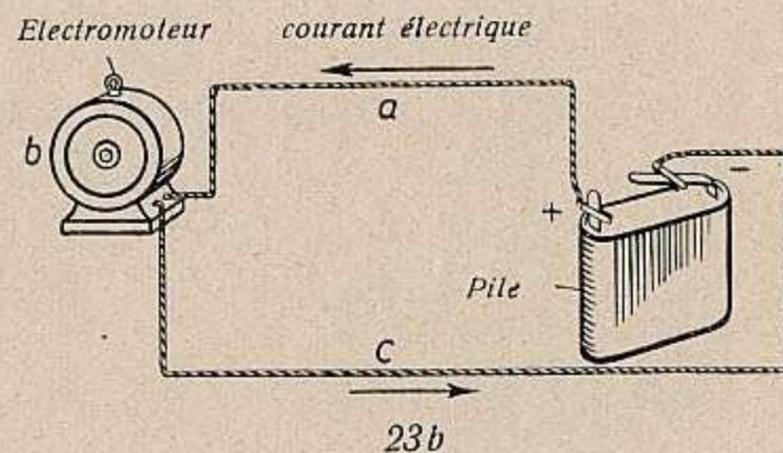
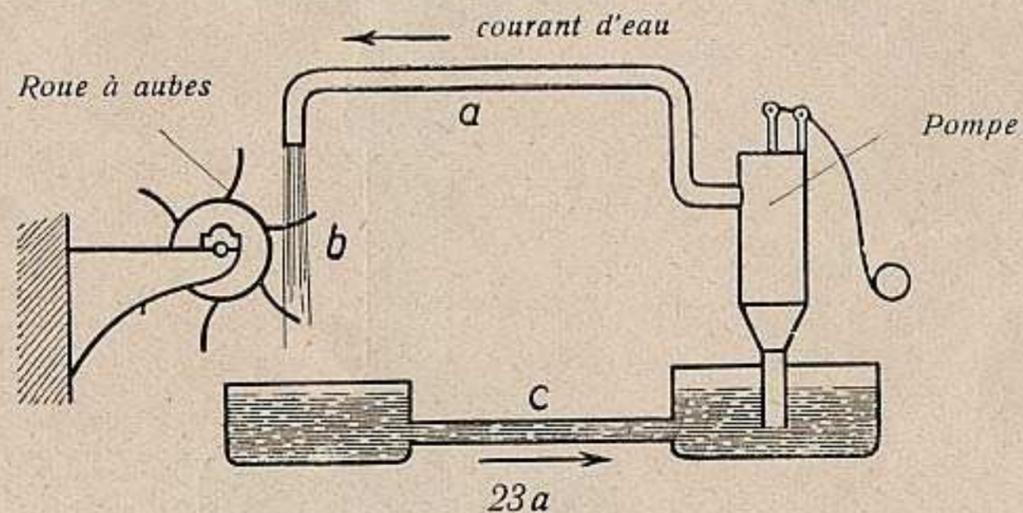
Expérience 23:

Pourquoi la transmission de courant se fait par deux fils conducteurs.

Comme nous verrons par les expériences suivantes, on emploie toujours deux fils conducteurs pour la transmission du courant électrique. Pour en comprendre la raison plus facilement nous allons faire la comparaison avec une conduite d'eau alimentée par une pompe (dessins 23a et 23b).

Le dessin 23a nous montre une pompe qui aspire l'eau du réservoir *c* pour la refouler par le tuyau *a* sur la roue à aubes *b* en faisant tourner cette roue. L'eau retombe dans le réservoir *c*. Notre installation comporte donc une pompe, une conduite, un poste de dépense (roue à aubes) et un réservoir d'écoulement. S'il n'y avait pas l'écoulement de l'eau dans le réservoir *c*, notre pompe manquerait d'eau rapidement et la roue ne tournerait plus.

L'installation électrique du dessin 23b présente une certaine analogie. La pompe est remplacée par une pile ou une autre source de courant. La conduite amène le courant au poste de dépense (électromoteur) et ensuite le courant retourne par le conducteur *c* à la pile (la source de courant). Une interruption dans le conducteur *a* ou *c* aurait pour effet d'arrêter le moteur électrique.



MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Pile

Expérience 24:

Pièces nécessaires:
1 pile de poche



Pour les expériences qui vont suivre une pile de poche nous servira de source de courant. Cette pile n'est pas fournie avec la boîte Elex, on en trouve dans toutes les maisons d'articles électriques. Veiller à ce que la pile soit fraîche et s'assurer qu'elle soit munie de sa bande de garantie. Cette bande enlevée nous apercevons deux bouts de laiton dont l'un est plus long que l'autre. Si nous mettons la langue sur les deux bouts à la fois nous éprouvons un picotement sur le bout de la langue avec un goût un peu acide. La preuve que la pile est bien chargée d'électricité.

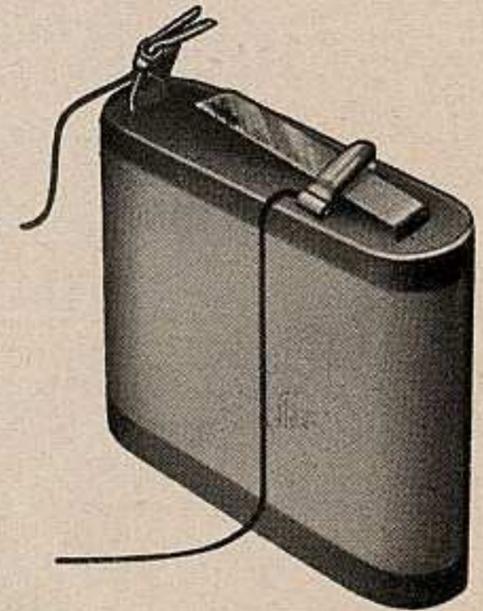
Le bout de laiton court est toujours le pôle positif, et le bout long le pôle négatif. Comme le montreront les expériences suivantes, le courant passe toujours du pôle positif au pôle négatif, retenons bien ce principe sur le sens du courant électrique.

Un accumulateur 4 volts peut également être employé à la place de la pile de poche.

Expérience 25:

Comment relier les fils conducteurs.

Pièces nécessaires:
2 câbles No. 560/25
1 pile de poche



Un certain nombre de câbles est fourni avec la boîte Elex. Ces fils conducteurs sont munis de prises combinées qui s'adaptent sur les prises mâles et femelles et se fixent les unes dans les autres. Elles forment pinces en même temps pour pouvoir être fixées sur les bouts de laiton des piles de poche. Pour établir un contact parfait il suffit d'écarter ou de reserrer les deux bouts des prises.

————— L'emploi d'un transformateur à sonnerie doit être restreint aux expériences décrites page 3. —————

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

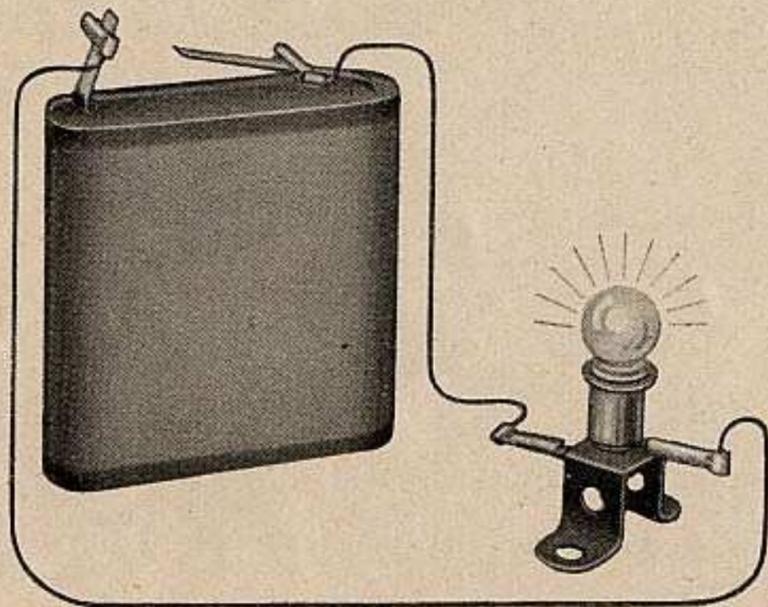
Lumière électrique

Expérience 26:

Pile avec douille et ampoule.

Pièces nécessaires:

- 1 douille No. 556
- 1 ampoule 3 $\frac{1}{2}$ volts No. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 2 câbles No. 560/25
- 1 pile de poche



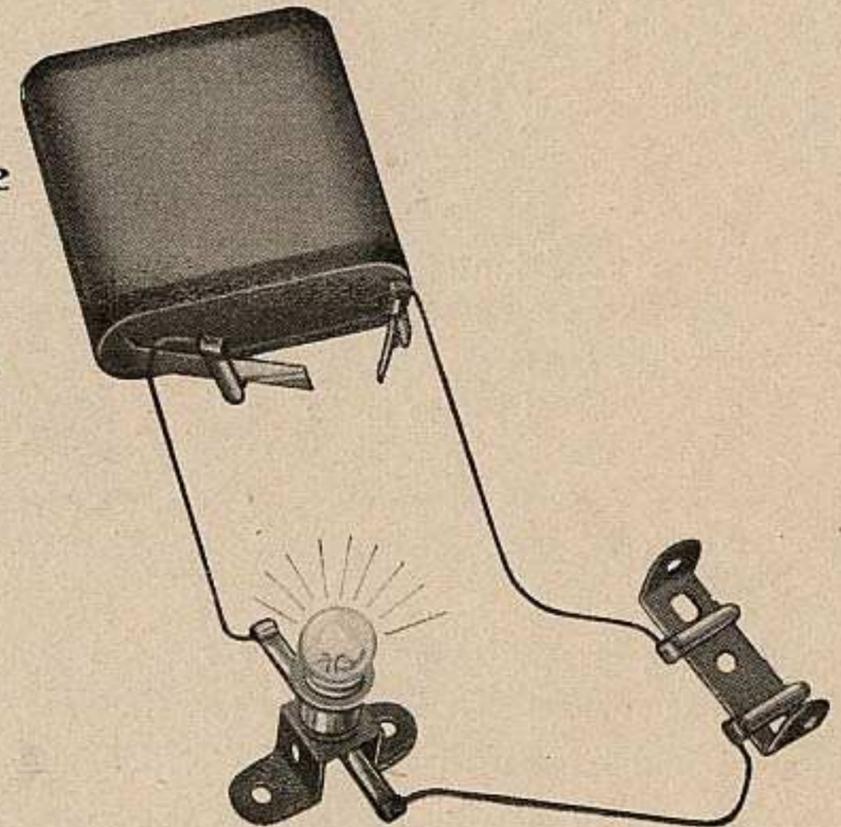
Cette première expérience se rapportera à l'éclairage électrique. Les deux bouts de laiton de la pile sont reliés avec les deux fiches de la douille à l'aide de deux câbles. Visser l'ampoule dans la douille. Aussitôt que l'ampoule touche le fond de la douille, la lumière se fait. Pour éteindre et rallumer la lampe il suffit de détacher une prise ou de dévisser légèrement l'ampoule.

Expérience 27:

Conducteurs du courant électrique

Pièces nécessaires:

- 1 bande coudée No. 60/5 M
- 1 douille No. 556
- 1 ampoule No. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 1 câble No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 pile de poche



Avant de faire plus ample connaissance avec la lumière électrique, nous allons nous renseigner sur les moyens de transmettre le courant électrique.

Comme nous avons pu voir dans l'expérience 26 il suffit de relier l'ampoule avec la pile de poche à l'aide des fils conducteurs pour la faire éclairer. Disposons maintenant nos câbles suivant le dessin ci-dessus en intercalant la bande coudée No. 60/5 M et nous constatons que cette bande ne fait pas obstacle au courant et que la lampe s'éclaire aussitôt que les deux prises touchent la bande coudée. Nous pouvons faire cette expérience avec d'autres pièces métalliques et en déduire que le métal conduit le courant électrique s'il n'est pas recouvert d'une couche isolante, de peinture etc.

MÄRKLIN-ELEX

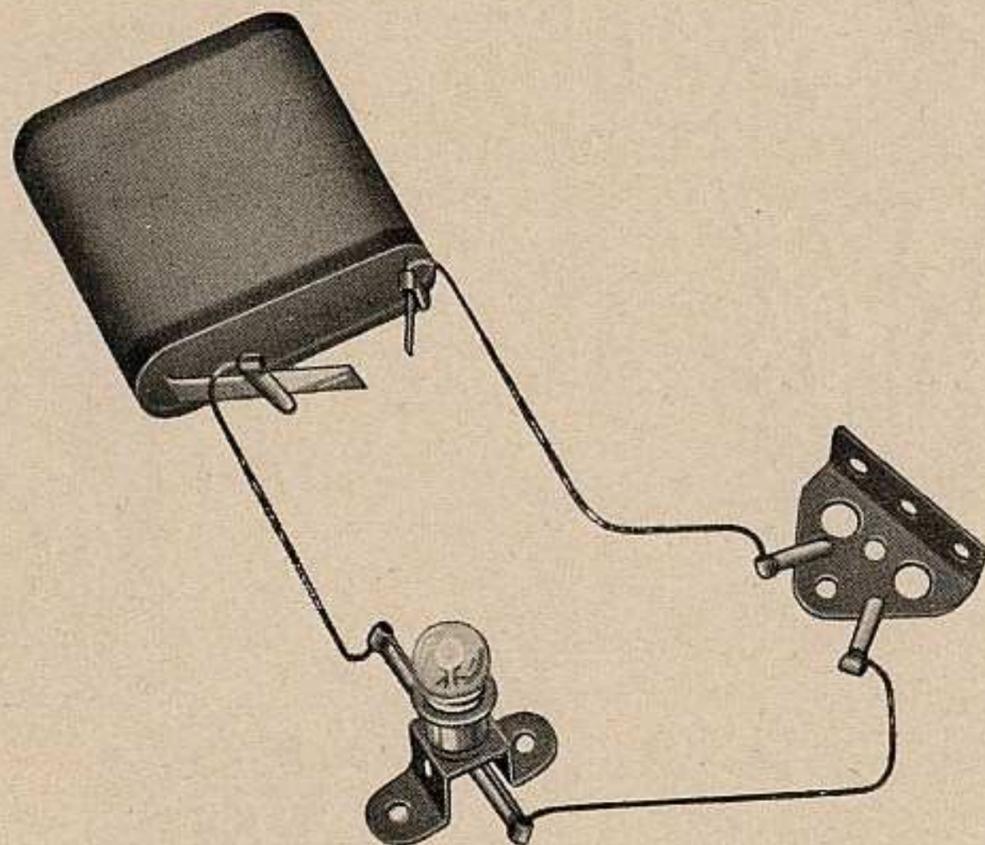
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

- Expérience 28:

Non-conducteurs du courant électrique.

Pièces nécessaires:

- 1 douille No. 556
- 1 ampoule $3\frac{1}{2}$ volts
No. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 1 câble No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 support No. 564
- 1 pile de poche



Si à la place de la bande coudée (expérience 27) nous intercalons le support peint No. 564 nous constatons que le courant ne passe pas. La peinture qui recouvre le support métallique ne laisse pas passer le courant. Prenons d'autres objets en bois, verre, papier, caoutchouc, tissu etc. et nous trouverons que le courant ne passe pas non plus. Comme conclusion nous distinguerons les corps conducteurs des corps non-conducteurs. Les matières non-conductrices s'appellent aussi des isolants.

Expérience 29:

Composition du câble conducteur.

Si pour transmettre le courant nous employions simplement du fil métallique nu sans isolant, nous risquerions que les deux fils conducteurs métalliques se touchent en cours de route et que le courant s'en retourne à la source sans avoir atteint son but et sans avoir été d'aucune utilité. On appelle cette interruption du circuit un "court circuit", le courant ayant pris un raccourci.

Pour éviter ces court-circuits entre les fils conducteurs qui sont généralement en cuivre, on entoure les fils métalliques de matières non-conductrices (matières isolantes) tissus de coton, soie, caoutchouc etc. Cette manière de séparer un conducteur de son entourage par des matières isolantes est appelée isolement.

Les câbles MÄRKLIN se composent d'un faisceau de fils cuivre minces entouré de bonnes matières isolantes.

MÄRKLIN-ELEX

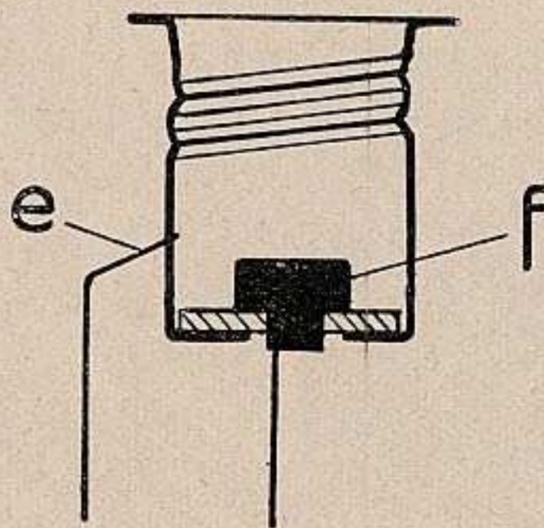
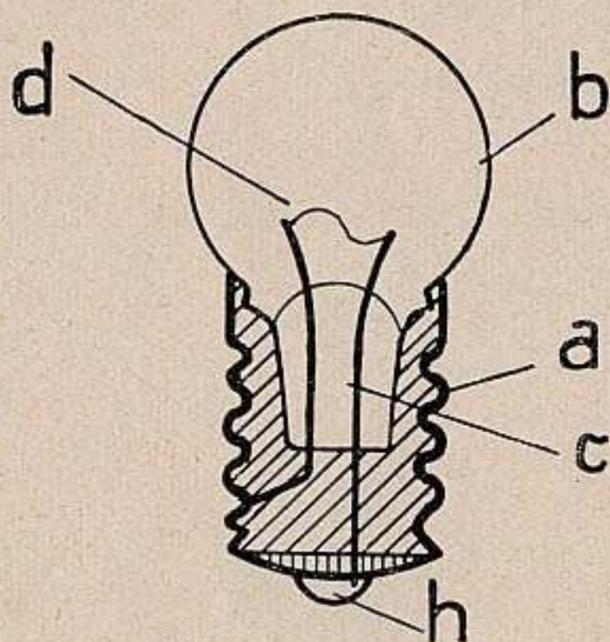
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 30:

L'intérieur d'une lampe à incandescence.

L'ampoule électrique nous fournit une démonstration très instructive sur l'emploi des conducteurs et non-conducteurs. L'ampoule se compose du culot de la vis métallique *a*, de l'ampoule verre *b*, fils conducteurs *c* noyés dans le culot et le filament à incandescence *d*.

Le culot à vis a s'appelle aussi vis Edison nom de l'inventeur. Pour alimenter la lampe avec le courant électrique on la visse sur une douille. La douille à vis *e* est en contact avec l'un des fils conducteurs de la source d'électricité, tandis que le fond isolé *f* est en contact avec l'autre fil. En vissant la lampe dans la douille les contacts s'établissent entre la vis *a* et la douille *e* et en vissant à fond, la pointe *h* touche le fond isolé *f* de la douille. Le courant peut circuler (circuit fermé) et le filament à incandescence s'illumine d'une éclatante blancheur. L'ampoule en verre est vidée d'air pour empêcher la combustion du filament qui se produirait au contact de l'air.



Expérience 31:

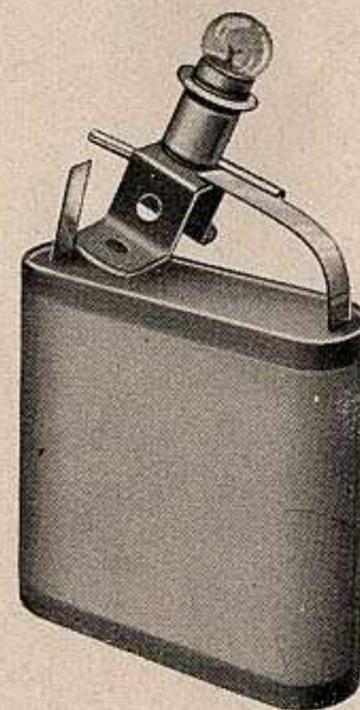
Lampe de poche.

Pièces nécessaires:

1 douille No. 556

1 ampoule 3 1/2 volts No. 557/3 1/2

1 pile de poche



Nous allons nous confectionner une lampe de poche, un peu primitive il est vrai, mais elle sera d'un fonctionnement parfait. Nous fixons simplement la fiche de contact supérieure de la douille sur le bout long de la pile. Ajuster au préalable le bout de la pile pour établir un bon contact. Si maintenant nous baissions la douille pour faire toucher l'autre fiche à la petite lamelle de la pile nous verrons la lampe s'illuminer instantanément.

MARKLIN-ELEX

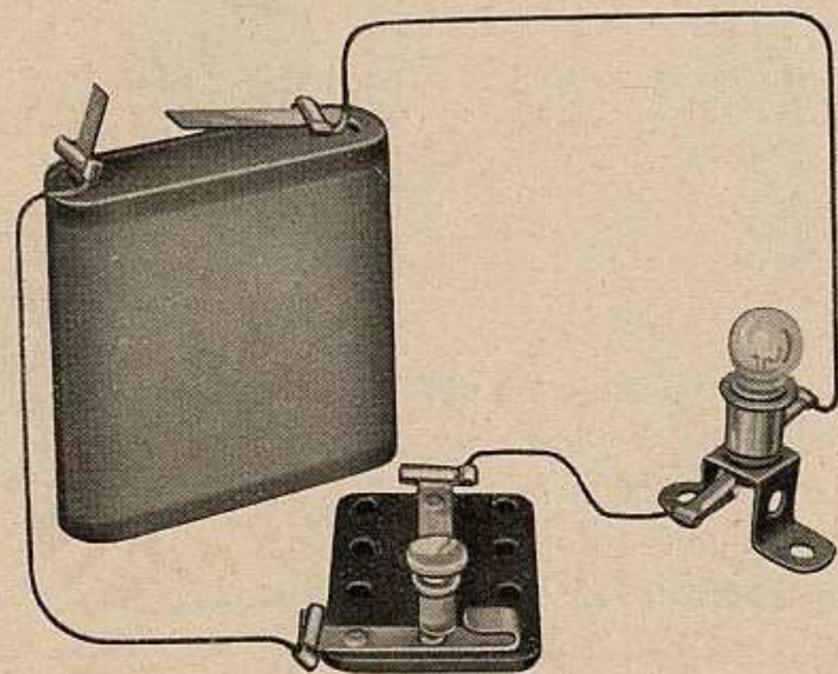
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 32:

Eclairage commandé par interrupteur.

Pièces nécessaires:

- 1 douille No. 556
- 1 ampoule $3\frac{1}{2}$ volts No. 557/ $3\frac{1}{2}$
- 1 câble No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 pile de poche



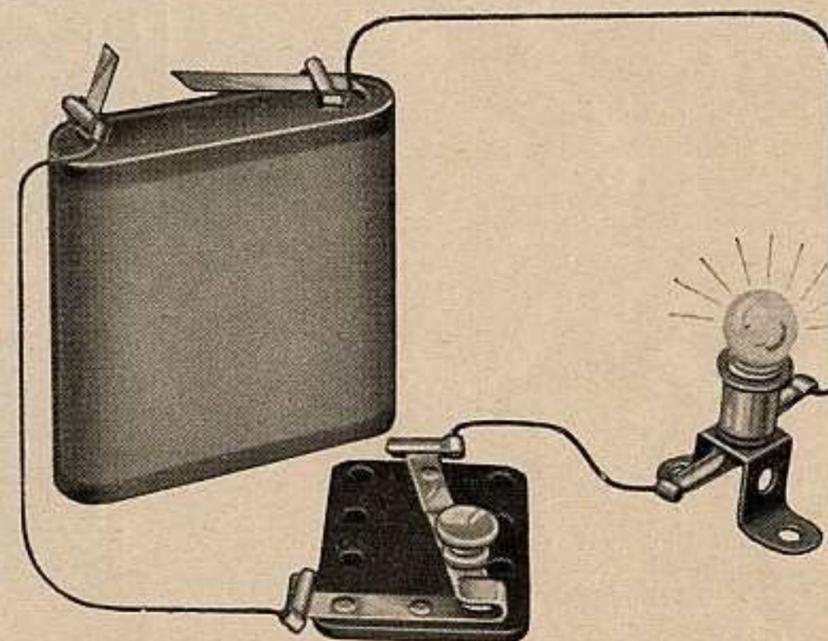
Pour faciliter l'interruption de l'éclairage nous nous servons de notre interrupteur-manipulateur qui permet de rompre et de rétablir le circuit à volonté (voir aussi expérience 23). Nous relions un des bouts de notre pile directement avec une fiche de la douille tandis que l'autre bout de la pile est relié avec l'interrupteur. Ne reste plus qu'à relier l'autre contact de l'interrupteur avec la seconde fiche de la douille et l'installation est prête. En pressant sur le bouton de l'interrupteur nous pouvons maintenant allumer notre lampe et l'éteindre en lâchant le bouton.

Expérience 33:

Interrupteur à contact permanent.

Pièces nécessaires:

- 1 douille No. 556
- 1 ampoule $3\frac{1}{2}$ volts No. 557/ $3\frac{1}{2}$
- 1 câbles No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 pile de poche



L'expérience 32 nous a présenté un contact intermittent et pour avoir un éclairage permanent il aurait fallu appuyer tout le temps sur le bouton de l'interrupteur. Pour ne pas mettre notre patience à une trop grande épreuve, notre interrupteur est muni d'un dispositif pratique. Il suffit de tourner la manette vers la droite en-dessous du bout retourné et le contact reste permanent.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

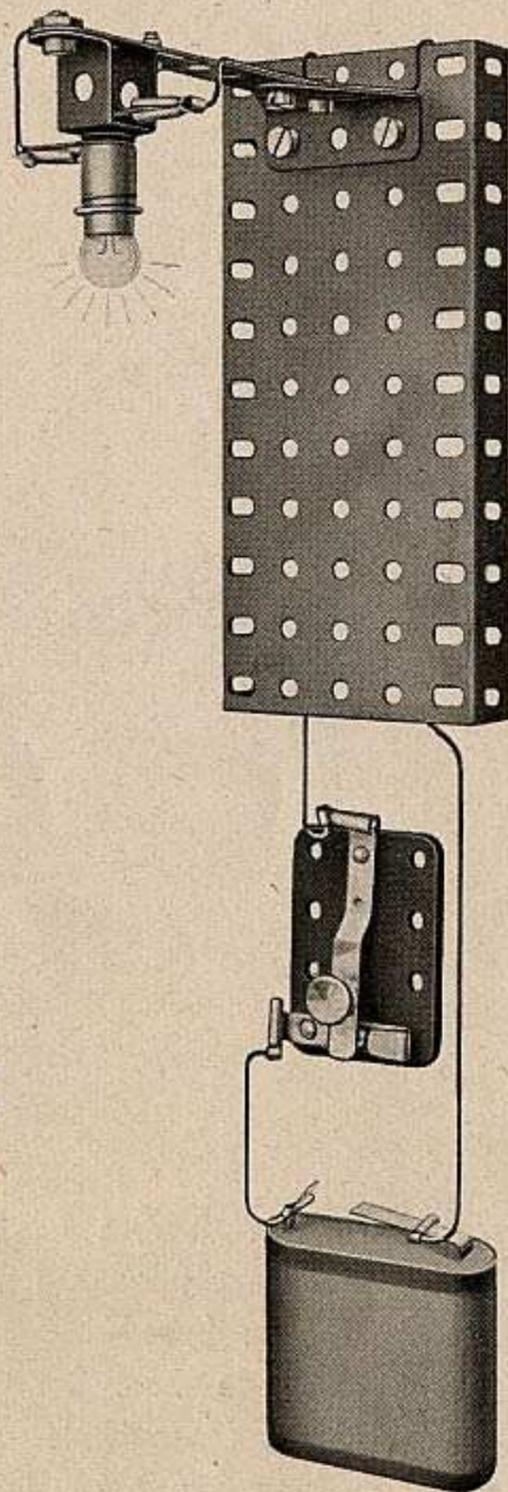
Expérience 34:

Applique.

Pièces nécessaires:

- 1 bande métallique No. 3
- 6 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 douille No. 556
- 1 ampoule $3\frac{1}{2}$ volts No. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 2 câbles No. 560/100
- 1 câble No. 560/25
- 1 interrupteur No. 563
- 1 support No. 564
- 1 pile de poche

Avec ces pièces il nous sera facile de construire un éclairage électrique en forme d'applique, nous n'aurons qu'à nous conformer au dessin. Cette petite installation pourra nous être utile en beaucoup d'occasions.



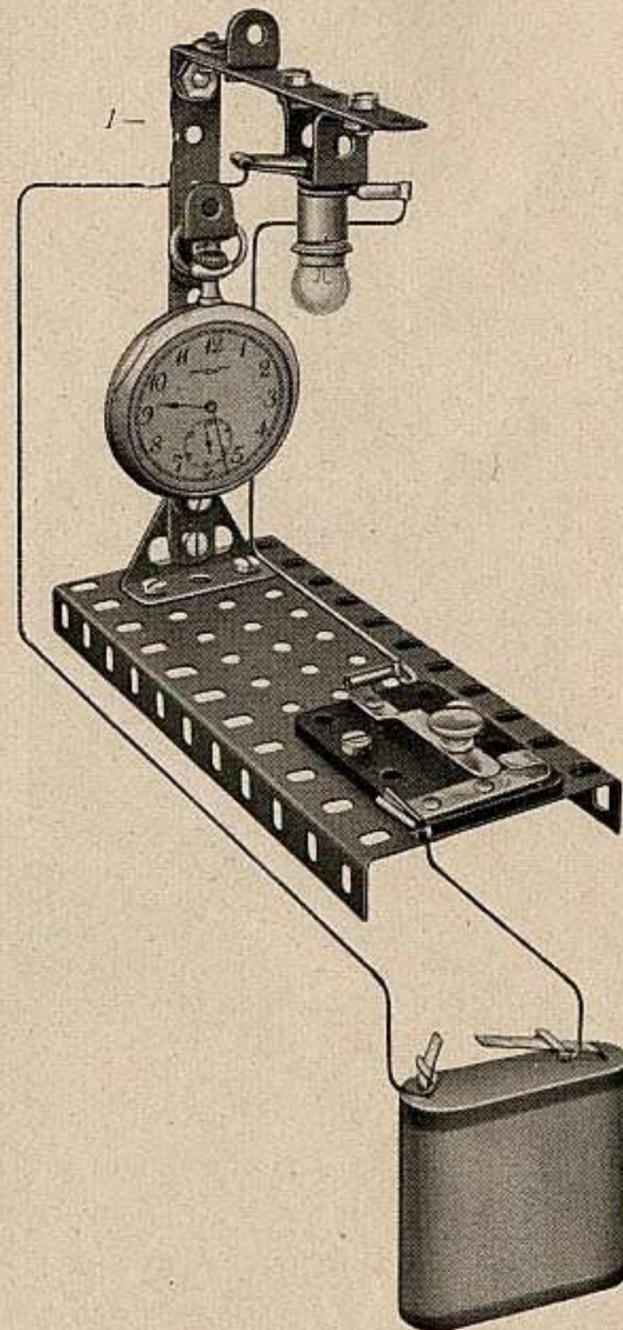
Expérience 35:

Porte-Montre.

Pièces nécessaires:

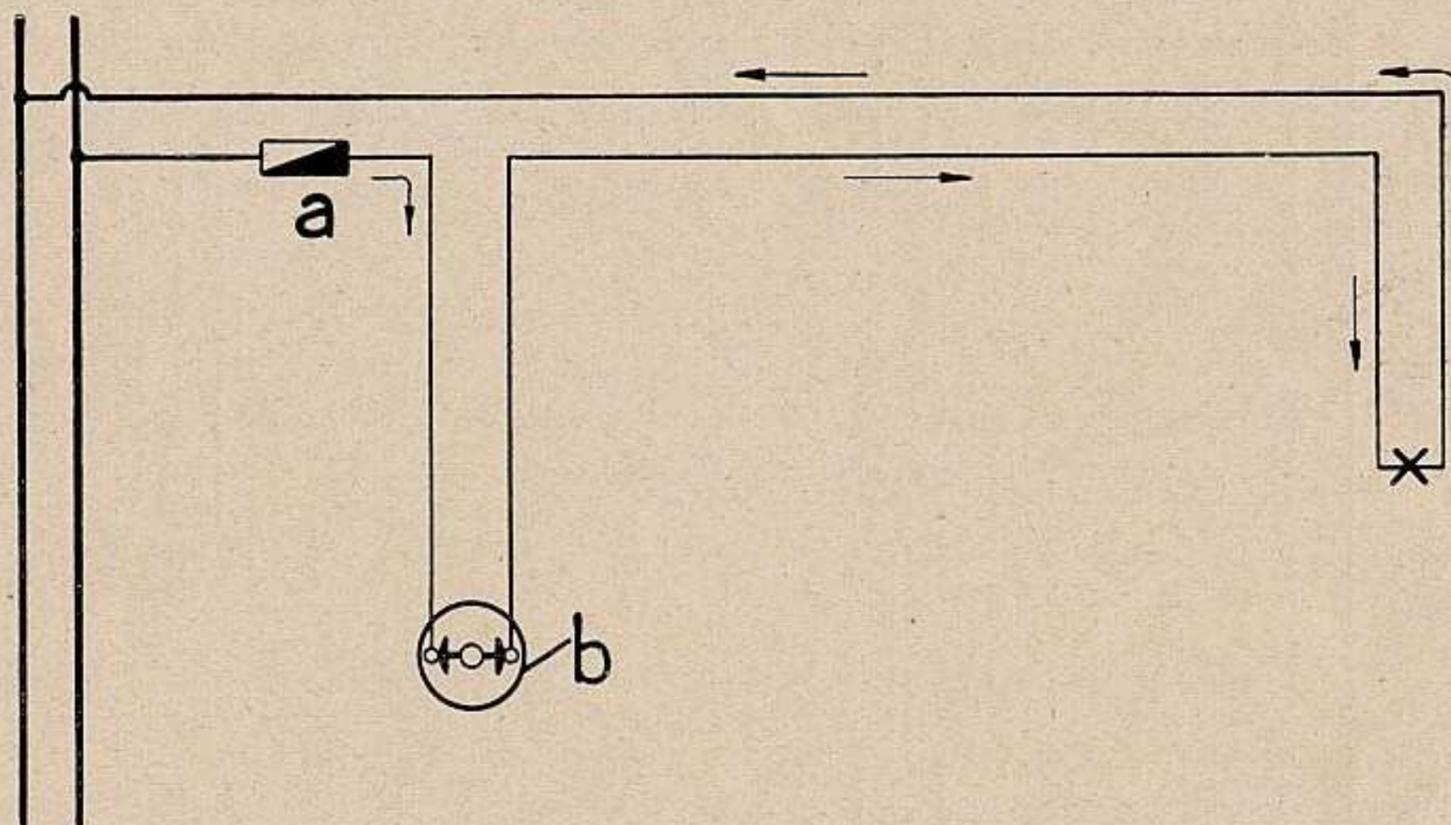
- 2 bandes No. 2 a
- 1 bande No. 3
- 2 pièces en équerre No. 12
- 13 vis avec écrous No. 37 K
- 1 pièce en S No. 47 a
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 douille No. 556
- 1 ampoule $3\frac{1}{2}$ volts No. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 2 câbles No. 560/100
- 1 câble No. 560/25
- 1 interrupteur No. 563
- 1 support No. 564
- 1 pile

Les détails pour la construction de ce porte-montre sont faciles à reconnaître sur le dessin. Il reste cependant à faire remarquer que pour renforcer le bras il faut prendre les bandes No. 2 a en double, de façon à les faire recouvrir par 8 trous. Le crochet pour la montre se fait avec 2 pièces en équerre No. 12. En fixant l'interrupteur sur la plaque il faut bien veiller à ce que les deux pointes qui traversent la plaquette de l'interrupteur soient placées dans les trous de la grande plaque rectangulaire et ne touchent pas au métal de la plaque.



MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)



Expérience 36:

Schéma de montage d'un interrupteur.

Après avoir étudié les principes de la transmission du courant électrique et de l'éclairage électrique, nous allons essayer de nous familiariser avec quelques schémas de montage sur les installations domestiques les plus usitées.

Nous nous occuperons d'abord du cas le plus simple, une seule lampe commandée par un seul interrupteur. Les lignes représentent les fils conducteurs, un cercle marque l'interrupteur et une croix \times indique la lampe. Les deux lignes plus grosses sur le côté indiquent le secteur de la ville, la source du courant. Le courant nous parvient du secteur en passant par un coupe-circuit fusible *a* (plomb de sûreté) voir aussi expérience 39, à l'interrupteur *b* et de là peut être envoyé à la lampe. Le retour du courant se fait par la ligne d'en haut. L'interrupteur a deux positions "circuit fermé" et "circuit ouvert".

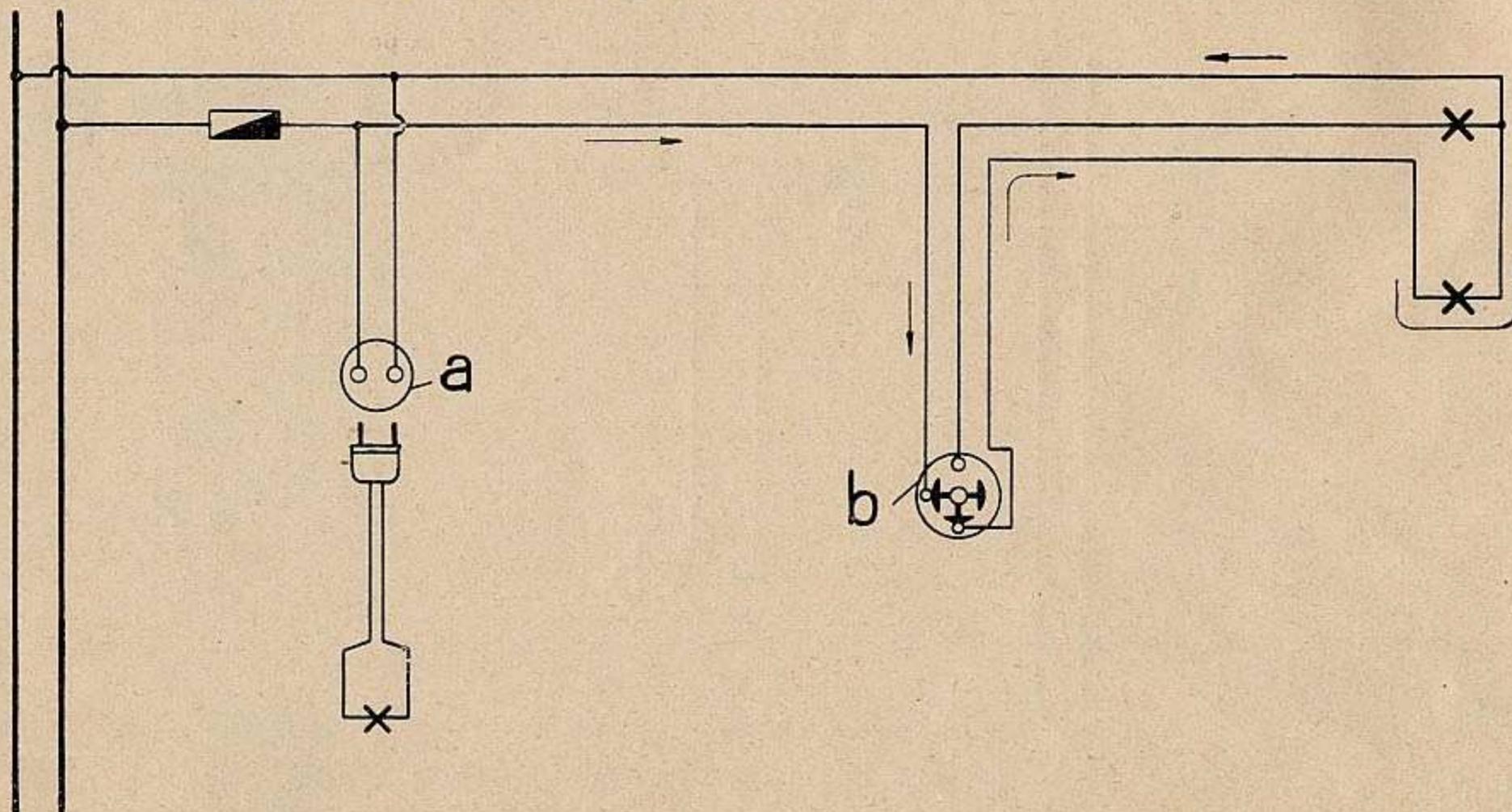
MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 37:

Prise de courant et commutateur à 3 directions.

Ici aussi deux fils sont branchés sur la ligne du secteur. Nous établissons d'abord un branchement allant à la prise murale *a*. Ces prises murales servent à brancher sur le secteur les divers appareils électriques qui sont munis de fiches prise de courant s'adaptant à la prise murale, fers à repasser électriques, aspirateurs, lampes etc.



Nos fils conduisent en outre au commutateur *b*. Ce commutateur interrupteur sert à allumer deux groupes de lampes, comme cela se fait souvent pour les lustres. Les positions de notre commutateur sont donc les suivantes:

- Circuit ouvert, toutes les lampes éteintes.
- Allumage des lampes en bas.
- Allumage de toutes les lampes.
- Allumage des lampes en haut seules.

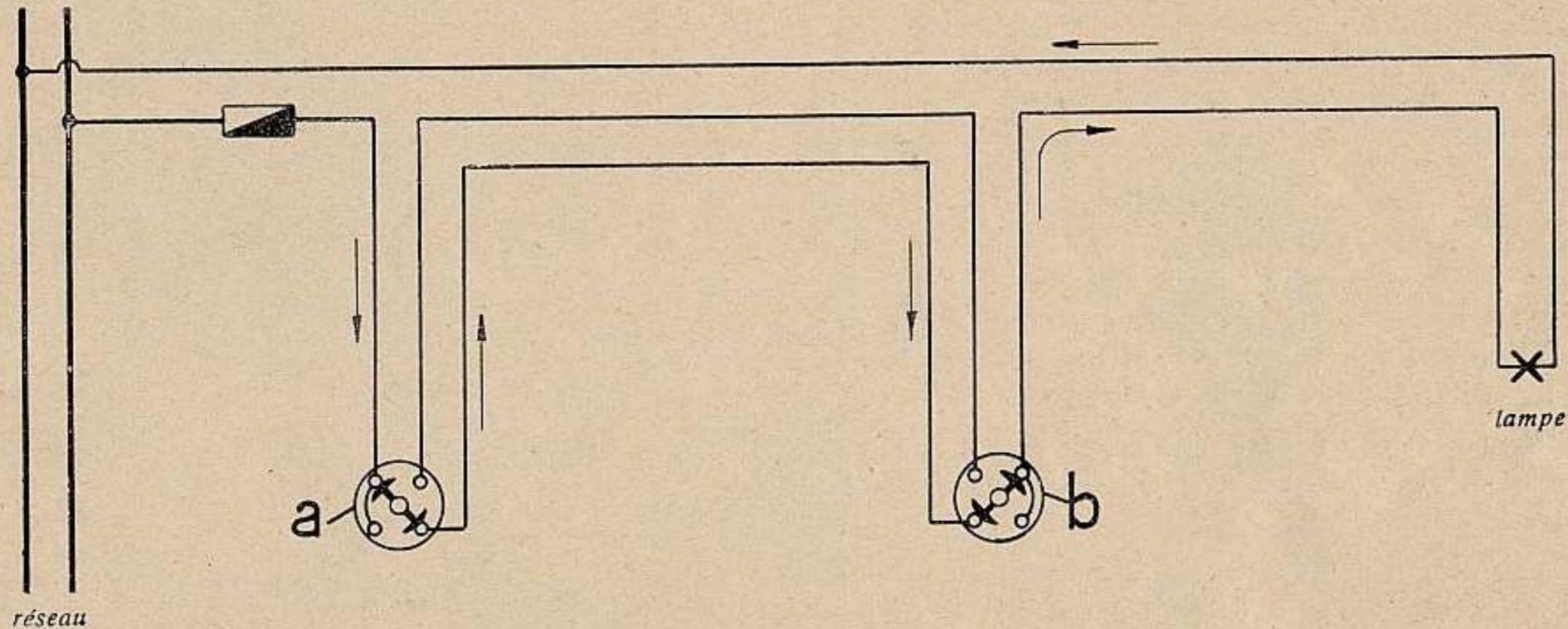
Et de nouveau toutes lampes éteintes.

Pour bien nous rendre compte du fonctionnement de ces commutateurs, nous découperons un rond de papier sur lequel nous aurons dessiné l'intérieur du commutateur suivant la petite esquisse ci-contre. Au moyen d'une aiguille nous le fixerons sur le schéma du commutateur *b*. Tel que le schéma est présenté ci-dessus, le courant passe dans les lampes inférieures, tandis que la série des lampes en haut est éteinte.

Expérience 38:

Commande d'une lampe va et vient.

Souvent on désire pouvoir allumer et éteindre la même lampe de deux points différents; on emploie alors des interrupteurs à fonctionnement alternatif. Pour relier les deux interrupteurs on se sert de fil conducteur à 3 lignes. Ici aussi nous aurons plus de facilité pour comprendre si nous découpons deux petits dessins pour les poser avec une aiguille sur le schéma des interrupteurs ci-dessus. Tel que notre schéma est établi, le courant passe de l'interrupteur *a* à l'interrupteur *b*, de là à la lampe pour retourner ensuite au secteur. La ligne centrale entre *a* et *b* est donc sans courant. Mais si nous faisons faire un quart de tour à l'interrupteur *a* ou *b*, le courant ne passera plus et la lampe sera éteinte.



Expérience 39:

Appareils de protection.

Dans l'expérience 36 nous avons remarqué que le courant pris sur le secteur de la ville passe par un court-circuit fusible avant d'entrer dans le réseau domestique. Ce coupe-circuit est un petit appareil de protection bien utile. Il est généralement placé près du compteur et il sert à couper le circuit c'est-à-dire de séparer le réseau domestique du secteur de la ville à l'arrivée d'un courant trop fort, d'une surintensité. Ces appareils sont munis d'un fil fusible lequel est intercalé dans le circuit. Si l'intensité du courant devient trop grande, les fils s'échauffent et le point le plus faible, notre fusible, fond en coupant ainsi le circuit du courant. Il est donc très important que les court-circuits fusibles soient en parfait état dans une installation d'électricité. Il ne faut surtout pas s'amuser à rétablir le circuit avec un fil quelconque qui ne fondrait pas, réparation qui risquerait de mettre le feu à l'installation.

Electro-Magnétisme

Expérience 40:

Nous allons faire un électro-aimant.

Pièces nécessaires :

1 manivelle No. 19

1 câble No. 560/100

1 boîte de limaille de fer No. 581

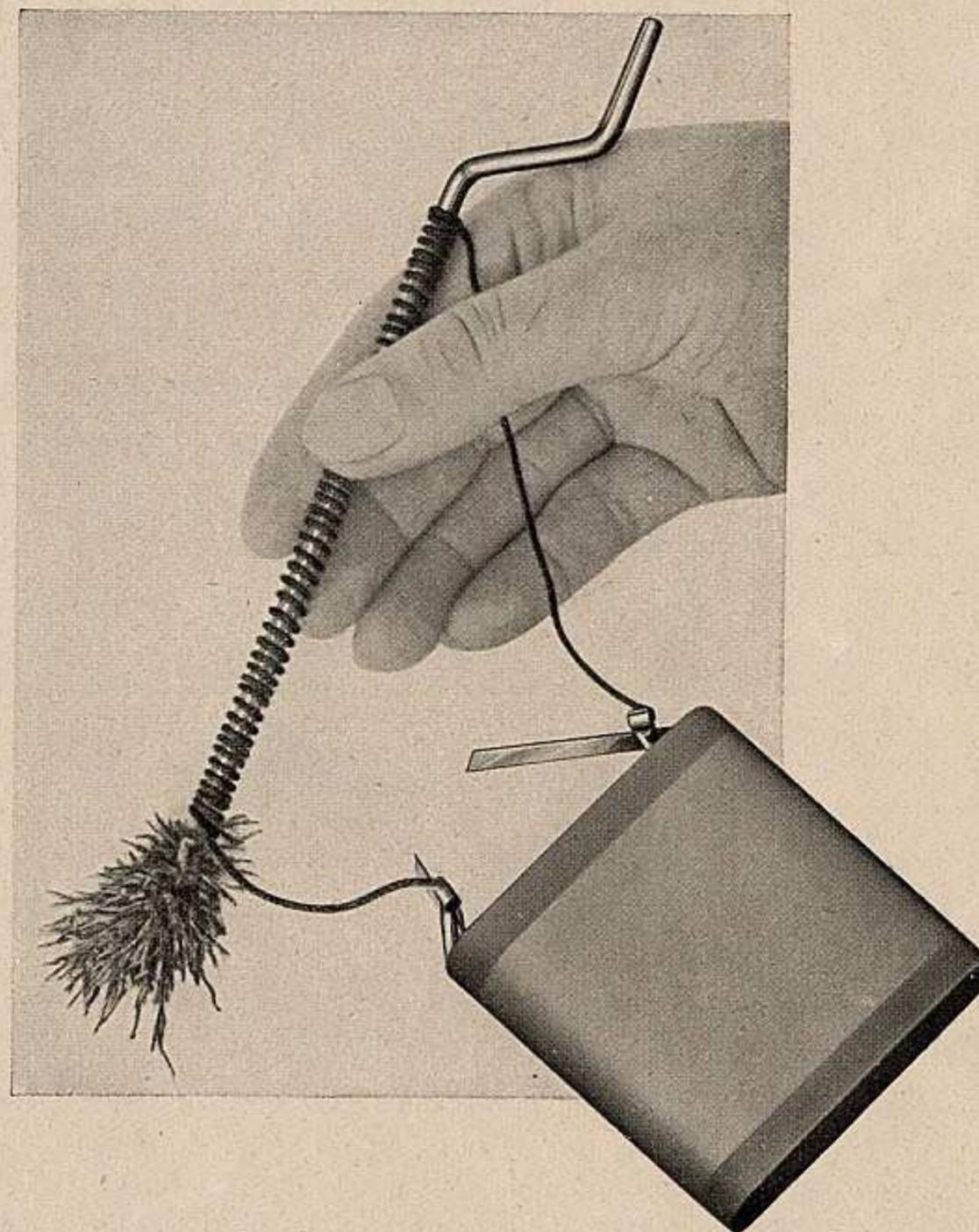
1 pile de poche

Cette expérience nous mène dans le domaine de l'électro-magnétisme. Dans nos premières expériences nous avons eu l'occasion d'observer les propriétés des aimants en acier. Nous allons voir les effets d'un électro-aimant.

Un électro-aimant se compose d'un noyau de fer et d'une bobine enroulée de fil métallique. Les effets sont semblables à ceux de l'aimant naturel.

L'électro-aimant un peu élémentaire que nous reproduisons ci-contre a été confectionné à l'aide d'une manivelle en fer enroulée d'un câble No. 560/100 en tours nombreux. Aussitôt que nous aurons reliés les deux bouts du fil avec les deux bouts laiton de la pile de poche, nous constaterons que notre électro-aimant ainsi construit dispose de forces appréciables pour attirer des corps en fer, de la limaille de fer etc.

Ne prolongeons pas cette expérience, notre pile en serait trop vite épuisée.



MÄRKLIN-ELEX

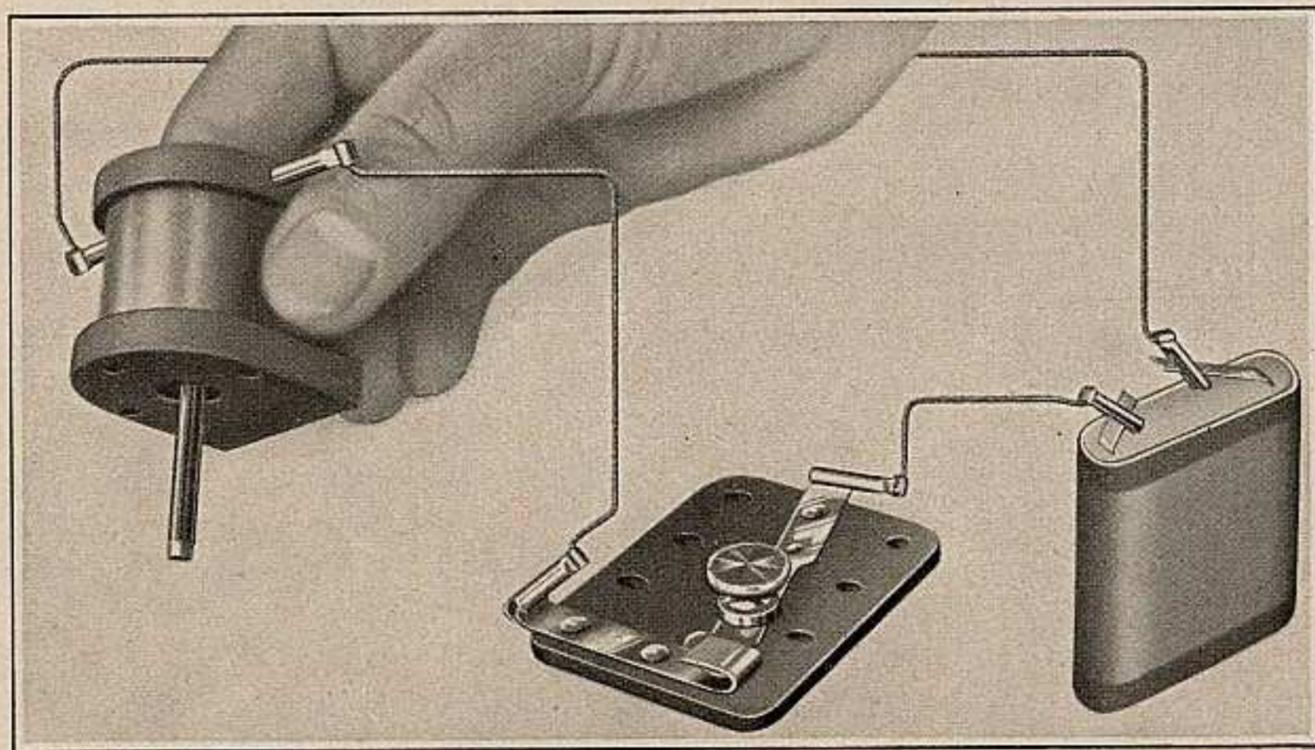
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 41 :

Pile avec solénoïde.

Pièces nécessaires :

- 1 tringle No. 17
- 1 câble No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 bobine à aimant No. 565
- 1 pile de poche



Notre bobine MÄRKLIN-ELEX étant enroulée de nombreuses spires de fil fin dispose d'une grande force magnétique, sans que pour cela la pile souffre d'une grande dépense de courant. Par l'expérience ci-dessus nous voyons que la force d'attraction de notre bobine est assez élevée pour maintenir une tringle No. 17 en plaçant la bobine en biais. La force ne suffirait pas pour suspendre la tringle en position verticale.

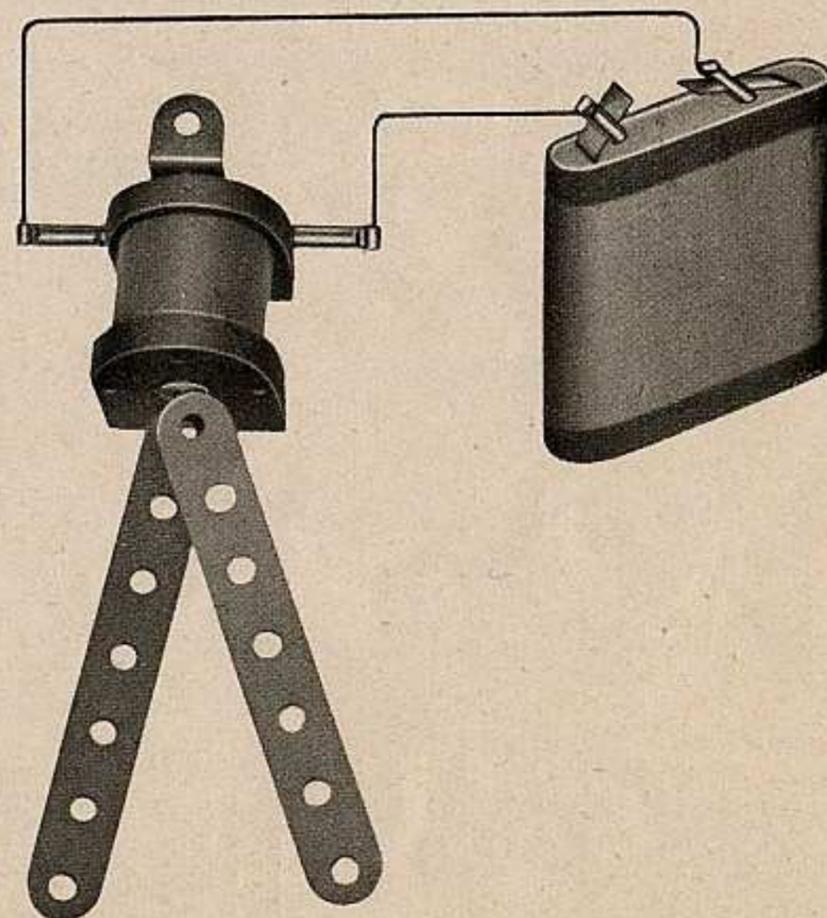
La bobine ainsi employée sans le noyau de fer s'appelle solénoïde.

Expérience 42 :

Pile avec bobine et noyau de fer.

Pièces nécessaires :

- 2 bandes No. 3
- 2 vis avec écrous No. 37 K
- 1 bande coudée No. 60/5 M
- 2 câbles No. 560/15
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 pile de poche



La force d'attraction devient bien plus grande si nous introduisons le noyau de fer dans la bobine. L'électro-aimant ainsi constitué soulève aisément un certain nombre de pièces en fer. Pour fixer le noyau de fer nous employons la bande coudée No. 60/5 M que nous vissons d'un côté de la bobine.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

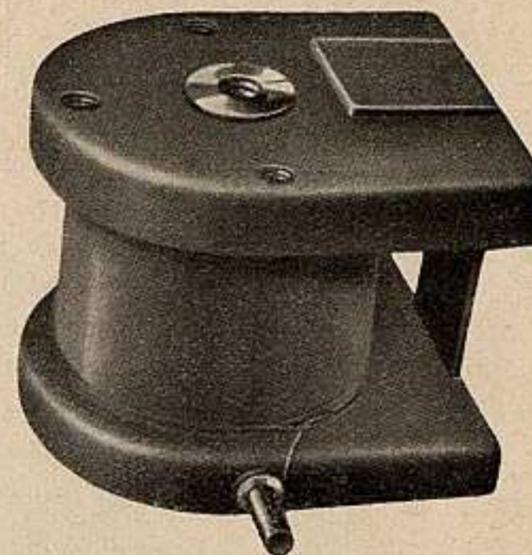
Expérience 43:

Pile, bobine et noyau de fer en circuit fermé.

Pièces nécessaires:

- 1 vis avec écrou No. 37 K
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 bande armature No. 567

L'électro-aimant aussi produit des lignes de force, qui sont d'autant plus intenses que leur circulation est rendue facile. Si nous glissons la bande armature sur la bobine en la vissant sur le noyau de fer nous établissons entre les bouts du noyau et le bout libre de l'armature une force magnétique considérable. Nous pouvons nous en rendre compte par le nombre de pièces de fer que notre électro-aimant est maintenant capable de soulever.



Electro-aimant et aiguille aimantée

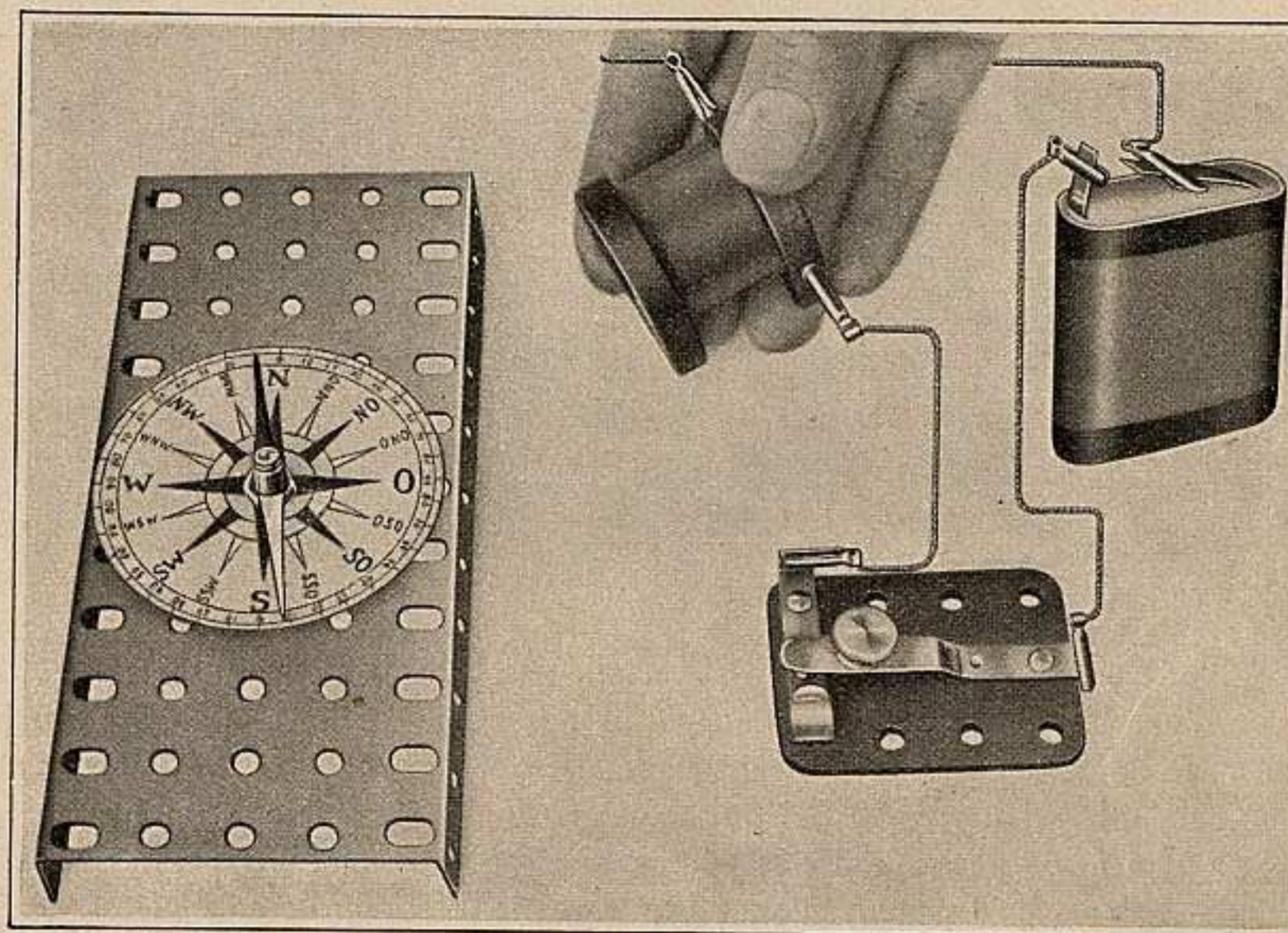
Expérience 44:

Solénoïde sans courant ne fait pas dévier l'aiguille.

Pièces nécessaires:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 plaque rectangulaire No. 52 M | 1 interrupteur No. 563 |
| 1 aiguille aimantée horizontale No. 552 | 1 bobine No. 565 |
| 1 pivot avec écrou No. 553 | 1 pile de poche |
| 1 câble No. 560/25 | 1 rose des vents (planche à découper) |
| 2 câbles No. 560/15 | |

Nous allons refaire la boussole d'après les indications de l'expérience 14. Approchons le solénoïde (bobine) de la boussole, l'aiguille restera immobile dans sa position nord-sud.



MARKLIN-ELEX

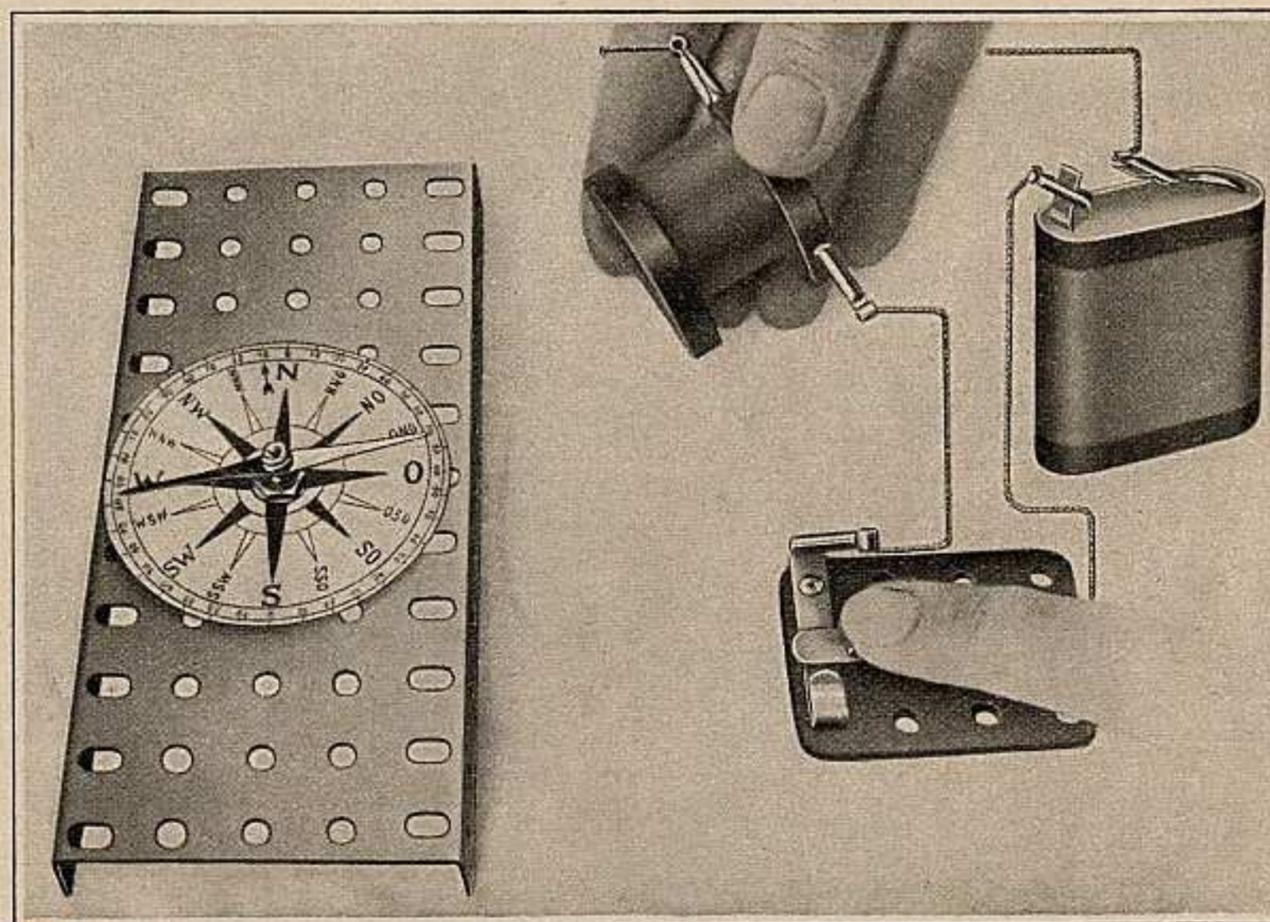
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 45:

Solénoïde parcouru de courant électrique fait dévier l'aiguille.

Pièces nécessaires:

- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 bobine No. 565
- 1 pile de poche
- 1 rose des vents



Si en pressant sur l'interrupteur nous faisons passer le courant de la pile dans la bobine enroulée, notre boussole s'anime, l'aiguille dévie fortement. L'une des extrémités du solénoïde attire le pôle nord et l'autre côté le repousse.

MARKLIN-ELEX

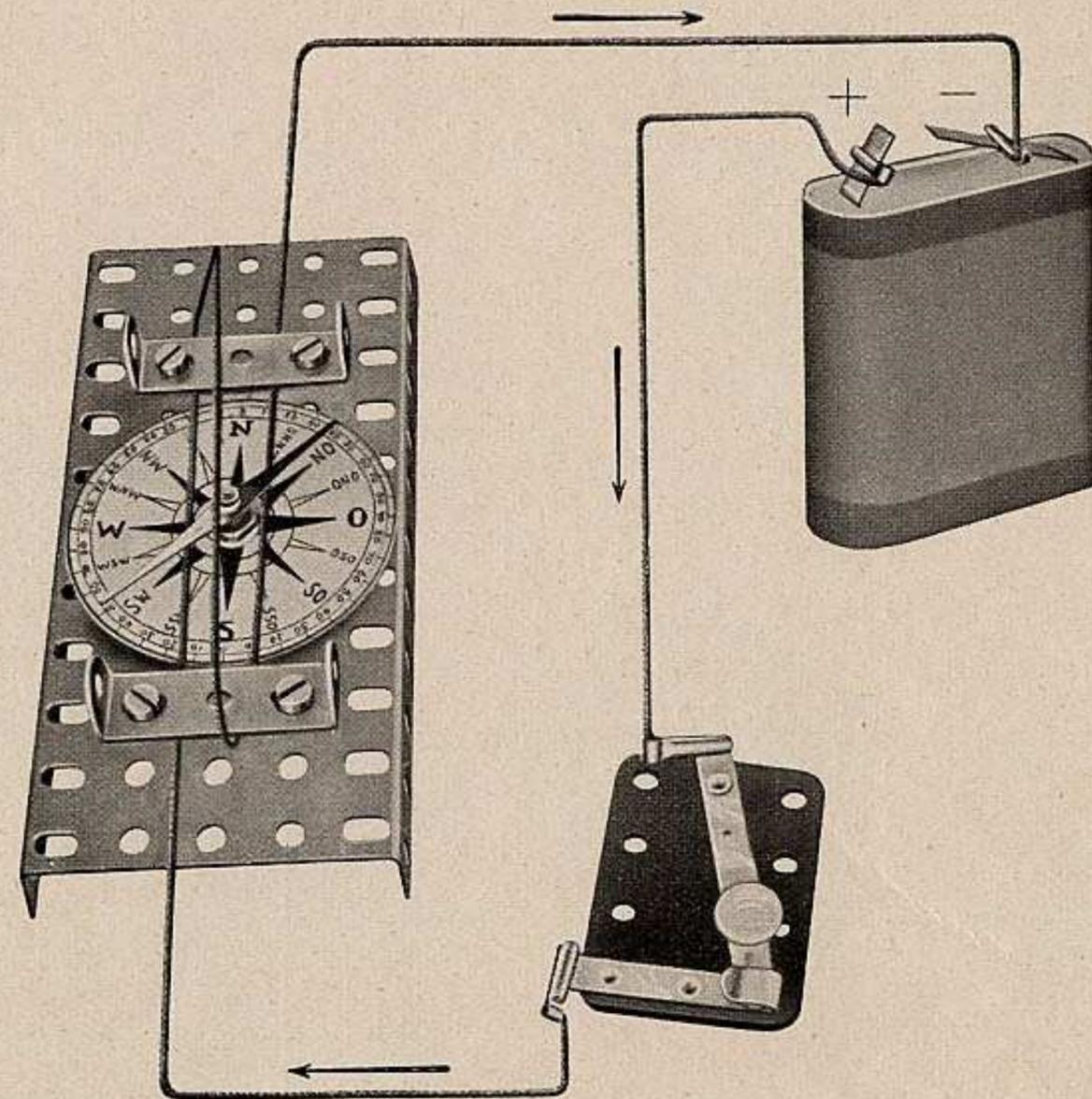
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

Expérience 46:

Galvanoscope (déviation vers la droite).

Pièces nécessaires:

- 4 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 2 bandes coudées No. 60/5 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560/100
- 1 câble No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 pile de poche
- 1 rose de vents



Dans les deux expériences précédentes nous avons vu comment l'aiguille de la boussole est influencée par l'électro-aimant. Nous inspirant de ces expériences, nous allons construire un petit appareil dont la sensibilité nous permettra de constater l'existence de courants électriques. Cet appareil est appelé "Galvanoscope". Il se compose de la boussole autour de laquelle nous avons fait passer un fil conducteur. Cette spire est faite avec un câble No. 560/100 maintenu par deux bandes coudées No. 60/5 M. Si maintenant nous faisons circuler le courant dans la spire de fil, nous observerons une forte déviation vers la droite de l'aiguille de la boussole.

Ne pas prolonger longtemps cette expérience, elle fait dépenser beaucoup de courant à notre petite pile.

MARKLIN-ELEX

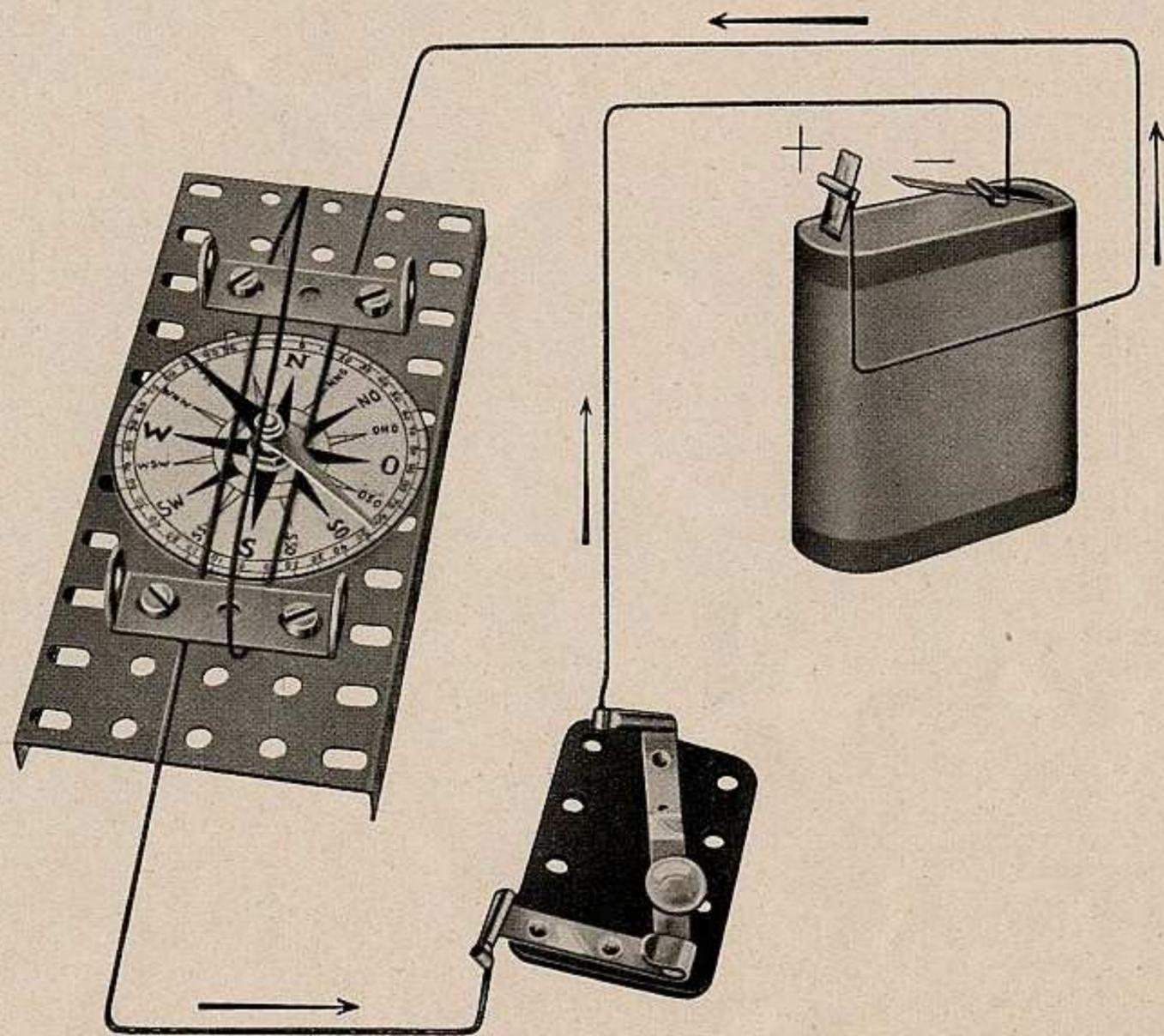
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 47:

Galvanoscope
(déviation vers la gauche).

Pièces nécessaires:

- 4 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 2 bandes coudées No. 60/5 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560/100
- 1 câble No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 pile de poche
- 1 rose des vents



Si nous changeons le sens du courant, nous verrons l'aiguille se tourner vers la gauche. Il suffit d'invertir les deux prises aux languettes de la pile pour obtenir l'inversion du courant.

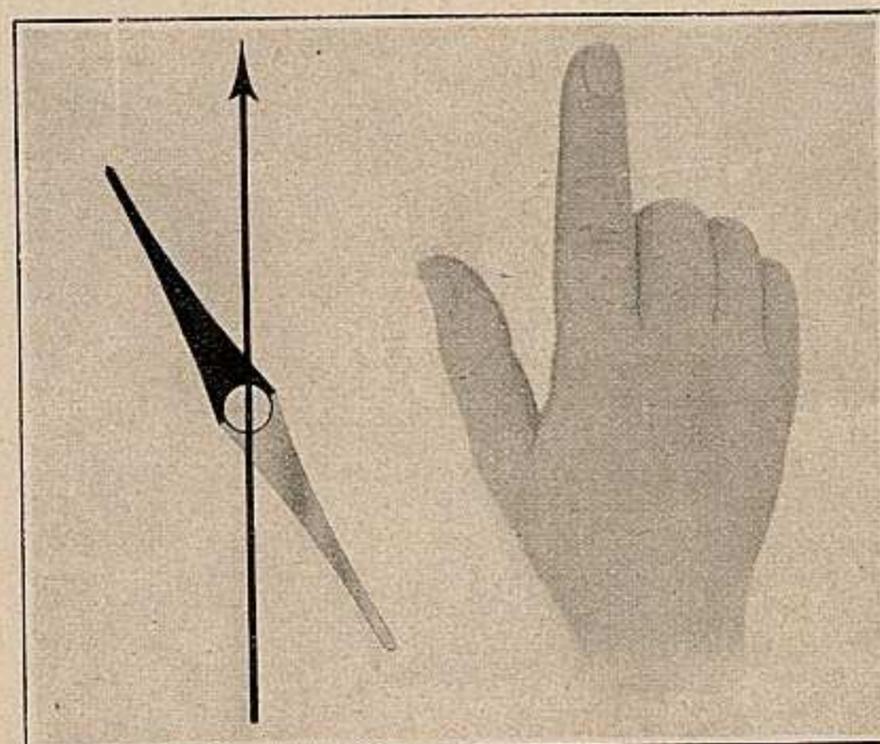
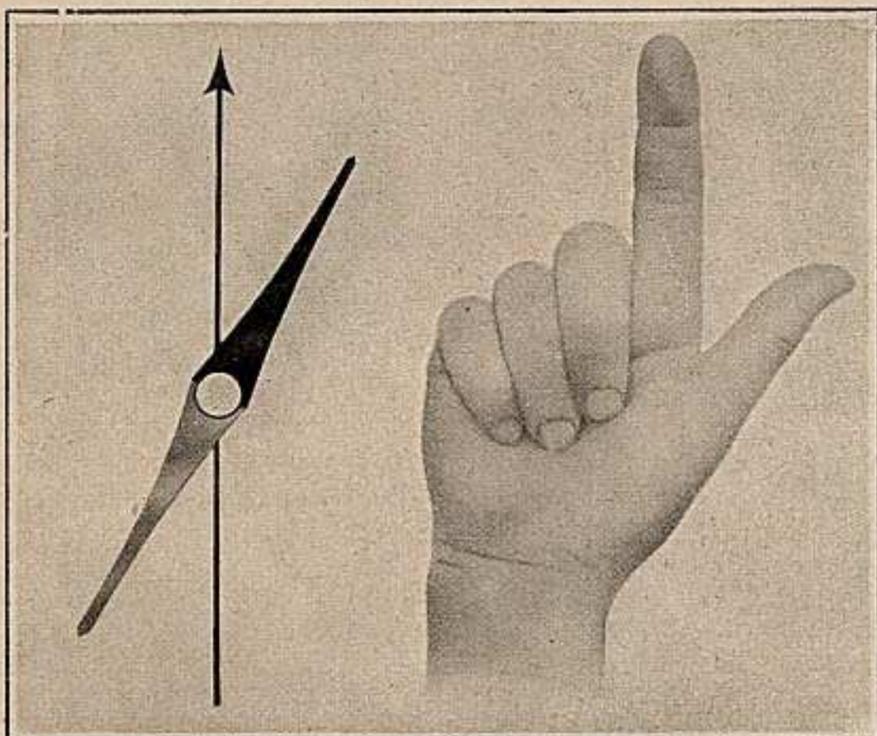
Ces deux dernières expériences 46 et 47 nous apprennent que la déviation de l'aiguille correspond à la direction du courant.

MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 48:

Règle de la main droite.



Pour bien retenir le principe de la déviation de l'aiguille aimantée, nous nous servons de la règle de la main droite: la main vue de face, c'est le courant passant au-dessous de l'aiguille (voir la flèche du dessin de gauche), la main vue de dos, c'est le courant passant au-dessus de l'aiguille (voir la flèche du dessin à droite). L'index nous indique la direction du courant, le pouce la déviation de l'aiguille. — Nos deux exemples ci-dessus nous démontrent qu'un courant circulant dans le sens des flèches, provoque une déviation vers la droite lorsque le conducteur passe au-dessous de l'aiguille, et vers la gauche lorsque le conducteur passe au-dessus de l'aiguille. —

Si en entourant l'aiguille aimantée d'un conducteur nous faisons circuler un courant électrique autour de l'aiguille comme dans les expériences 46 et 47, le courant agit dans le même sens sur l'aiguille en passant au-dessous et au-dessus d'elle, l'effet de la déviation s'en trouve même augmenté. Pour faire dévier l'aiguille en sens contraire, il suffit d'invertir les pôles du conducteur.

MARKLIN-ELEX

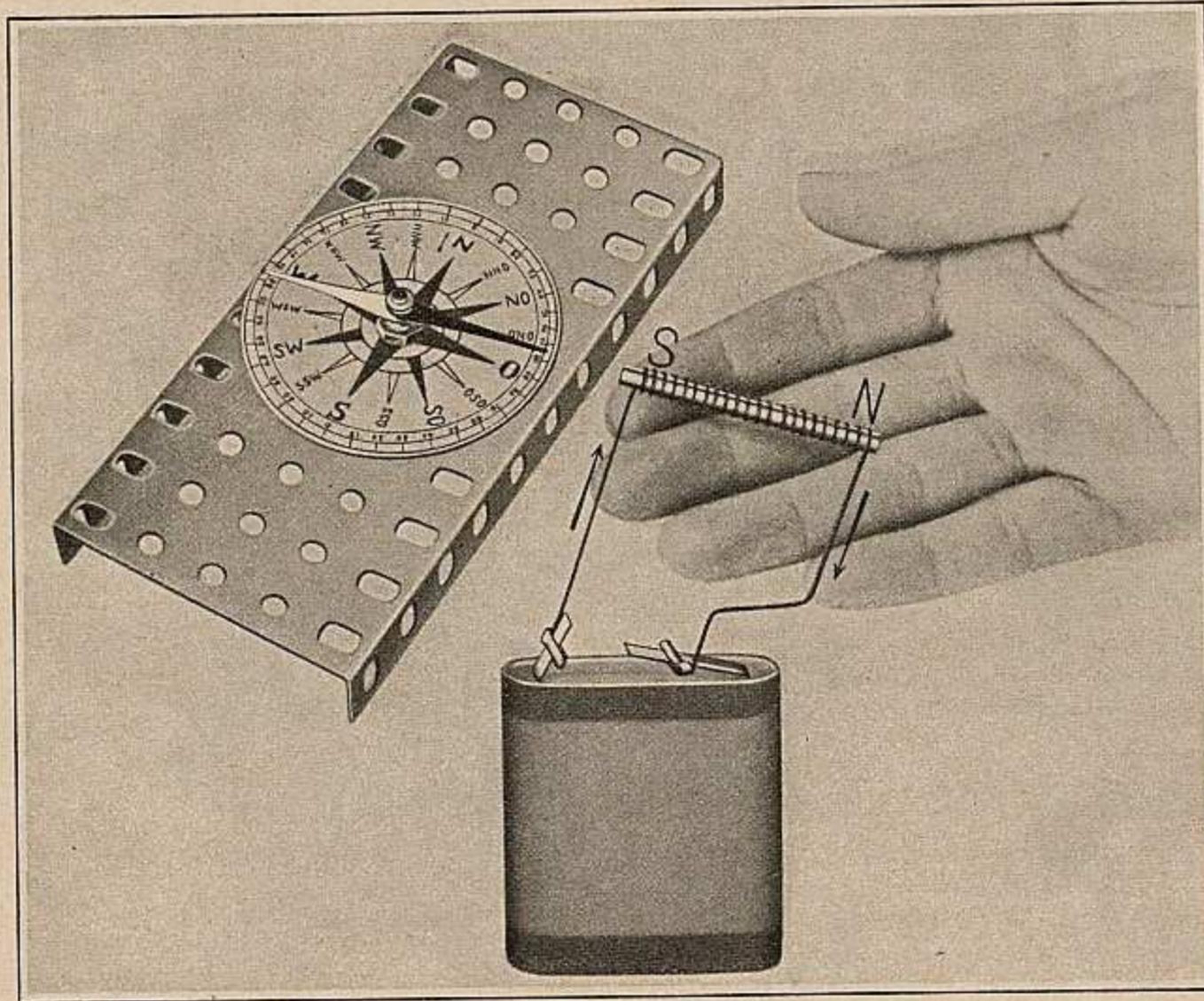
Expérience 49:

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

L'électro-aimant lui aussi a son pôle nord et son pôle sud.

Pièces nécessaires :

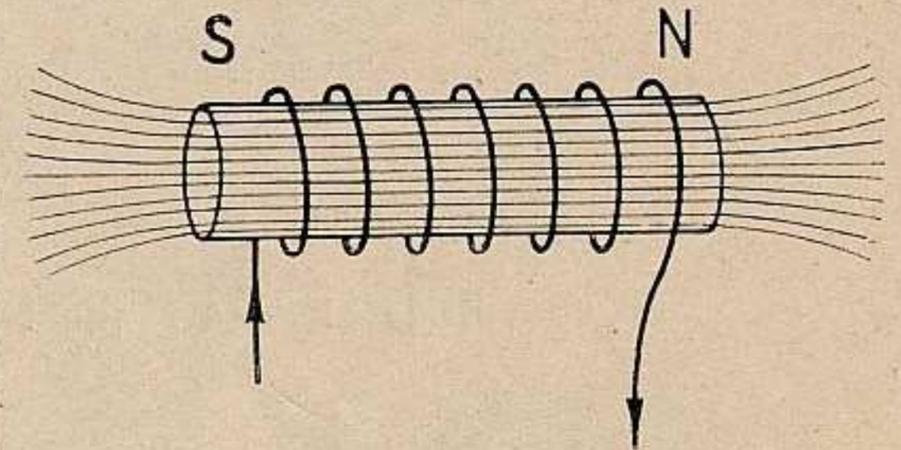
- 1 tringle No. 17
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560/100
- 1 pile de poche
- 1 rose des vents



Enroulons notre tringle de quelques tours de notre câble et nous verrons que l'une des extrémités de la tringle attire le pôle nord. Ce bout de la tringle se trouve donc être le pôle sud, voir aussi expérience 18. Par conséquent l'autre extrémité de la tringle est le pôle nord. Si nous suivons le sens du courant nous trouvons qu'dans un noyau de fer il se produit un pôle nord magnétique si le courant électrique le contourne sens contraire aux aiguilles de la montre. Si cependant le courant circule dans le sens des aiguilles d'une montre il en résulte un pôle sud magnétique. Cette expérience non plus ne doit pas être trop prolongée pour ménager de la pile.

Expérience 50:

Lignes de force dans l'électro-aimant.



Le dessin ci-dessus nous représente l'électro-aimant cité dans l'expérience précédente, mais considérablement grossi. Ce dessin nous montre bien la trajectoire des lignes de force. Les lignes de force débouchent aux deux bouts de l'aimant électrique et c'est aux deux extrémités de l'électro-aimant qu'elles ont leur plus grande intensité. Pour rendre les lignes de force visibles on place une feuille de papier sur l'aimant et on la saupoudre de limaille de fer en secouant légèrement. On verra la limaille se réunir en lignes très régulières allant d'un pôle à l'autre et ce sont ces lignes que nous appelons les lignes de force.

Ne pas épuiser la pile en faisant durer cette expérience trop longtemps.

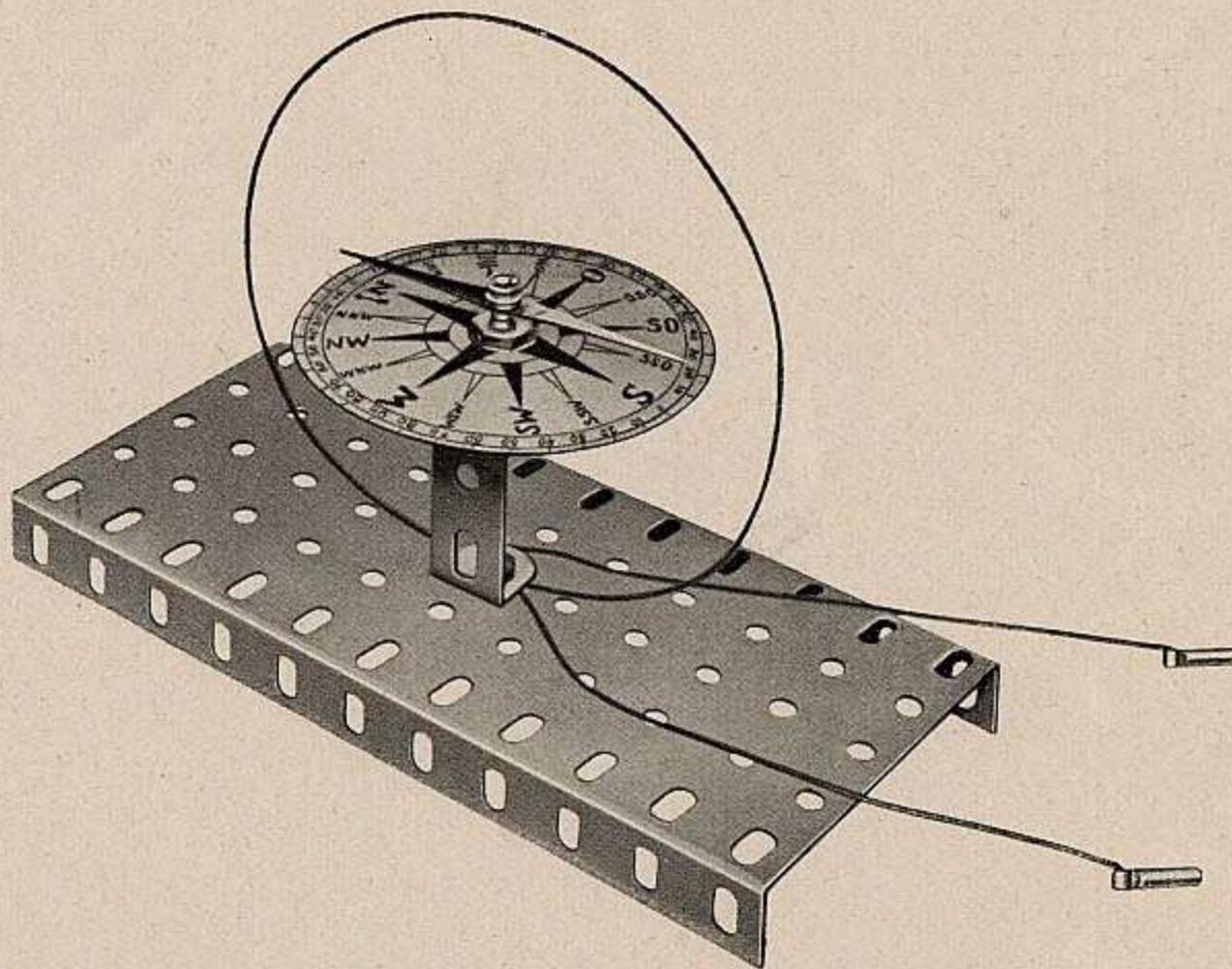
Instruments pour mesurer le courant électrique

Expérience 51:

Boussole des tangentes.

Pièces nécessaires:

- 1 vis avec écrou No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 bande coudée No. 60/5 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560/100
- 1 rose des vents



Cet instrument qui joue un grand rôle dans les laboratoires de physique ressemble en principe au galvanoscope, mais la précision en est plus grande. — Si le courant électrique passe en cercle autour de l'aiguille de la boussole, la déviation de l'aiguille sera d'autant plus grande que le courant est plus intense. Dans les appareils de laboratoire la suspension de l'aiguille est faite avec beaucoup plus de soins et de précision que dans notre expérience et à la place de notre spire de fil il y a une bobine enroulée de quantité de spires fines.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 52:

Voltmètre.

Pièces nécessaires :

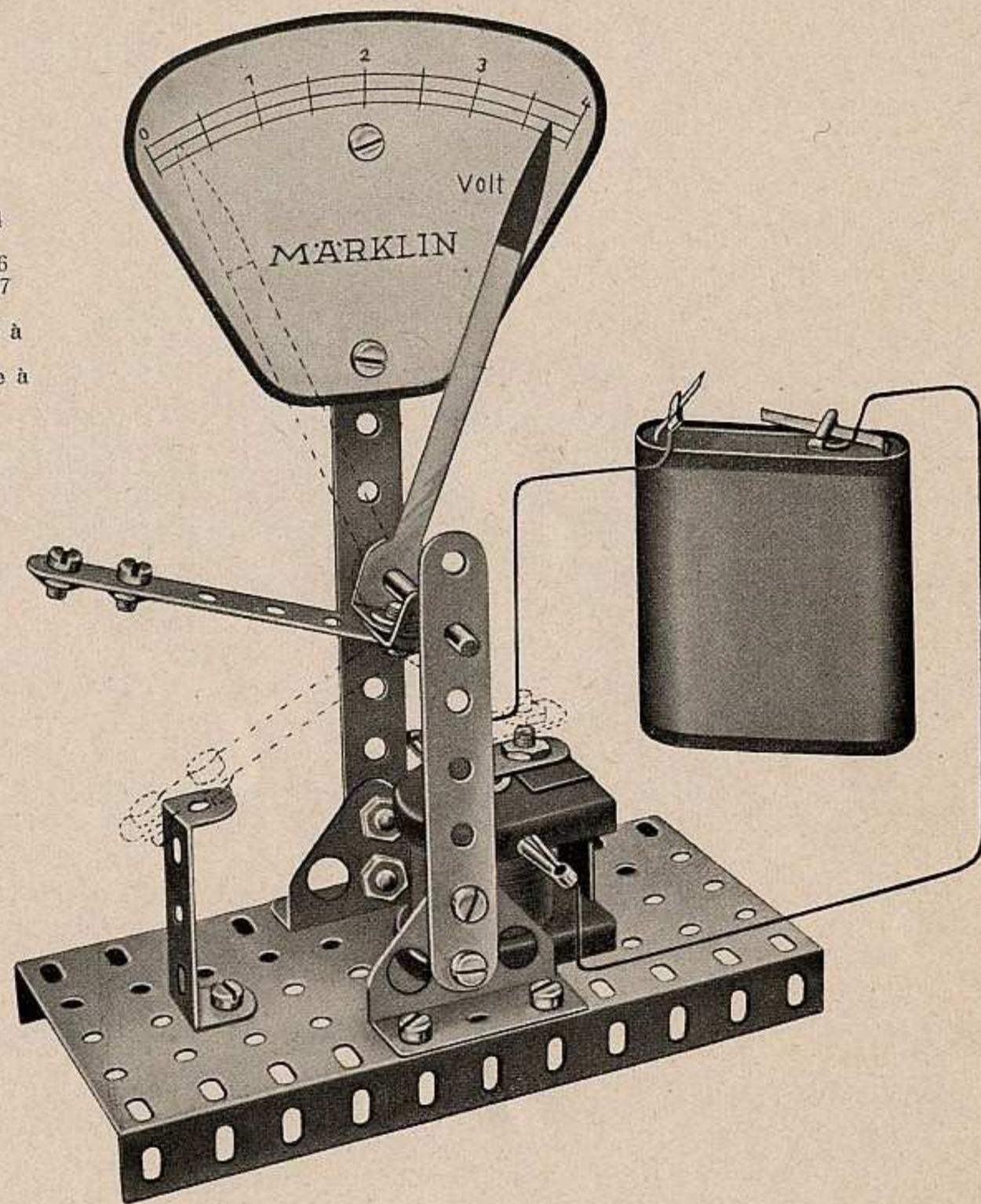
- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 2 bandes No. 2a | 2 supports No. 564 |
| 2 bandes No. 3 | 1 bobine No. 565 |
| 1 pièce plate No. 10 | 1 noyau de fer 566 |
| 1 pièce en U | 1 armature No. 567 |
| 1 tringle No. 17 | 1 pile de poche |
| 2 pinces de calage No. 35a | 1 cadran (planche à découper) |
| 18 vis avec écrous No. 37K | 1 aiguille (planche à découper) |
| 1 plaque rectangulaire No. 52M | |
| 1 bande coudée No. 60/5M | |
| 2 câbles No. 560/15 | |

La construction de notre voltmètre est relativement simple, tout est facile à voir dans les dessins ci-contre. L'aiguille et le cadran sont à découper sur la planche fournie avec la boîte. Veiller à ce que toutes les parties articulées jouent aisément, pour que l'instrument ait une certaine précision. Cet instrument doit mesurer la tension

(voltage) du courant, laquelle est indiquée par l'unité "volt". Une pile de poche fraîche en pleine charge présente une tension de 4 à 4½ volts, tension qui baisse par l'usage. Une fois que la tension sera en-dessous de 2 volts, la pile ne pourra plus servir aux expériences.

Cet instrument est basé sur le principe qu'un noyau de fer est d'autant plus attiré par la bobine que la tension est plus grande.

La pièce plate au bout du noyau de fer doit être fixée par une vis (cuivre), autrement cette pièce s'approcherait trop près de l'aimant et elle resterait collée dessus. La bande qui porte l'aiguille est reliée à la pièce plate du noyau par un fil.



MARKLIN-ELEX

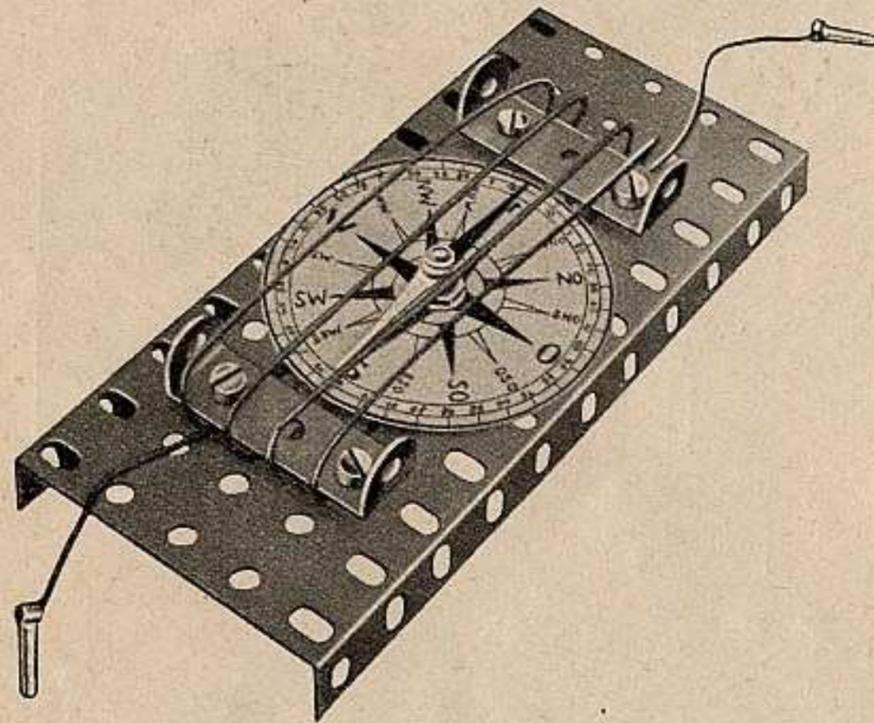
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 53 :

Galvanomètre.

Pièces nécessaires :

- 4 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 2 bandes coudées No. 60/5 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560/100
- 1 rose des vents



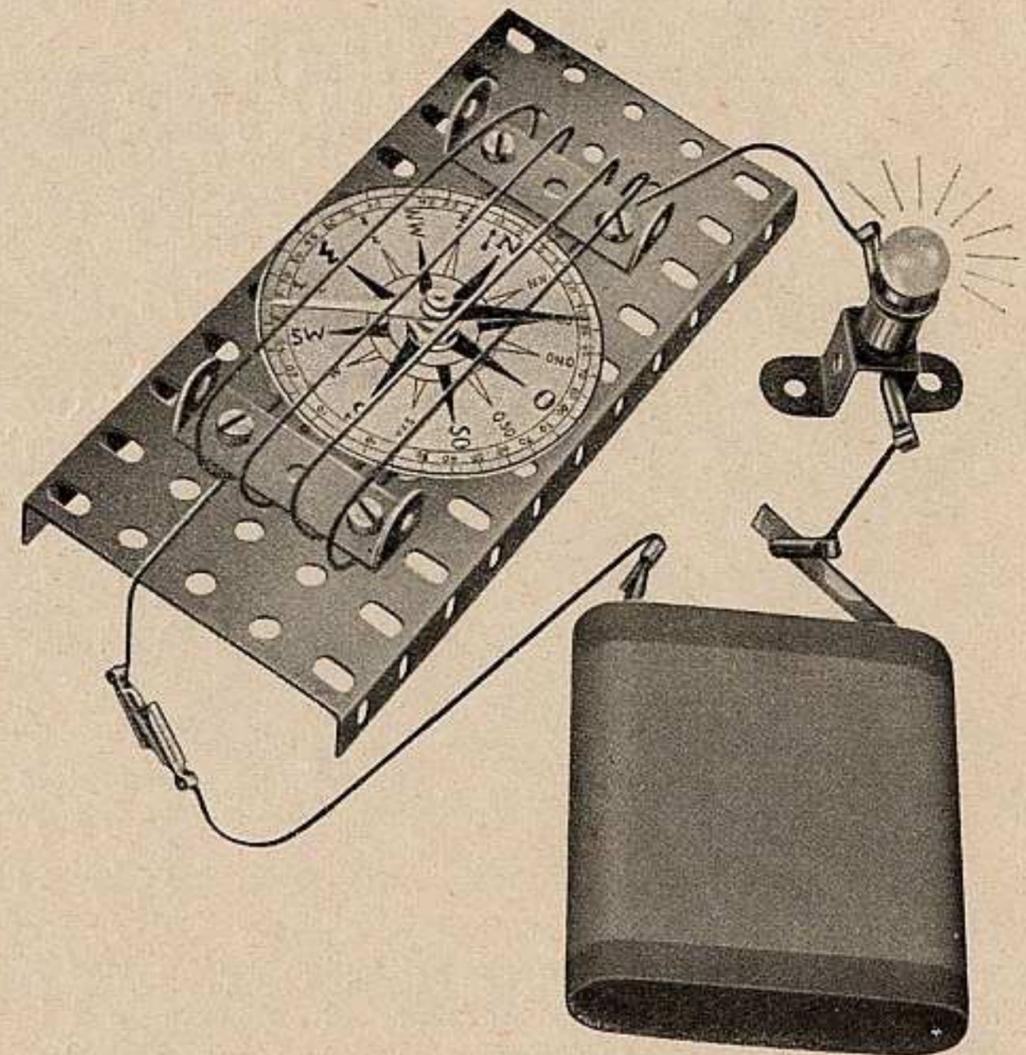
Le galvanomètre ressemble dans sa construction au galvanoscope. Tandis que le galvanoscope sert à signaler l'existence de courants électriques par la déviation de l'aiguille, le galvanomètre nous permettra de mesurer ces courants. Le galvanomètre est entouré de spires plus nombreuses et par là augmente la déviation de l'aiguille.

Expérience 54 :

Pile et lampe électrique avec galvanomètre intercalé en série.

Pièces nécessaires :

- 4 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 2 bandes coudées No. 60/5 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 douille No. 556
- 1 ampoule 3 1/2 volts No. 557/3 1/2
- 1 câble No. 560/100
- 2 câbles No. 560/15
- 1 pile de poche
- 1 rose des vents



Par le dessin ci-dessus nous pouvons nous rendre compte de l'application du galvanomètre. Ici notre instrument de mesure est intercalé "en série", suivant le terme technique, entre la pile, source du courant, et la lampe objet de dépense de courant. La déviation de l'aiguille du galvanoscope peut ainsi servir à mesurer le courant utilisé par la lampe.

MÄRKLIN-ELEX

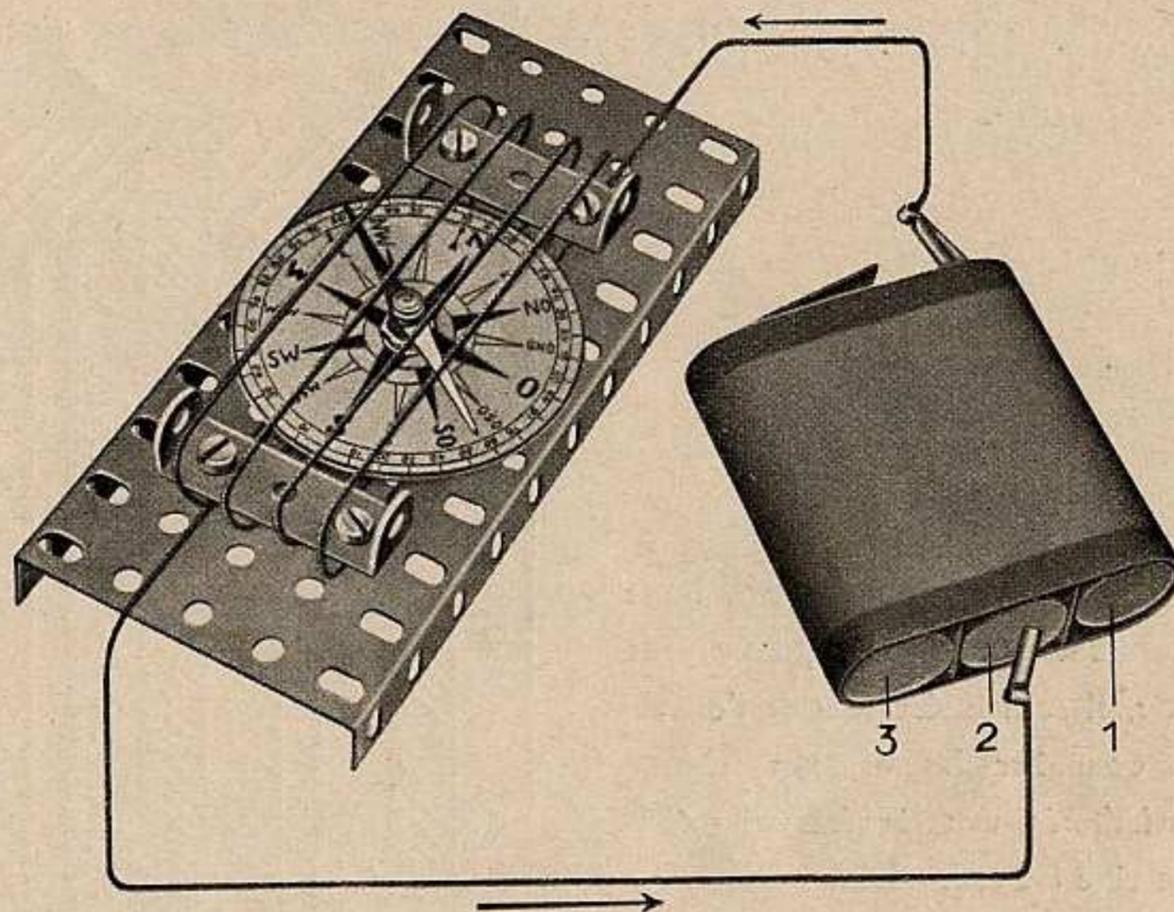
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 55:

Galvanomètre et pile.

Pièces nécessaires :

- 4 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 2 bandes courbées No. 60/5 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560/100
- 1 câble No. 560/15
- 1 pile de poche
- 1 rose des vents



Si nous détachons la plaquette en carton à la base de notre pile de poche, nous trouvons qu'il y a 3 réservoirs cylindriques en zinc (voir aussi dessin 56) dont chaque réservoir représente une petite source de courant électrique. Nous en aurons vite la preuve. Relions un des fils avec la petite languette de la pile et touchons avec l'autre bout du fil le premier, le deuxième et ensuite le troisième réservoir. Nous remarquerons que la déviation de l'aiguille est au plus faible en touchant le réservoir 1 et au plus fort au réservoir 3. Ne pas exposer la pile trop longtemps à cette expérience.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 56 :

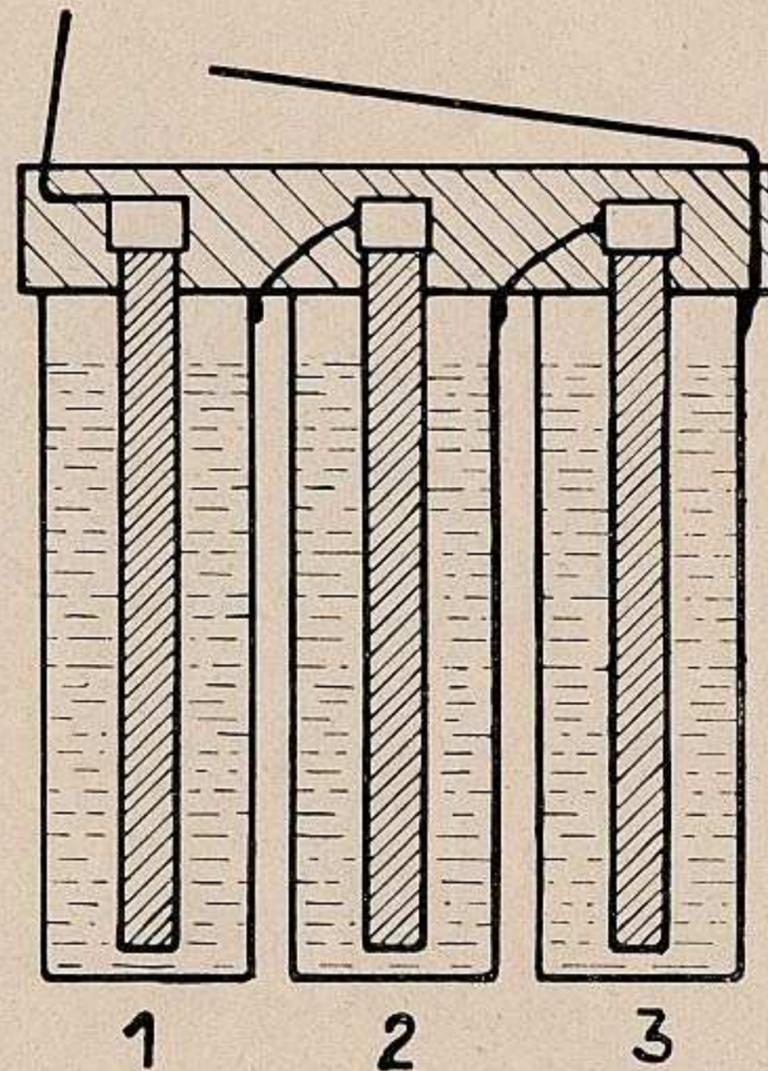
Composition d'une pile de poche.

Pièces nécessaires :

1 pile de poche

Si au bout d'un certain temps nous disposons d'une pile épuisée qui ne peut plus servir, il sera intéressant de l'ouvrir pour en connaître les organes. Nous trouvons à l'intérieur trois réservoirs (éléments) en zinc 1, 2 et 3. Dans chaque réservoir se trouve une tige de charbon plongée dans la substance dont le réservoir est rempli. Par la réaction chimique qui se produit entre le zinc, le charbon et la substance qui l'entoure, un courant électrique prend naissance, dont la tension par élément frais est d'environ 1,5 volts (voir aussi expérience 62).

La tige de charbon de l'élément 1 est reliée avec la languette laiton de la pile, le réservoir zinc 2 est relié avec la tige charbon 3 et le réservoir zinc 3 est finalement relié avec la lamelle longue de la pile. Les trois éléments sont ainsi montés en série et nous disposons d'une tension de 3 fois 1,5 volts donc de 4,5 volts au total.



Expérience 57 :

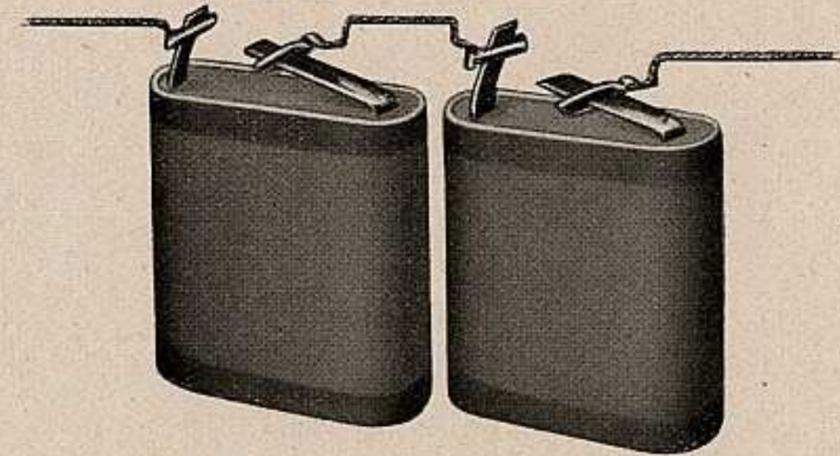
Couplage de deux piles — en série —

Pièces nécessaires

2 câbles No. 560/25

1 câble No. 560/15

2 piles de poche



Pour quelques-unes des expériences suivantes nous aurons besoin d'une tension plus élevée et une seule pile ne suffira pas. En couplant deux piles "en série" ou "en tension" suivant les termes techniques nous arrivons à doubler le voltage. Dans ce couplage les pôles contraires sont reliés entre eux. La lamelle de l'une des piles est reliée à la grande lamelle de l'autre pile. Les languettes restées libres des deux piles, une longue et une courte, sont à relier avec l'objet qui doit recevoir le courant. — Aussi deux piles plus ou moins épuisées peuvent ainsi rendre le service d'une bonne pile pendant quelque temps encore.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 58:

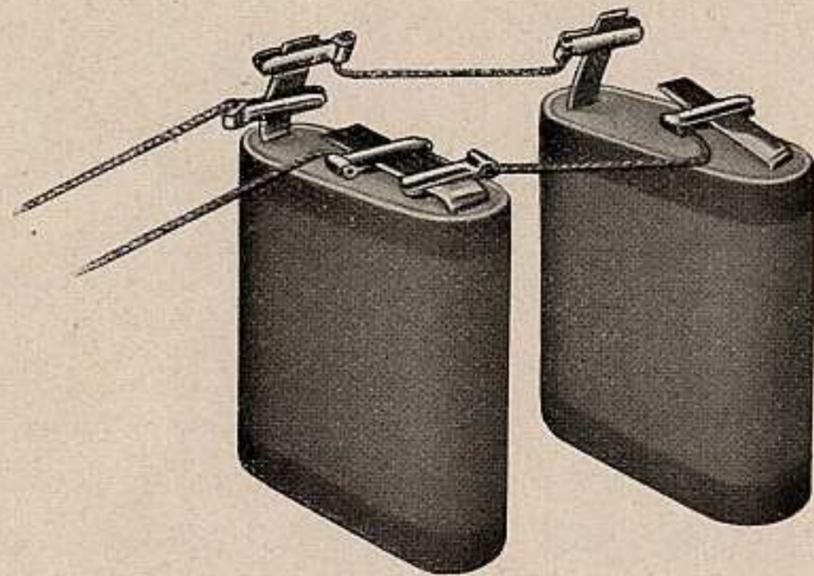
Couplage de deux piles — en quantité —

Pièces nécessaires :

2 câbles No. 560/25

2 câbles No. 560/15

2 piles de poche



Ici nous relierons les pôles de même nom entre eux, les deux lamelles courtes entre elles et les deux lamelles longues. Nous obtenons ainsi un couplage "en quantité", appelé aussi "en dérivation" ou "en parallèle". Ce n'est plus la tension du courant qui se trouve augmentée, elle reste égale à celle d'une seule pile, mais nous disposons d'une plus grande quantité de courant, comme si les dimensions de la pile avaient été doublées.

Expérience 59:

Décomposition de l'eau.

Pièces nécessaires :

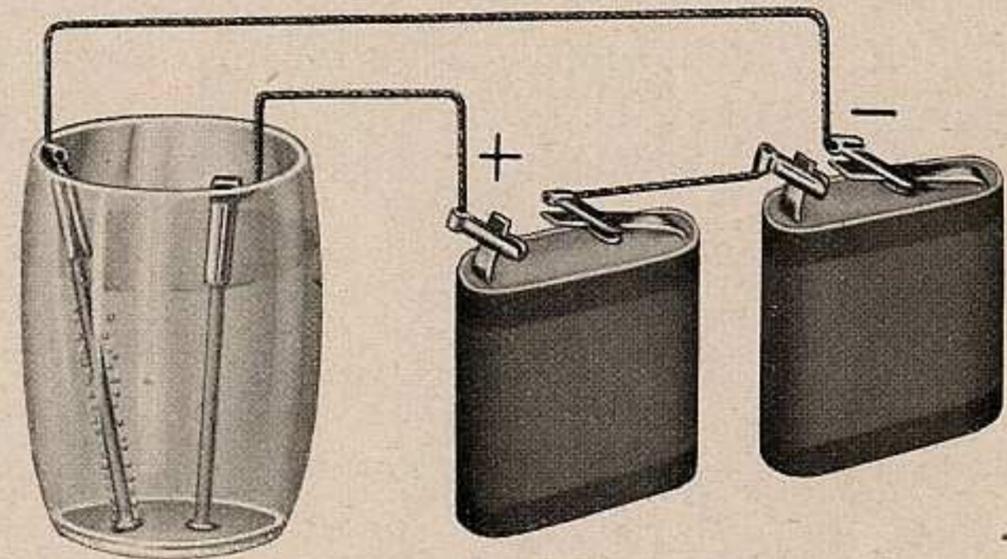
2 clous No. 555

1 câble No. 560/25

2 câbles No. 560/15

1 verre

2 piles de poche



Une expérience intéressante qui nous transporte déjà dans le domaine de la chimie. Cette décomposition de l'eau s'appelle aussi électrolyse. Deux clous introduits dans un verre rempli d'eau sont reliés à une source de courant. On prend deux piles de poche couplées en tension suivant notre expérience 57. Les deux clous plongés dans l'eau sont dénommés électrodes. Le clou relié avec le pôle positif + de la pile est appelé — anode, l'autre relié avec le pôle négatif — cathode. Nous sommes frappés de voir surgir à la cathode — quantité de bulles d'air tandis qu'à l'anode + il n'y en a presque pas. Les bulles autour du pôle négatif — sont formées d'hydrogène, tandis que celles du pôle positif + contiennent l'oxygène. Si nous disposions de suffisamment de courant électrique nous pourrions ainsi décomposer le contenu du verre jusqu'à la dernière goutte. Le preuve que l'eau est composée des deux éléments hydrogène et oxygène.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

Unités électriques

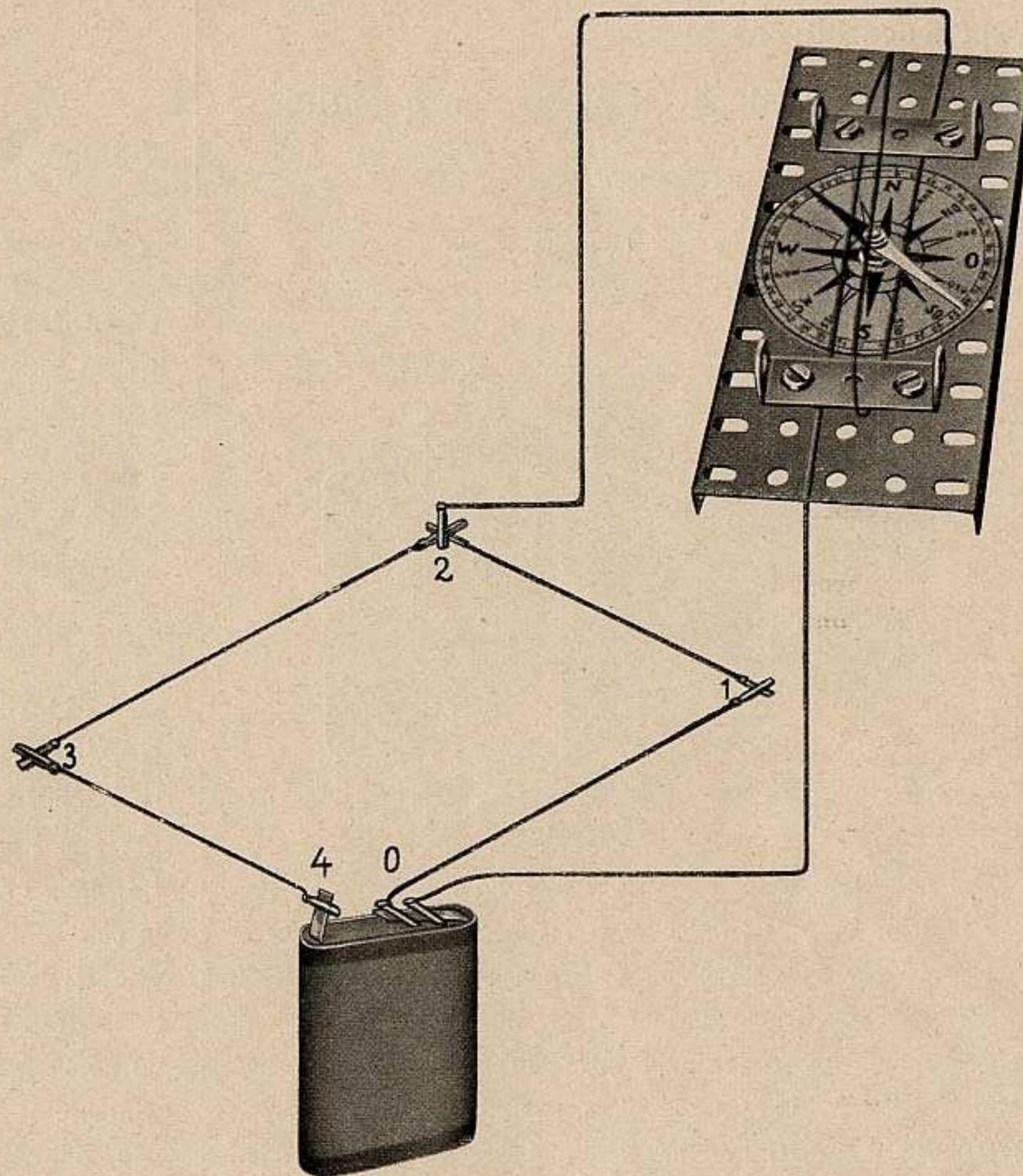
Expérience 60:

Différence de tension dans un circuit électrique.

Pièces nécessaires:

- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 aiguille horizontale No. 552
- 1 pivot avec écrou No. 553
- 1 câble No. 560 100
- 2 câbles No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 pile de poche
- 1 rose des vents

Nous relierons le pôle + et pôle - de notre pile à l'aide de deux câbles No. 560/25 et de deux câbles No. 560/15. Mettons ensuite notre galvanoscope (décrit expérience 46) en contact avec les points 0 et 4 et nous constaterons une assez forte déviation de l'aiguille. Reliée aux points 0 et 3 la déviation devient moins forte, aux points 0 et 2 elle est encore plus faible et aux points 0 et 1 l'aiguille ne bouge presque plus. Nous en tirons la conclusion que la tension la plus forte se trouve aux deux pôles terminus du circuit, tandis que la tension est moindre à d'autres points du circuit.



MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 61:

Tension électrique et chute d'eau.

Pour expliquer cette différence de tension constatée dans l'expérience 60, nous allons faire la comparaison avec une chute d'eau.

Représentons-nous une cascade dont la chute se fait d'un point 0 à un point 4. Dans cette chute d'eau nous trouverions des différences analogues. La pression de l'eau est au plus fort du point 0 à 4 et elle est moins forte entre les points 0 et 2 etc. La quantité d'eau n'y est pour rien, qu'il y ait peu d'eau ou beaucoup la pression se réglera toujours d'après la hauteur de la chute.

Expérience 62:

La tension électrique est mesurée en volts.

L'expérience précédente nous a appris que la tension du courant, la force électro-motrice, peut être comparée à la pression de l'eau. Nous avons appris aussi que la tension d'un courant électrique n'est pas la même à tous les points d'un circuit, elle varie.

A l'unité pour mesurer la tension d'un courant électrique on a donné le nom volt, d'après Volta le célèbre physicien italien inventeur de la pile.

Expérience 63:

L'intensité du courant électrique est mesurée en ampères.

L'intensité d'un courant électrique peut être comparée à la quantité d'eau qui descend d'une chute dans un temps déterminé. L'unité pour mesurer l'intensité d'un courant électrique est appelée ampère, nom du célèbre physicien français.

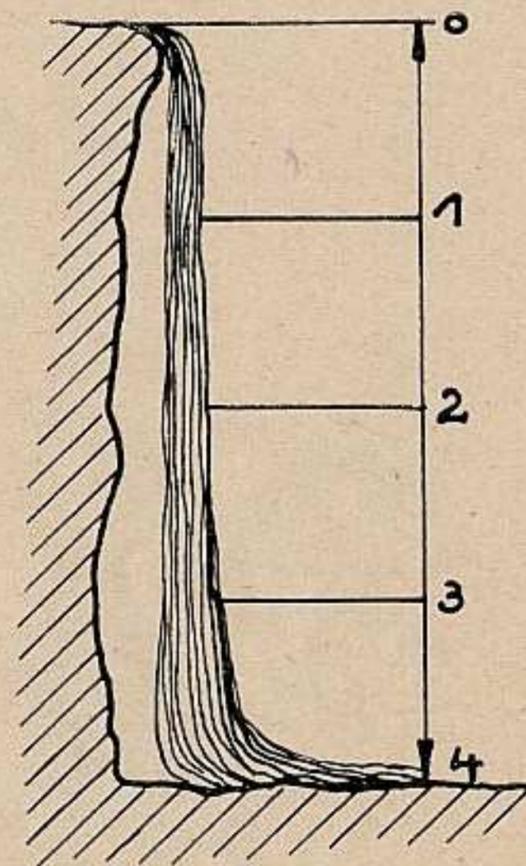
Expérience 64:

La puissance électrique est mesurée en watts.

Nous n'aurons pas de peine à comprendre que l'énergie d'une chute d'eau est d'autant plus grande que la quantité d'eau qui s'écoule en un temps déterminé est plus grande. Le même principe peut s'appliquer à l'électricité. La puissance électrique est d'autant plus grande que la tension du courant est plus haute et la quantité de courant (intensité) plus élevée.

La puissance électrique s'exprime en watts, nom du célèbre mécanicien écossais qui perfectionna la machine à vapeur. On multiplie la tension avec l'intensité suivant la formule volts \times ampères = watts.

Ainsi la dépense de notre petite ampoule de 3,5 volts de tension et de 0,2 ampères d'intensité sera de: $3,5 \times 0,2 = 0,7$ watts.



MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

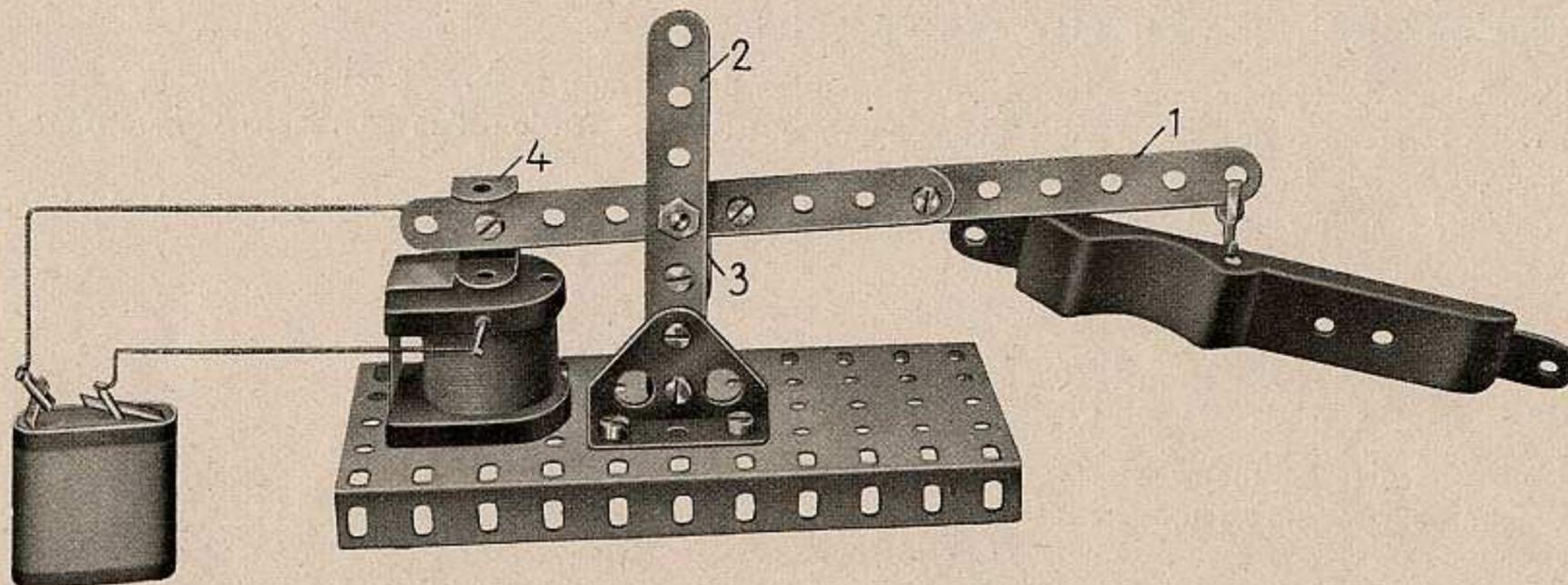
Applications de l'électro-aimant

Expérience 65:

Electro-aimant à levier.

Pièces nécessaires:

- 2 bandes No. 2 a
- 1 bande No. 3
- 1 pièce en u No. 11
- 1 pièce en équerre No. 12
- 1 vis avec écrou No. 37
- 11 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 2 câbles No. 560/15
- 1 support No. 564
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 armature No. 567
- 1 inducteur No. 578
- 1 pile de poche



Un levier¹ est monté sur le support² au moyen d'une vis No. 37 et 2 écrous, le levier basculant librement sur l'axe. Fixer une pièce équerre dans le trou en-dessous du levier pour établir une butée limitant le rayon d'action du levier. — Si ensuite nous mettons la bobine sous courant en baissant le bout⁴ sur le noyau nous pourrons charger l'autre extrémité du levier assez fortement avant que le bout⁴ se décolle de l'aimant.

MARKLIN-ELEX

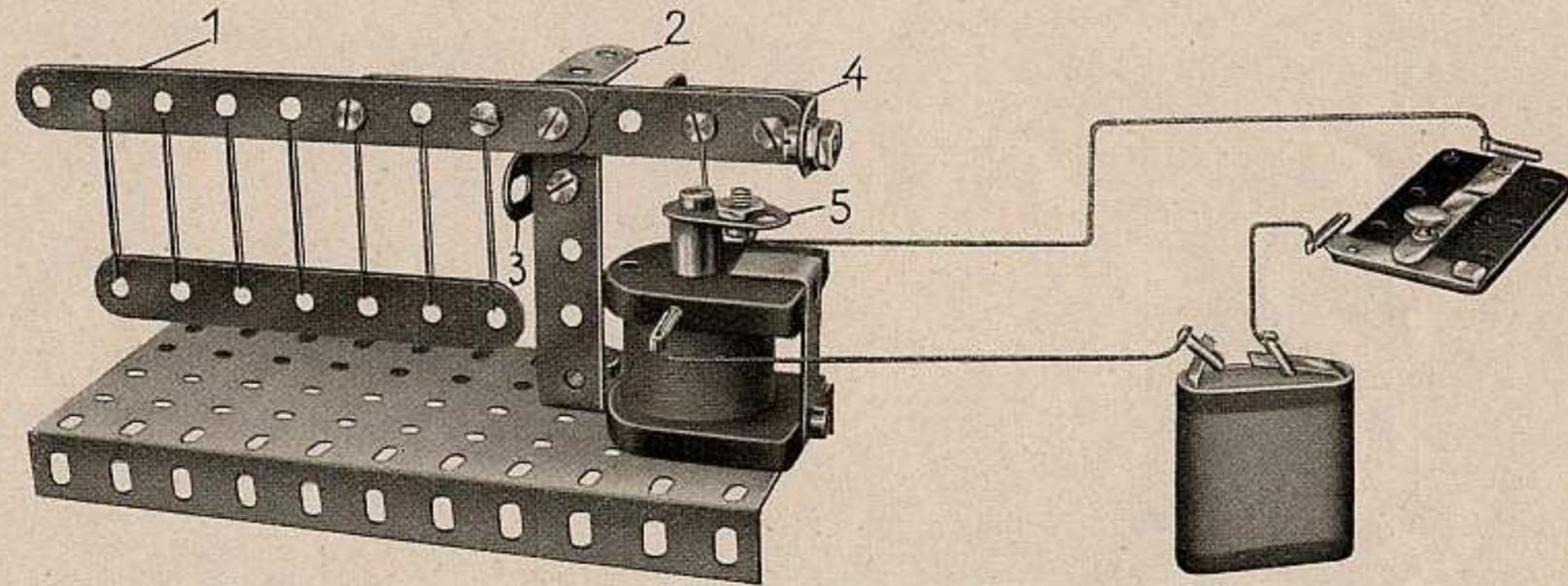
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 66 :

Barrière de passage à niveau.

Pièces nécessaires :

- 1 bande No. 2 a
- 2 bandes No. 3
- 1 pièce plate No. 10
- 1 pièce en équerre No. 12
- 2 vis avec écrous No. 37
- 11 vis avec écrous No. 37 K
- 1 support No. 46
- 1 pièce en S No. 47 a
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 câble No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 armature No. 567
- 1 pile de poche



Un modèle intéressant que nous pourrions employer pour notre petit chemin de fer. Notre dessin montre bien comment la barrière¹ est fixée au support² à l'aide d'une vis et de deux écrous. La pièce en équerre limite le mouvement vers le bas. Pour obtenir un bon fonctionnement il faut mettre la pièce en S⁴ comme contrepoids à l'autre bout de la barrière et l'alourdir par quelques vis si nécessaire. Si maintenant nous envoyons le courant dans la bobine, le noyau de fer sera attiré et la barrière se lèvera. — Fixer une vis No. 37K sur la pièce plate du noyau pour que la pièce ne reste pas attachée sur l'aimant. La barrière est reliée à la pièce plate du noyau par un fil.

MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

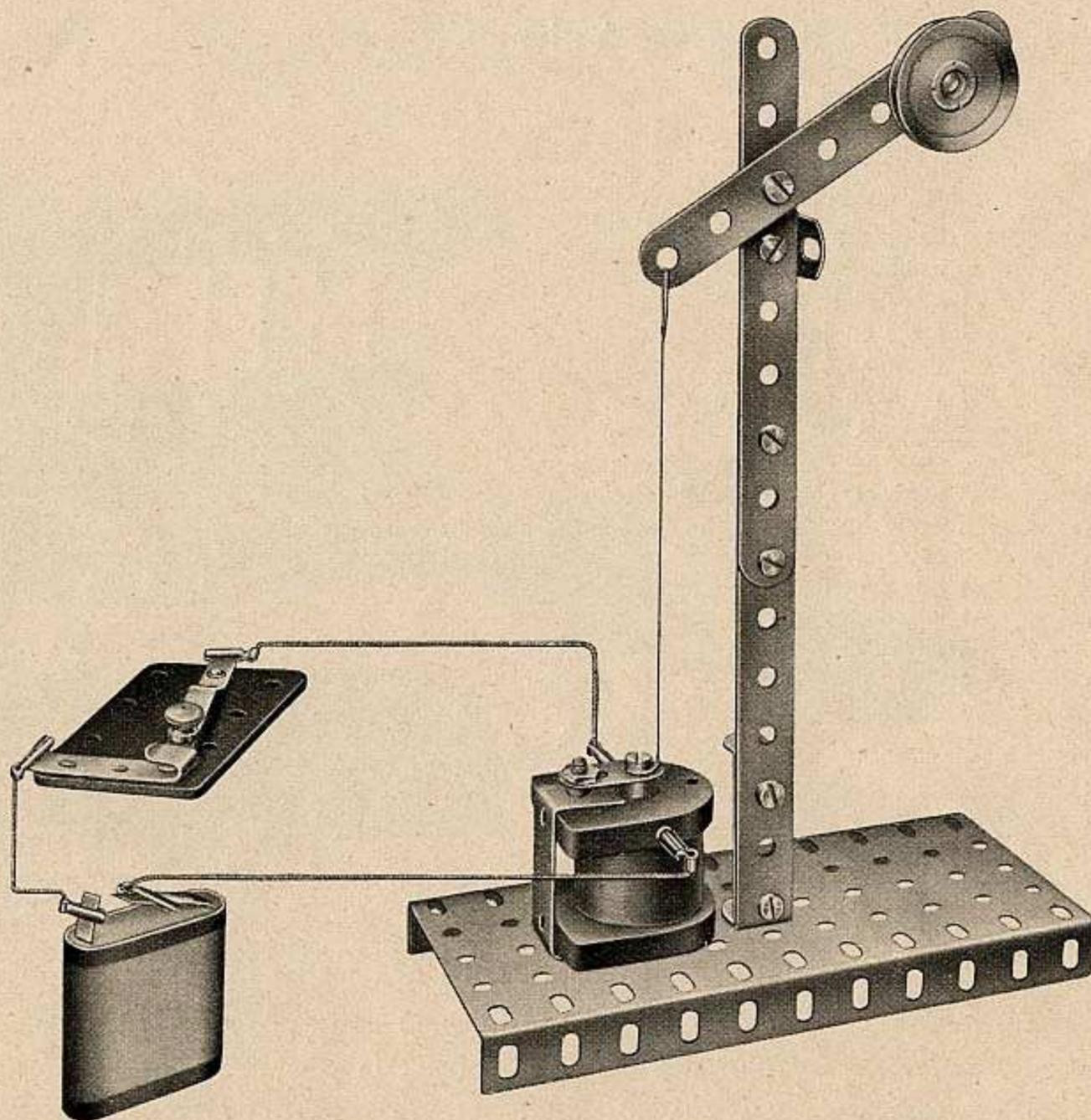
Expérience 67:

Signal électrodynamique.

Pièces nécessaires:

- 2 bandes No. 2 a
- 1 bande No. 3
- 1 pièce plate No. 10
- 1 pièce équerre No. 12
- 1 poulie No. 22
- 2 vis avec écrous No. 37
- 10 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 bande coudée No. 60/5 M
- 1 câble No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur 563
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 armature 567
- 1 pile de poche

Ce sémaphore aussi fera un joli accessoire à notre chemin de fer. Nous pouvons l'actionner à toute distance comme les grands signaux. La construction est bien visible sur le dessin qui nous dispensera de donner d'autres détails.



MARKLIN-ELEX

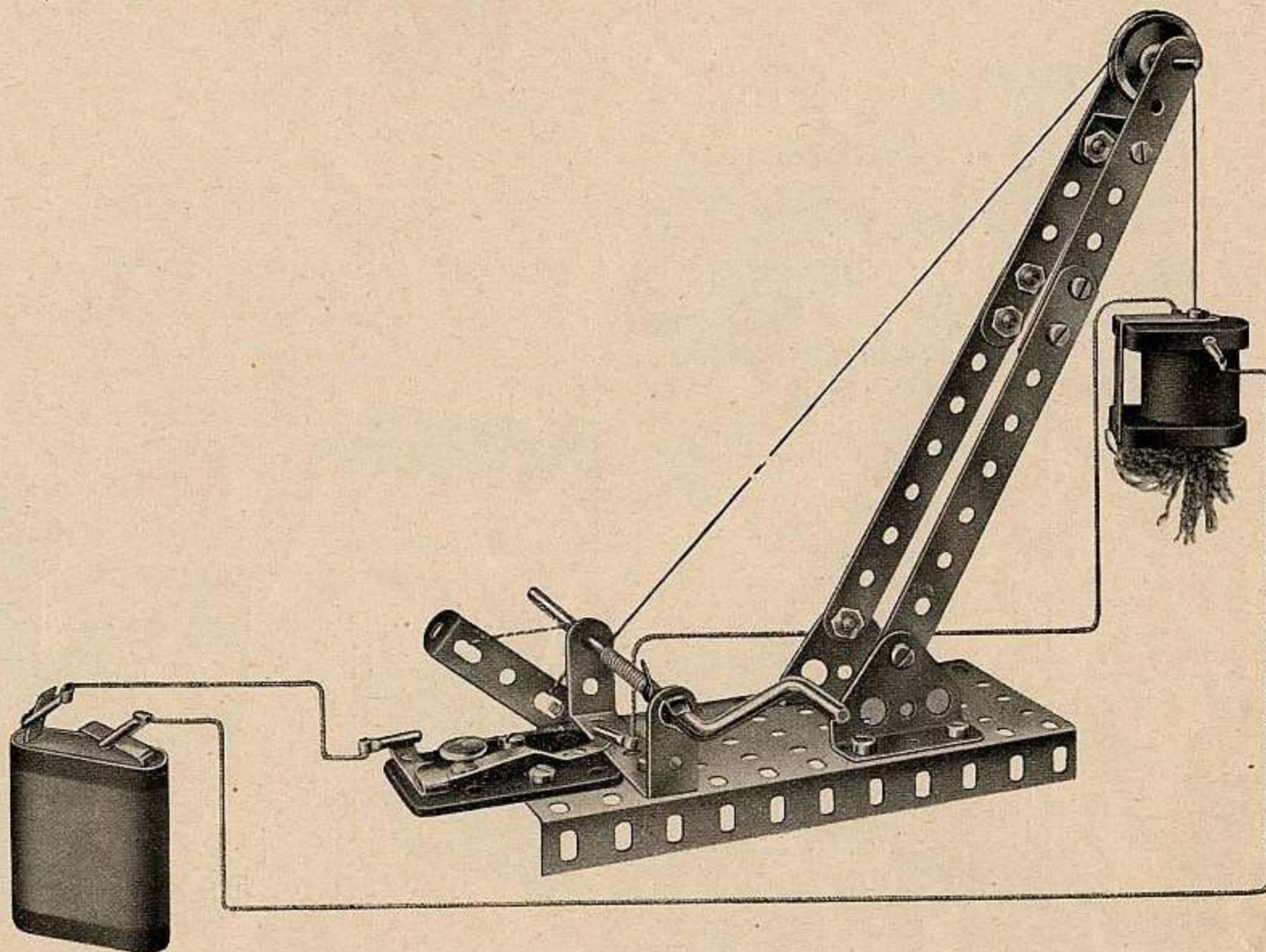
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 68 :

Grue avec aimant de levage.

Pièces nécessaires :

- 2 bandes No. 2 a
- 1 bande No. 3
- 1 pièce en U No. 11
- 1 manivelle No. 19
- 1 poulie No. 22
- 2 pinces de serrage No. 35
- 2 colliers de serrage No. 352
- 1 vis avec écrou No. 37
- 18 vis avec écrous No. 37 K
- 1 support No. 46
- 1 bande coudée No. 60,5 M
- 2 câbles No. 560/100
- 1 câble No. 560/25
- 1 interrupteur No. 563
- 2 supports No. 564
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 armature No. 567
- 1 pile de poche



Voici l'application de l'aimant électrique dans les grands chantiers comme appareil de levage. Le chargement et le déchargement des corps de fer par électro-aimant est plus commode et plus rapide que par l'attache des pièces au crochet de levage. Notre modèle de grue est de construction peu compliquée. La bobine est munie du noyau de fer et de son armature. On la suspend par une ficelle à la flèche de la grue et on relie les deux fiches à la pile de poche en intercalant l'interrupteur-manipulateur. Si maintenant nous pressons sur l'interrupteur notre électro-aimant attire et soulève les objets de fer pour les lâcher aussitôt que nous coupons le courant. La ficelle sur laquelle nous avons suspendu la bobine passe par la poulie de la flèche pour être fixée sur la manivelle à l'aide d'une pince No. 35. La bande coudée No. 60,5 M allongée par une pièce équerre est vissée sur la plaque rectangulaire. Un bout de ficelle attaché à la bande coudée et entourant deux fois le bout de la manivelle, servira de frein au treuil.

MARKLIN-ELEX

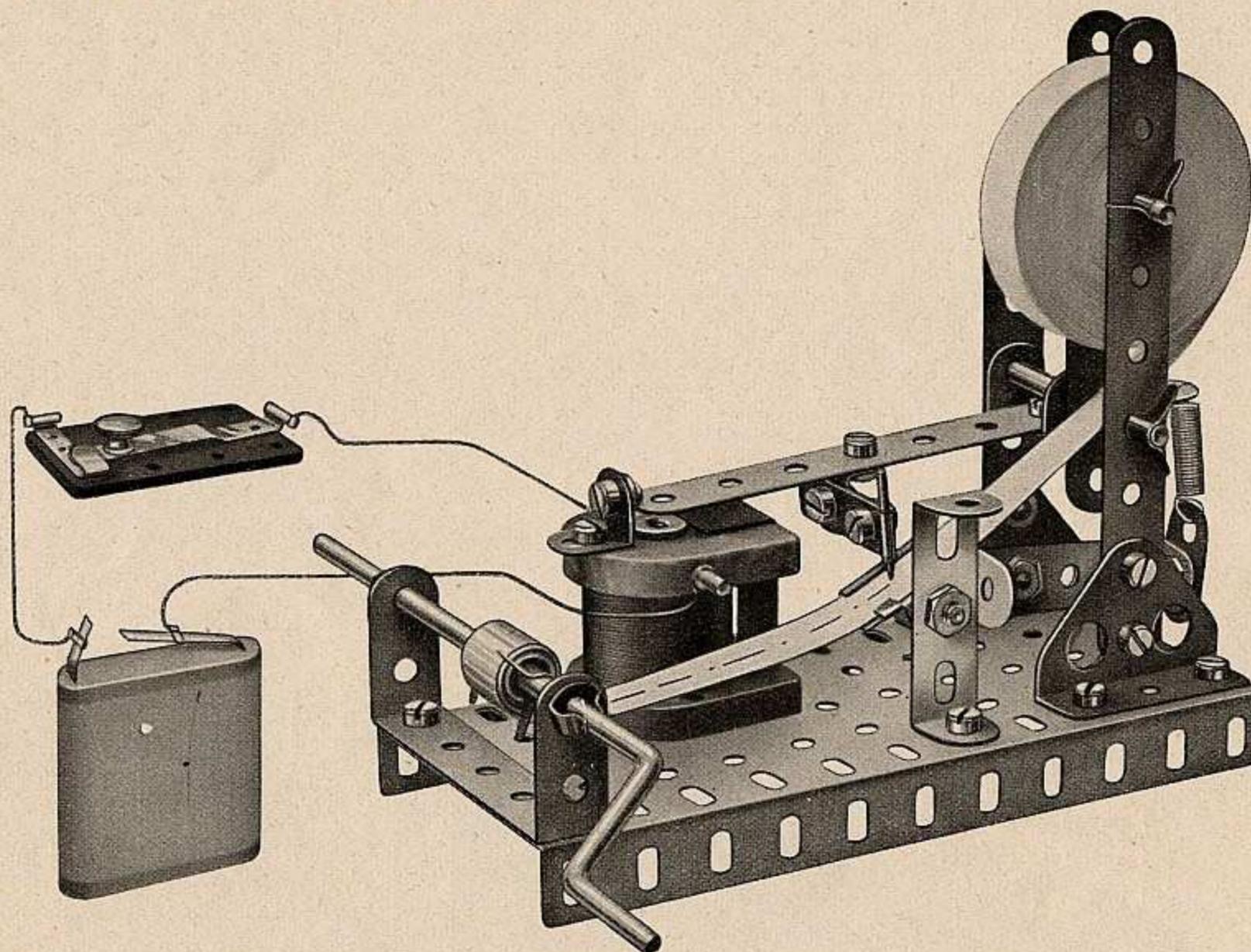
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)

Expérience 69 :

Télégraphe Morse.

Pièces nécessaires :

- 2 bandes No. 2 a F
- 2 bandes No. 3 F
- 1 pièce plate No. 10
- 1 pièce en U No. 11
- 2 pièces équerres No. 12
- 2 tringles No. 17
- 1 manivelle No. 19
- 4 pinces de serrage No. 35
- 4 colliers de serrage No. 45 a
- 2 vis No. 37
- 20 vis No. 37 K
- 1 support No. 46 F
- 1 plaque rectangulaire No. 52M
- 2 bandes coudées No. 60/5M
- 2 câbles No. 560/100
- 1 câble No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 support No. 564
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 armature No. 567
- 1 porte-mine No. 569
- 1 rouleau de papier No. 570
- 1 guide papier No. 571
- 1 ressort No. 572
- 1 pile de poche



La télégraphie électrique est une des plus belles applications de l'électricité, elle a permis de transmettre les communications pour ainsi dire instantanément à toute distance. L'appareil le plus connu est le télégraphe Morse, nom de l'inventeur, il se compose d'un poste transmetteur et d'un poste récepteur. Notre poste transmetteur se compose tout bonnement de la pile de poche et de l'interrupteur que nous appellerons ici manipulateur. Le poste récepteur se compose de l'électro-aimant, d'un dispositif imprimeur et d'un rouleau à bande de papier. Le montage n'offre aucune difficulté. L'électro-aimant¹ équipé de son noyau de fer et de son armature est vissé sur la plaque rectangulaire. Le levier mobile² fait d'une bande No. 3 est monté sur une tringle dans le support en face, comme dans notre dessin. Les connexions se font à l'aide des câbles qui se trouvent dans la boîte.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 69 :

Télégraphe Morse.

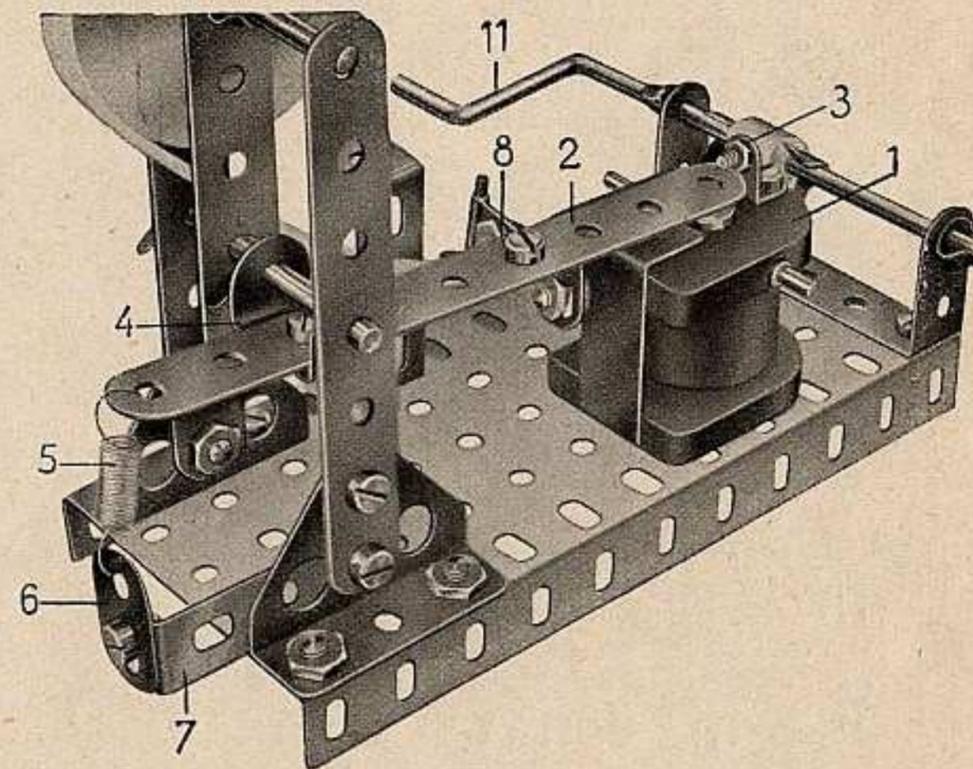
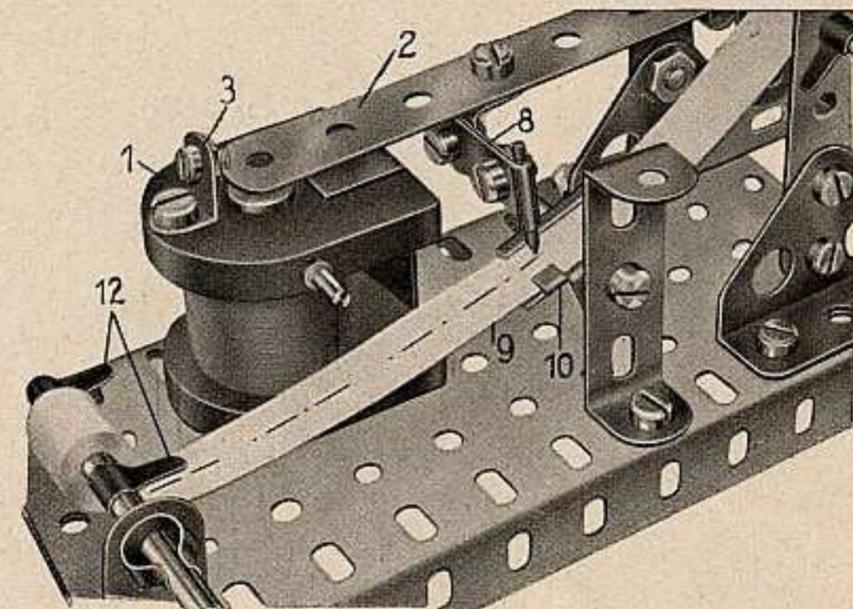
Une équerre No. 12 fixée avec vis et écrou sert de butée³ et limite l'attraction du levier². Cette pièce en équerre est à visser fente en bas de façon à ce que le levier² ne soit pas gêné dans son mouvement. Le levier² est suspendu sur une tringle transversale à l'aide d'une pièce en U⁴. Le ressort⁵ No. 572 sert à redresser le levier. Le ressort⁵ est vissé à la bande coudée⁷ par une pièce plate⁶. La fente de la pièce plate⁶ permet de régler la tension du ressort.

Le porte-mine⁸ s'attache à la bande² au moyen d'une pièce en équerre. Le crayon du port-mine tracera des points et des traits sur la bande de papier⁹. La bande de papier⁹ passe dans le guide-papier¹⁰. On le règle de façon à ce que le crayon touche bien la bande de papier lorsque le levier est attiré par l'aimant et que le crayon soit éloigné de la bande lorsque le levier est remonté. Il s'agit maintenant de tourner doucement et régulièrement la manivelle¹¹ — un camarade peut s'en charger — et de faire passer le courant dans l'électro-aimant. Nous verrons alors que notre crayon tracera des points ou des lignes sur le papier suivant le temps que nous presserons sur le manipulateur.

Ne manquons pas de fixer le bout de la bande papier sur la manivelle avec deux pinces de serrage et cela en plaçant entre les pinces un bout de carton sous lequel nous ferons glisser le bout de la bande.

Dans les grands appareils télégraphe l'enroulement de la bande papier se fait automatiquement par des mouvements d'horlogerie.

Les lettres de l'alphabet électrique Morse se composent de points et de traits suivant le tableau fig. 70.



MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 70 :

Alphabet télégraphique Morse.

Le tableau ci-contre contient les signes les plus usités de l'alphabet Morse. Chaque lettre est marquée par une succession de traits et de points. Une distance plus grande marque l'intervalle entre deux mots.

l a b o î t e d' e x
 p é r i e n c e s
 é l e c t r i q u e s
 m a e r k l i n e l e x
 i n s t r u i t e n
 a m u s a n t , l e
 m o y e n d' e n s e i g
 n e m e n t i d' e a l !

Morse ABC

a	· —	1	· — — — —
b	— ···	2	·· — — —
c	— · — ·	3	··· — —
d	— · ·	4	···· —
e	·	5	·····
f	·· — ·	6	— ····
g	— — ·	7	— — ···
h	····	8	— — — ··
i	··	9	— — — — ·
j	· — — —	0	— — — — —
k	— · —		
l	· — · ·	.	······
m	— —	;	— · — · — ·
n	— ·	,	· — · — · —
o	— — —	:	— — — ···
p	· — — ·	?	·· — · ·
q	— — · —	!	— · — — —
r	· — ·		
s	···	ANRUF	} — · — · —
t	—	CALL	
u	·· —	APPEL	
v	··· —	CHIAMATA	
w	· — —	VERSTANDEN	} ··· — ·
x	— · · —	UNDERSTAND	
y	— · — —	COMPRI	
z	— — · ·	CAPISCO	
		JRRUNG	} ······
ch	— — — —	ERASE	
ä	· — · —	ERREUR	
ö	— — — ·	ERRORE	
ü	·· — —	SCHLUSS	} · — · — ·
é	·· — · ·	END OF MESSAGE	
		SIGNAL DE FIN	
		SIGNAL FINE	

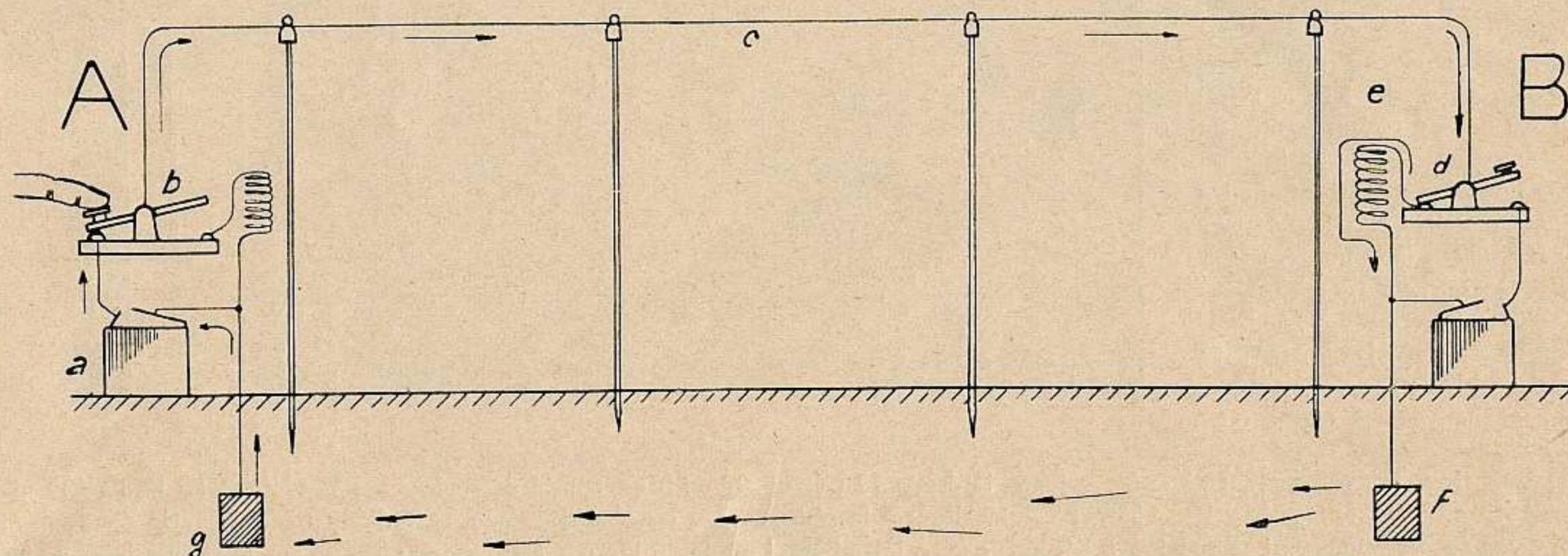
MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 71 :

Schéma de montage d'une installation de deux postes télégraphiques.

Dans les débuts de la télégraphie Morse on s'est creusé la tête pour trouver la solution la moins coûteuse pour relier deux postes. On a fini par trouver qu'une seule ligne suffisait et que l'on pouvait employer la terre comme conducteur pour la seconde ligne. Comme pour ce genre d'installation il nous faudrait un manipulateur tout spécial, nous devons nous contenter du schéma ci-dessous pour en connaître les principes. Nous avons sur notre dessin une station *A* et une station *B*. Chaque station comporte



une pile avec manipulateur spécial et un électro-aimant avec appareil récepteur. Lorsque le poste *A* fait des émissions le manipulateur *d* du poste *B* est au repos. Le courant passe ainsi de la pile *a* par le manipulateur *b* et la ligne *c* au manipulateur *d* dans l'électro-aimant *e* du poste récepteur *B* pour prendre son chemin dans la plaque *f*. Cette plaque est placée profondément dans la terre et l'expérience a prouvé que l'emploi de la terre comme circuit de retour (de plaque *f* à plaque *g*) suffit et permet de se passer d'un second fil. De la plaque *g* le courant retourne à la pile *a*. — Si le poste *B* veut transmettre une communication il faut qu'il mette son manipulateur au repos. Nos jeunes amis pourront facilement se rendre compte de la direction que prend le courant.

MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 72 : Téléphonie.

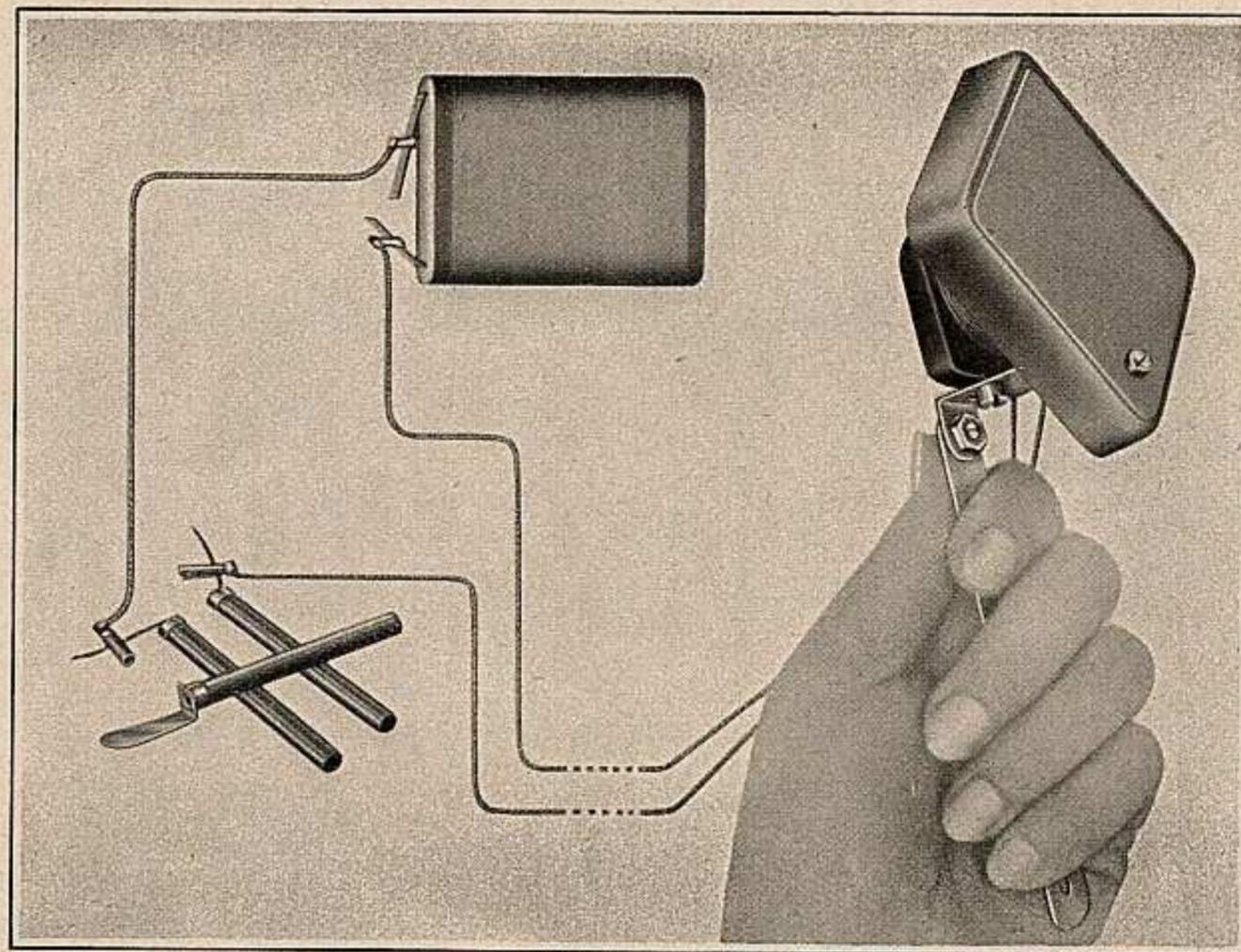
Pièces nécessaires :

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1 bande No. 2a | 1 bobine No. 565 |
| 5 vis avec écrous
No. 37 K | 1 noyau de fer No. 566 |
| 1 bande coudée
No. 60/5M | 1 armature No. 567 |
| 2 câbles No. 565/100 | 1 pile de poche |
| 1 câble No. 560/15 | 3 tiges de charbon
(d'une pile usagée) |

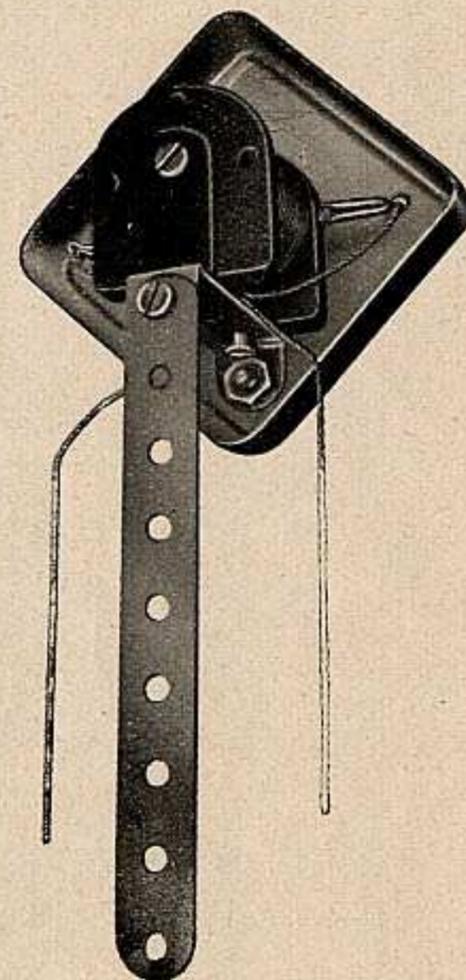
Si avec le télégraphe nous pouvons transmettre la pensée par des signes graphiques, le téléphone permet de transmettre la parole même. Pouvoir causer à distance, quelle merveilleuse application de l'électricité. Nous nous y sommes tellement habitués que nous ne voyons plus la grandeur de cette invention. — Une installation téléphonique comprend également deux postes, un transmetteur et un récepteur. Notre poste transmetteur (72a à gauche) est formé d'une pile et de trois bâtons de charbon que nous avons pris sur une vieille pile de poche. Manier prudemment ces charbons pour ne pas les casser (voir aussi fig. 56).

Ces trois tiges de charbon sont disposées suivant le dessin 72a et ce dispositif est appelé microphone. La parole et les bruits font vibrer ces tiges de charbon et les vibrations leur font changer continuellement la résistance au courant électrique. Le courant transmis varie donc constamment et les vibrations sonores sont ainsi reproduites à l'écouteur avec les mêmes variations. Plaçons les tiges de charbon sur le couvercle de la boîte pour obtenir une sorte de caisse de résonance et pour intensifier les transmissions sonores. Si à présent nous frappons ou grattons sur le couvercle nous constatons les mêmes bruits à l'écouteur, même le tic-tac d'un réveil sera bien perceptible. On pourrait même distinguer des paroles, mais notre appareil est encore trop rudimentaire pour la conversation.

Pour le montage du récepteur (écouteur) il suffit de se conformer au dessin 72b. La bobine équipée du noyau et de l'armature est vissée sur la bande coudée 60/5M. A l'un des deux coudes rajouter la bande 2a et à l'autre fixer le fond de la boîte métallique du jeu. Veiller à ce que le fond de la boîte ne touche pas au noyau de fer de la bobine. Comme le microphone envoie un courant plus ou moins fort suivant les variations de sa résistance, la force d'attraction de l'électro-aimant changera continuellement et le fond de boîte soumis à l'attraction se mettra à vibrer en conséquence, vibrations qui répondront aux transmissions sonores du microphone.



72a



72b

MARKLIN-ELEX

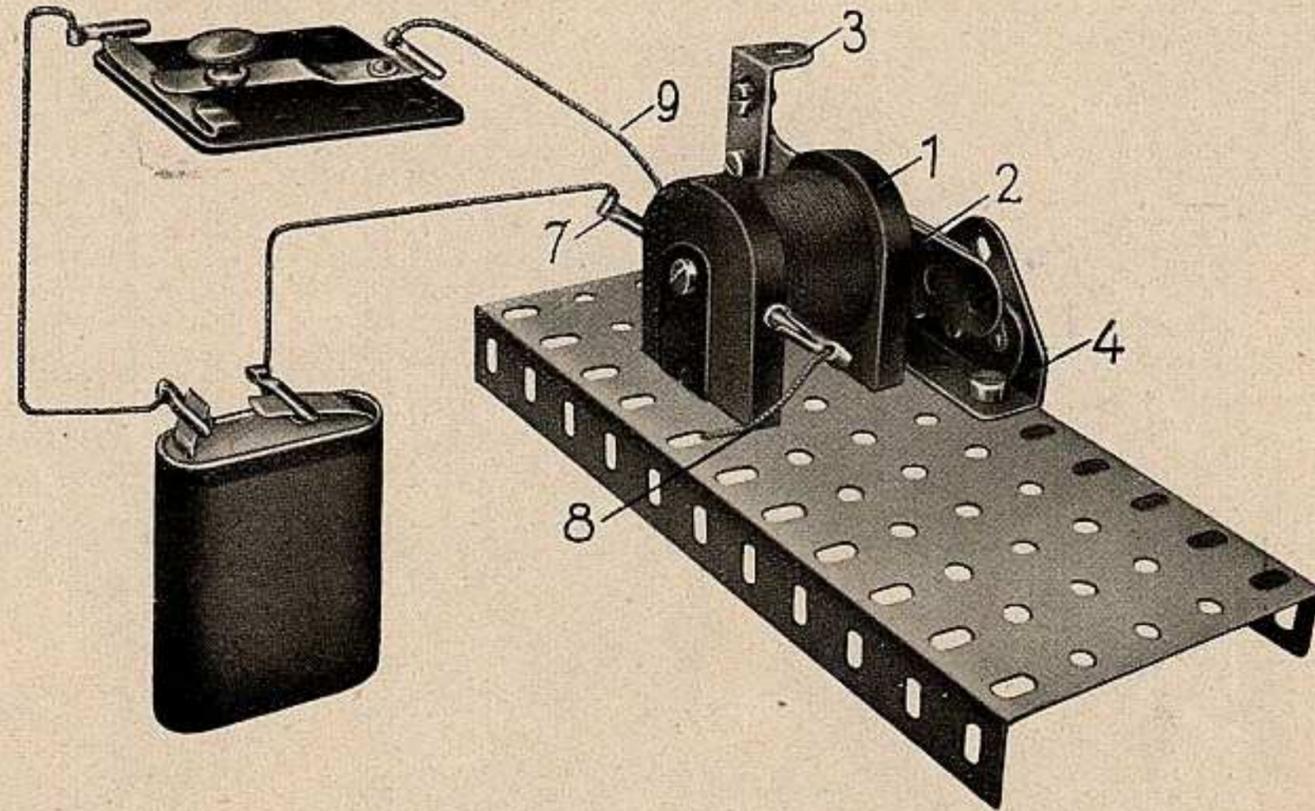
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 73:

Sirène électrique.

Pièces nécessaires:

- 9 vis avec écrous No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52 M
- 1 bande coudée No. 60/5 M
- 2 câbles No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 support No. 564
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 armature No. 567
- 1 armature avec trembleur No. 573
- 1 contact avec pointe argent No. 574
- 1 pile de poche



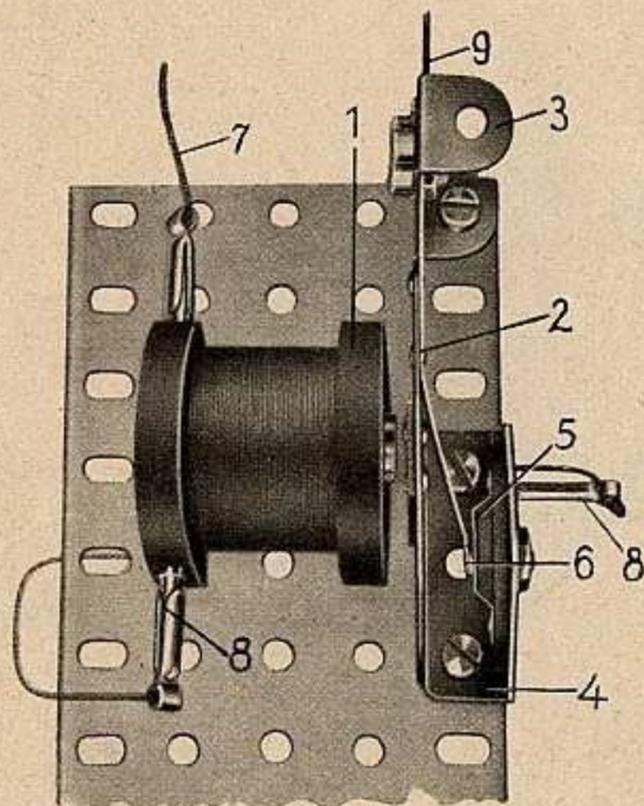
Les sirènes électriques sont des appareils qui produisent un bruit bourdonnant par les vibrations d'une plaquette métallique. Les deux dessins permettent le montage sans difficulté. La bobine¹ avec son noyau et son armature est montée sur la plaque rectangulaire. Le trembleur² est placé en face sur la bande coudée³ No. 60/5 M. Un petit support rouge⁴ vissé sur la plaque porte la pièce de contact⁵ à pointe d'argent. Si à présent l'armature² est attirée par l'électro-aimant, la lame ressort⁶ qui complète l'armature se détache du contact⁵ et coupe le courant dans la bobine, et l'armature (trembleur) revient vers le contact⁵ pour rétablir le courant dans la bobine et ainsi de suite. Il se produit ainsi un va et vient rapide de l'armature du trembleur, aussi longtemps qu'on fait passer le courant.

MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 73:

Sirène électrique.

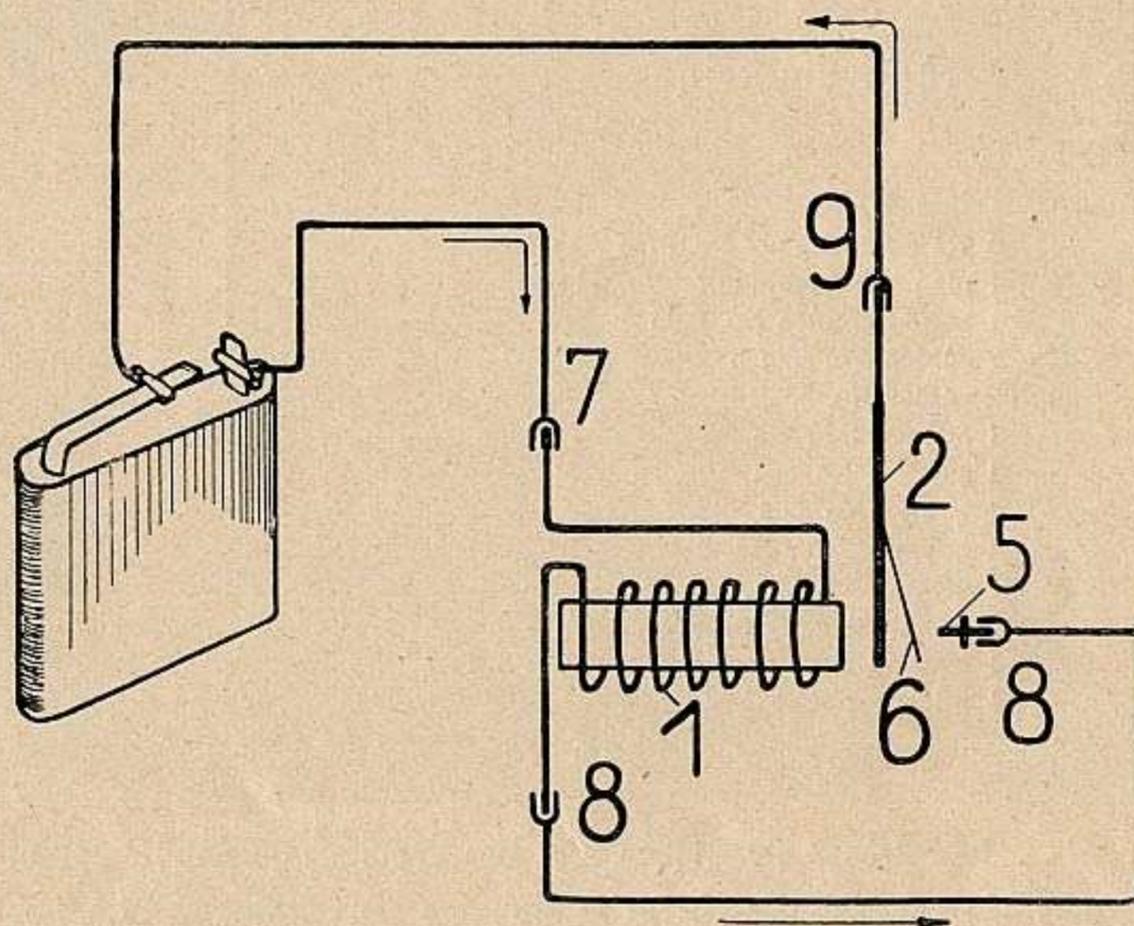


Pour les connexions, un câble⁷ sert à réunir la bobine avec la pile. Le câble⁸ relie l'autre fiche de la bobine avec le contact⁵ à pointe d'argent. Le retour du courant s'opère par le câble⁹ dont la prise est serrée contre la bande³.

Il arrivera dans les débuts que le modèle ne fonctionne pas à la perfection et qu'il faille rajuster les contacts. Ce réglage sera très facile et nous l'avons prévu en montant la bande coudée³ et le support⁴ dans les fentes de la plaque de base, il y a ainsi suffisamment de jeu pour la mise au point.

Expérience 74:

Schéma de la sirène électrique.



Les numéros de la figure ci-dessus se rapportent aux dessins de l'expérience 73. Le schéma nous décrit le chemin que prend le courant électrique. Il s'achemine de la pile par le câble⁷ à la bobine¹ de là à la pointe de contact⁵ et au trembleur⁶ pour retourner par l'armature² et le câble⁹ à la pile. Si l'armature² est attirée par l'aimant le courant se trouve interrompu entre les points de contacts⁵ et ⁶, l'armature est redressée par son ressort, le contact se rétablit, et ainsi de suite.

MARKLIN-ELEX

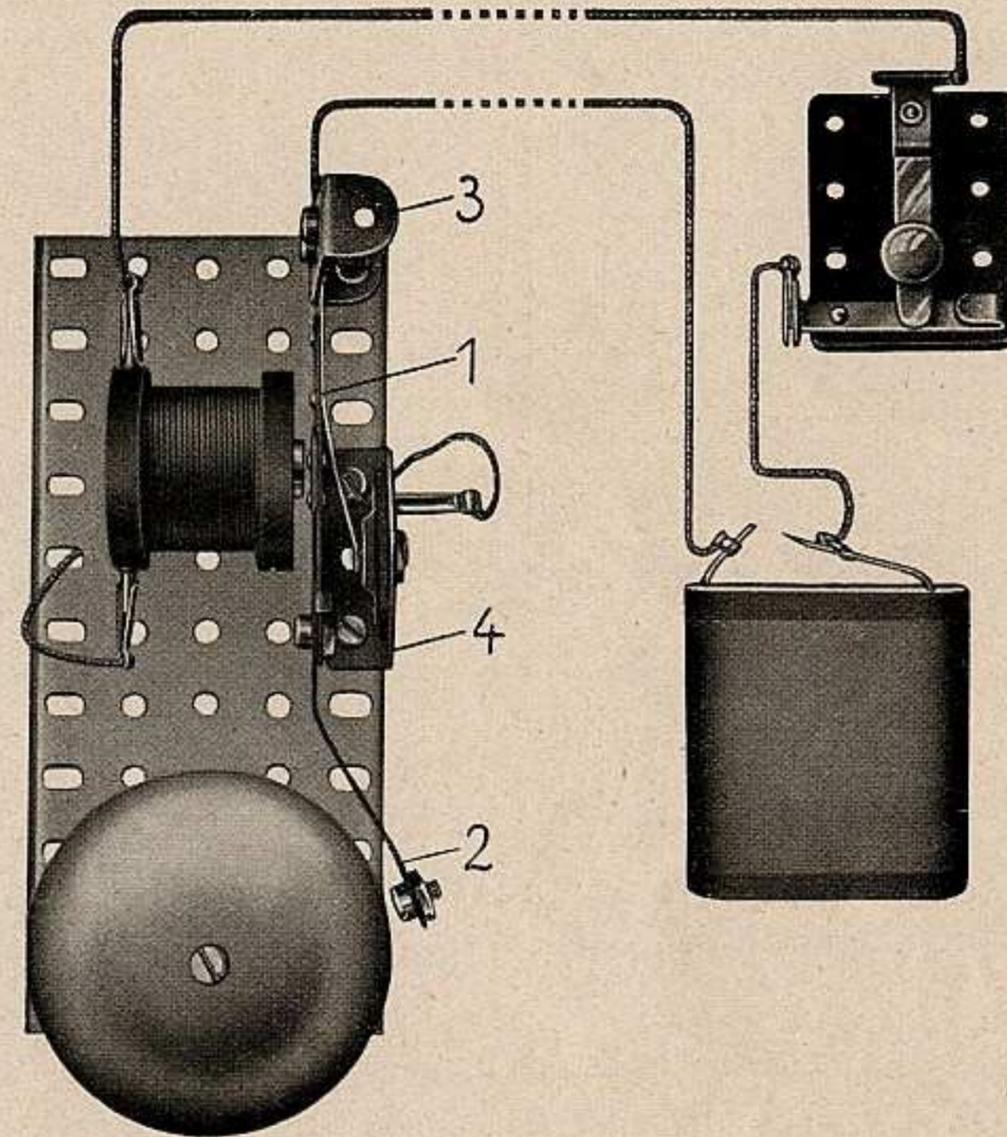
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 75:

Sonnerie électrique.

Pièces nécessaires:

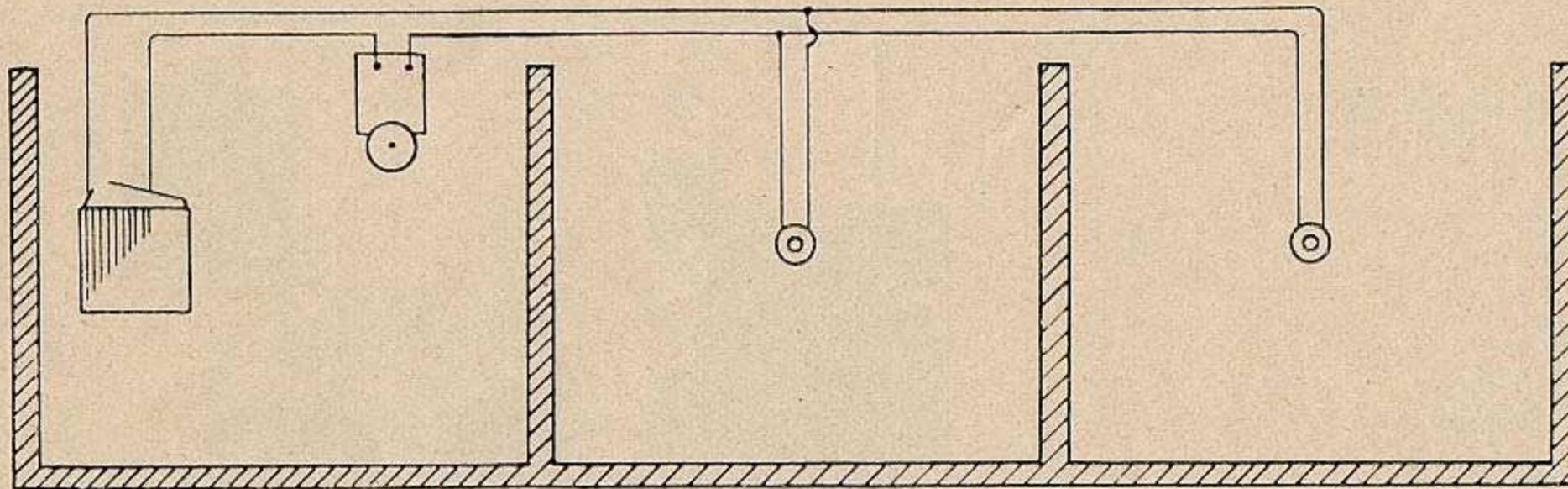
- 1 vis avec écrou No. 37
- 12 vis avec écrous No. 37K
- 1 pièce en S No. 47a
- 1 plaque rectangulaire No. 52M
- 1 bande coudée No. 60/5M
- 2 câbles No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 interrupteur No. 563
- 1 support No. 564
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 1 armature No. 567
- 1 armature avec trembleur No. 573
- 1 contact No. 574
- 1 marteau No. 576
- 1 timbre No. 577
- 1 pile de poche



L'appareil des expériences précédentes pourra servir en le dotant des compléments suivants. L'armature à trembleur¹ est rallongée par le marteau² après avoir garni le bout du marteau d'une vis avec écrou. Nous n'aurons plus qu'à monter le timbre nickelé No. 577 sur la plaque en employant la pièce en S No. 47a comme support et notre sonnerie sera prête à fonctionner. Les contacts du trembleur (fig. 73 et 74) doivent être ajustés avec soin, de sorte qu'au repos la pointe d'argent⁵ et le contact du trembleur⁶ se touchent légèrement, tandis que l'armature est éloignée du noyau de la bobine. Pousser le support rouge à fond sur le bord de la plaque pour obtenir la bonne distance.

MARKLIN-ELEX

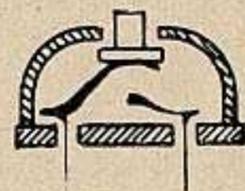
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501A)



76a

Expérience 76:

**Sonnerie unique commandée
de deux pièces d'un appartement.**



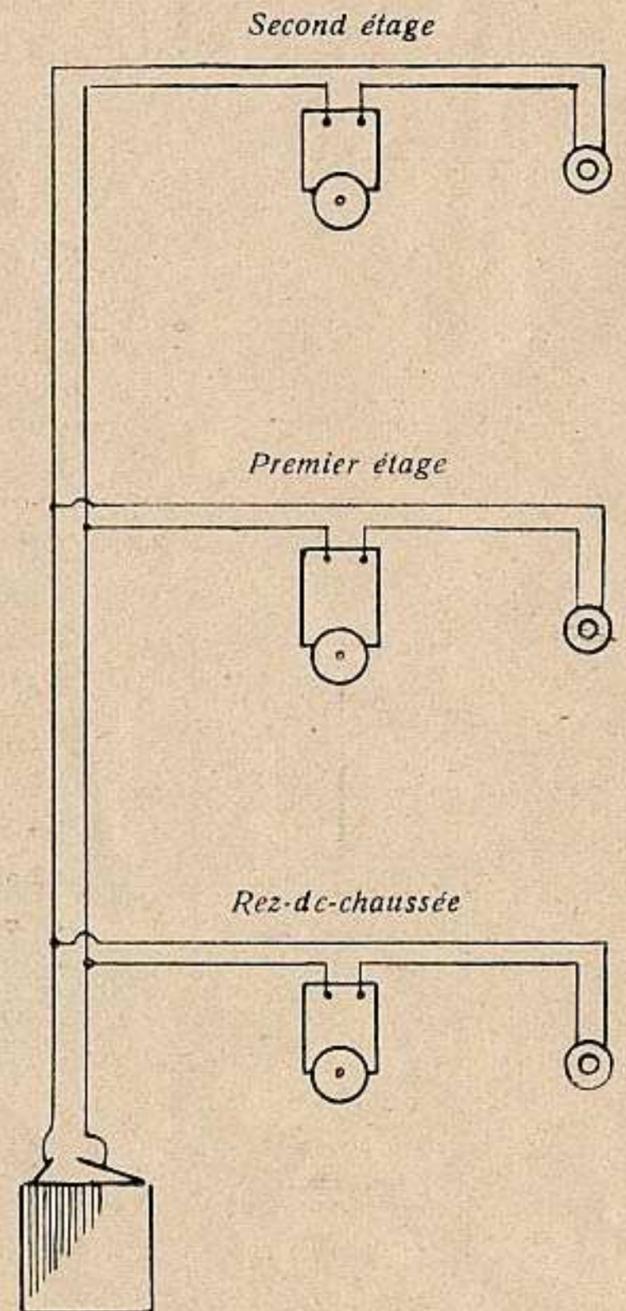
76b

La fig. 76a nous donne le schéma d'une sonnerie que nous avons placée dans la cuisine. Un bouton d'appel se trouve dans la salle-à-manger, l'autre bouton dans le salon. Le bouton d'appel 76b remplit les mêmes fonctions que notre interrupteur No. 563, mais dans ces boutons d'appartement tous les contacts sont enfermés dans un boîtier pour bien isoler les connexions et pour rendre l'aspect plus élégant.

Expérience 77:

**Installation de sonneries
dans une maison à plu-
sieurs étages.**

Une seule batterie de piles alimente toutes les sonneries, elle est placée au rez-de-chaussée. On emploie des batteries plus grandes suivant l'importance de l'installation. Deux fils conducteurs montent dans tous les étages et le branchement des sonneries se fait suivant le schéma ci-contre. Chaque étage a sa sonnerie et son bouton d'appel.



MARKLIN-ELEX

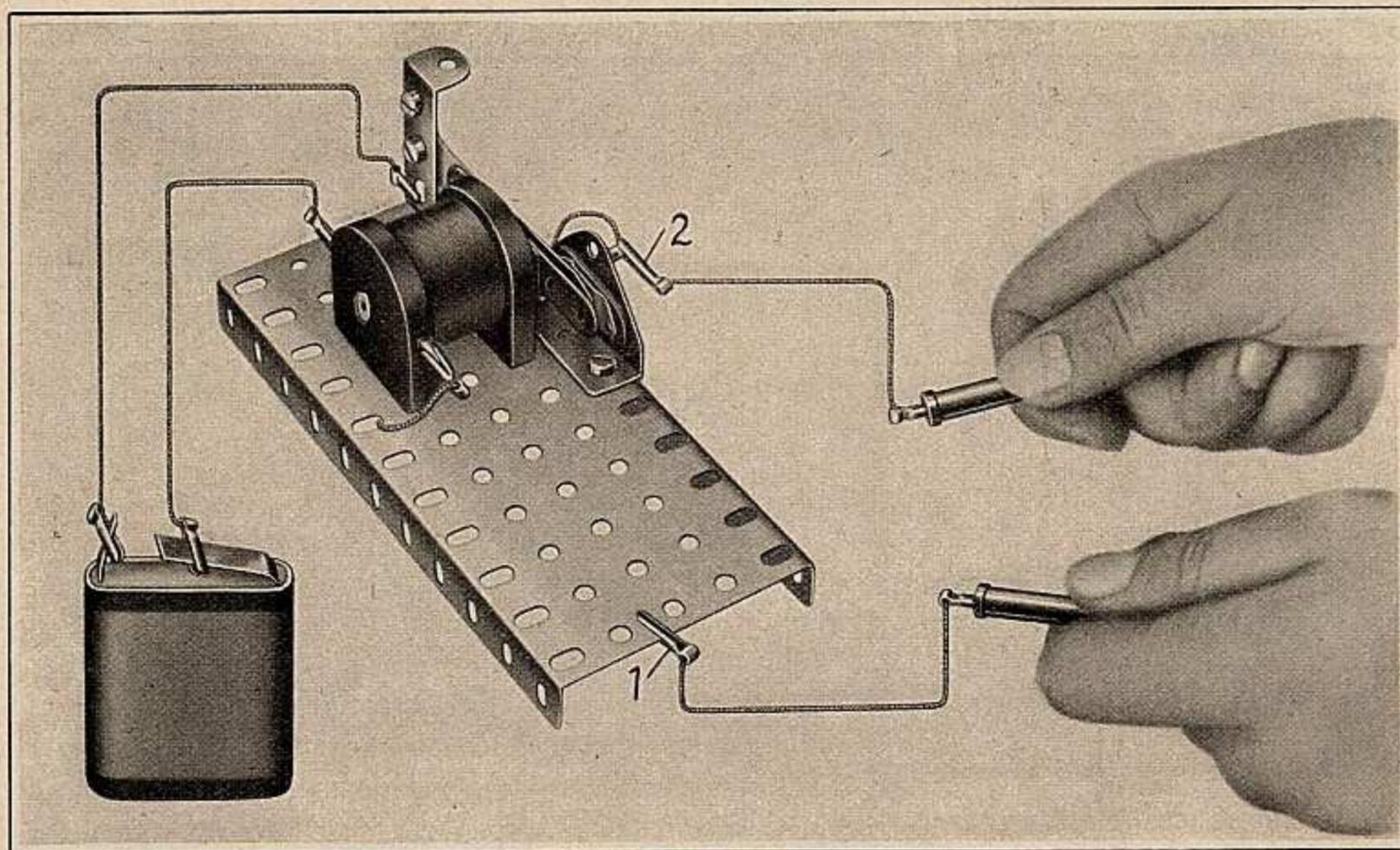
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 78:

Appareil à électriser.

Pièces nécessaires:

9 vis avec écrous No. 37 K	2 câbles No. 560/100	1 support No. 564	1 armature No. 567	1 pile de poche
1 plaque rectangulaire No. 52 M	1 câble No. 560/25	1 bobine No. 565	1 armature avec trembleur No. 574	
1 bande coudée No. 60/5 M	2 câbles No. 560/15	1 noyau de fer No. 566	2 poignées électrodes No. 575	



Sans rien modifier à notre sirène électrique 73 nous allons l'employer comme appareil à électriser. Il suffit de rajouter deux câbles au bout desquels nous fixerons les deux poignées (électrodes). L'un des deux câbles est relié avec la plaque rectangulaire et la fiche de l'autre câble est fixée sur le contact² ou il y a déjà une connexion. En faisant passer le courant dans la bobine nous ressentons un chatouillement dans les doigts. A la place des deux poignées on peut mettre deux clous No. 555, les effets seront moins forts.

Les interruptions continuelles dans la bobine produisent un courant assez fort que nous pourrions faire passer dans notre corps à l'aide des poignées. L'expérience sera plus amusante si nous pouvons y faire participer un groupe d'amis en faisant la chaîne, le premier et le dernier prenant chacun une des poignées dans la main.

Expérience 79:

Une petite farce électrique.

Une expérience amusante avec l'appareil à électriser. Nous mettons une des poignées dans une cuvette remplie d'eau dans le fond de laquelle nous avons placé une pièce de monnaie. L'autre poignée nous la confions à un de nos camarades de bonne volonté en lui promettant la pièce de monnaie s'il réussit à l'enlever. Comme l'eau est un bon conducteur de courant, on éprouve des secousses plus ou moins fortes en touchant l'eau, secousses inoffensives mais qui rendent l'enlèvement de la pièce de monnaie assez difficile. L'amusement sera encore plus grand si plusieurs personnes participent à l'expérience en se donnant la main. La première personne tient l'une des poignées et la dernière essaie de saisir la pièce de monnaie, tentative qui fera sursauter notre joyeuse compagnie.

MARKLIN-ELEX

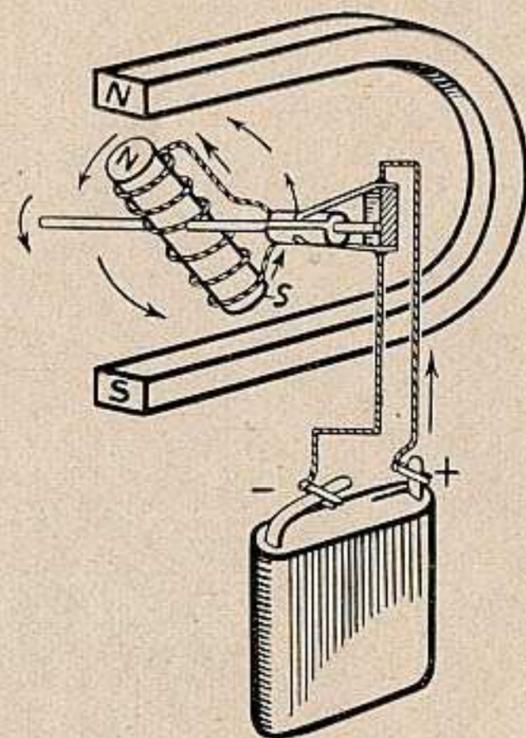
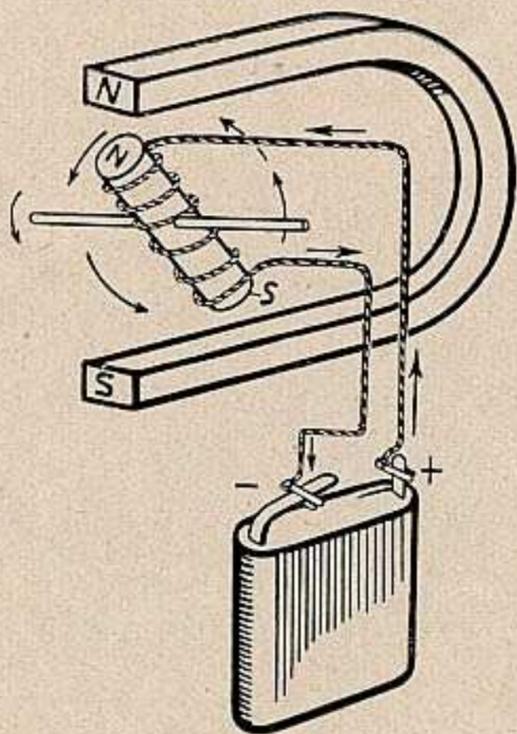
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Electromoteurs

Expérience 80 :

Le principe du moteur électrique

Nous avons poussé nos études assez loin pour pouvoir aborder l'application mécanique de l'énergie électrique, le moteur. Pour mieux comprendre représentons-nous un aimant en fer à cheval entre les pôles duquel nous avons disposé un électro-aimant tournant sur un axe. Nous n'aurons pas de mal à deviner ce qui adviendra lorsque nous ferons passer un courant dans l'électro-aimant: le pôle nord de l'électro-aimant sera repoussé par le pôle nord de l'aimant en fer à cheval et attiré par le pôle sud, le pôle sud de l'électro-aimant sera repoussé par le pôle sud de l'aimant en fer à cheval et attiré par le pôle nord. Notre électro-aimant tournera donc sur son axe jusqu'à ce que son pôle nord sera arrivé en bas et son pôle sud en haut. Si à présent nous pouvions intervertir en succession rapide les prises à la pile et inverser ainsi la polarité de l'électro-aimant, nous arriverions à imprimer un mouvement de rotation à l'électro-aimant. Voilà le principe du moteur. Mais pour en obtenir une application pratique, nous aurons besoin de quelques perfectionnements dont les expériences suivantes nous donneront la clef.



Expérience 81 :

Collecteur, balais, induit.

L'expérience précédente nous a arrêtés devant un problème: Comment arriver à inverser les pôles assez rapidement pour mettre l'électro-aimant en rotation. Cette difficulté a été surmontée par l'invention d'un dispositif appelé "collecteur" qui permet d'opérer automatiquement cette inversion des pôles. Etudions la représentation schématique ci-dessus. Les deux bouts du fil entourant l'électro-aimant aboutissent sur un tambour métallique dont les deux moitiés sont bien isolées l'une de l'autre. Ce tambour est fixé sur l'arbre et constitue le "collecteur". Deux lamelles à ressort, partant d'un point fixe, frottent sur ce tambour. Ces lames sont appelées "balais". Par l'intermédiaire de ces deux balais le courant est transmis de la pile au collecteur et à l'électro-aimant. Cet électro-aimant qui tourne dans un aimant fixe porte le nom "induit". Comme par le tambour (collecteur) les pôles de notre électro-aimant (induit) sont continuellement invertis, nous obtenons une rotation permanente.

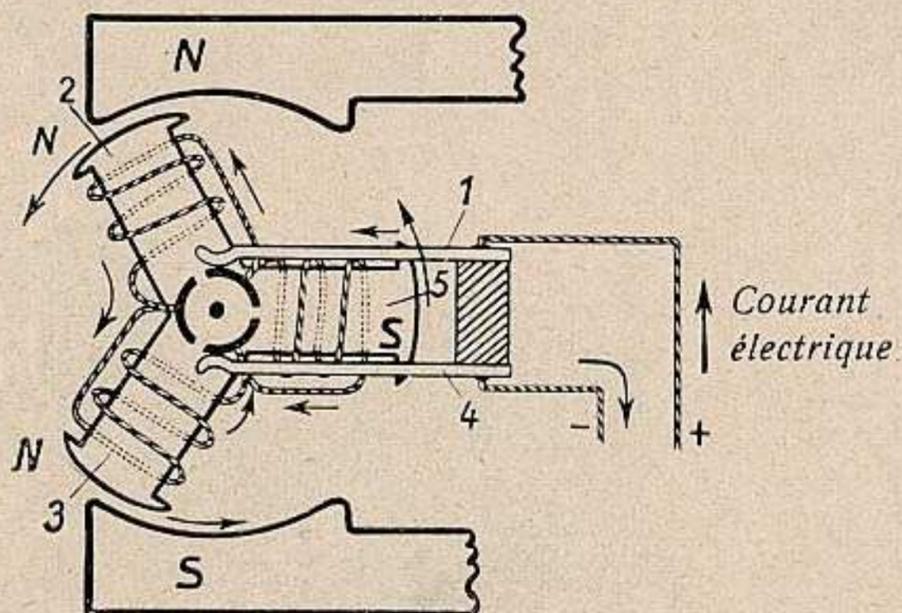
MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

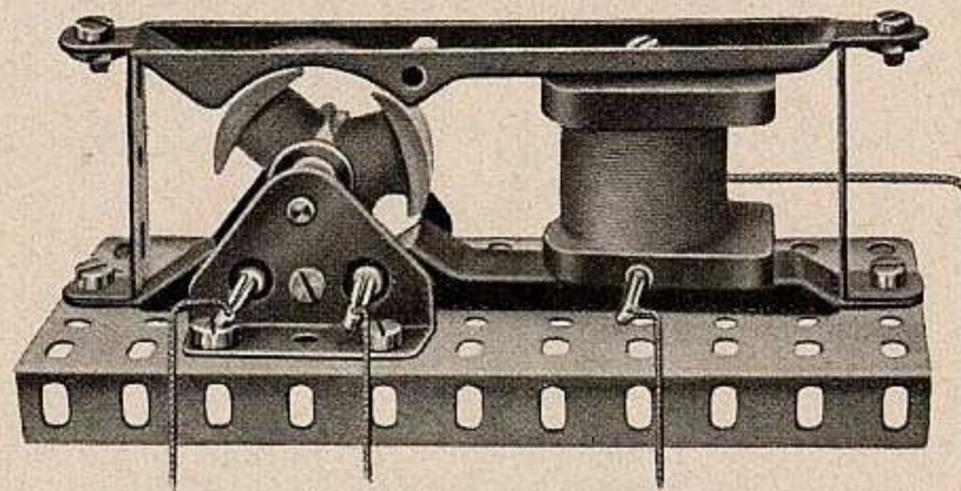
Expérience 82 :

Induit tripolaire

Pour vaincre le point mort dans le démarrage, l'induit à deux pôles ne suffit plus, il faut un induit multipolaire. C'est pour cette raison que nous trouvons les moteurs jouets munis d'un induit à 3 pôles dont la construction est semblable au schéma ci-contre. Le courant passe par le balais¹ et le collecteur aux pôles² et³ de l'induit pour revenir dans le balai⁴. Une autre partie du courant va du balai¹ au pôle⁵ de l'induit et retourne au balai⁴.



Notre schéma explique mieux que de longs commentaires le chemin que prend le courant, et les forces électro-magnétiques qu'il produit. Nous y voyons également le sens de la rotation du moteur. Il est sans importance que les balais soient en position horizontale ou verticale, par l'ajustage du collecteur la position des balais peut être réglée facilement.



Expérience 83 :

Construction d'un moteur électrique.

Pièces nécessaires :

- 1 poulie No. 22
- 12 vis No. 37 K
- 1 plaque rectangulaire No. 52M
- 2 bandes coudées No. 60/5M
- 2 supports No. 564
- 1 bobine No. 565
- 1 noyau de fer No. 566
- 2 inducteurs No. 578
- 1 induit No. 579
- 1 porte-balais No. 580

MARKLIN-ELEX

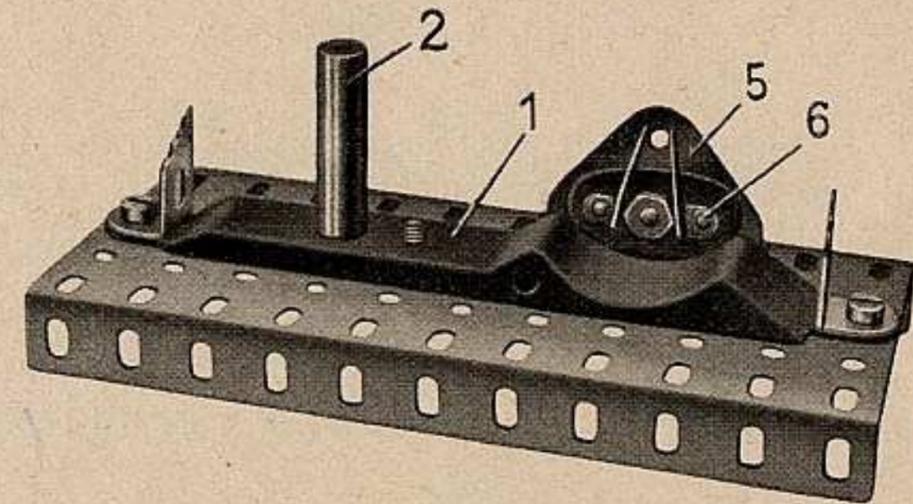
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 83 :

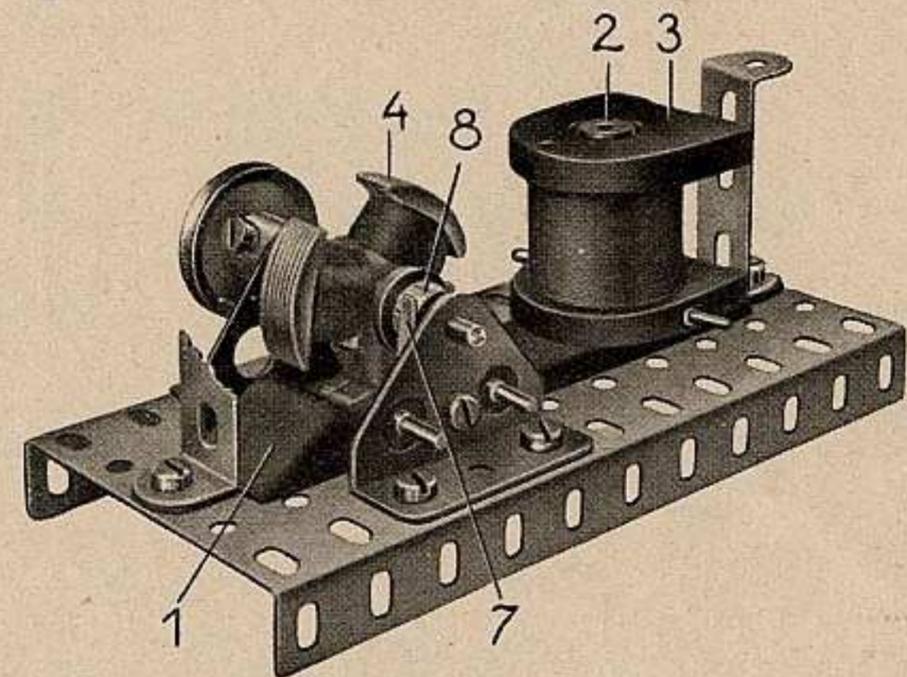
Construction d'un moteur électrique.

Nos dessins rendent le montage très facile, il faut se conformer au nombre de trous pour les distances. Visser le noyau de fer² No. 566 sur l'inducteur¹ fixé à la plaque (fig. 83 a). Ensuite enfiler la bobine³ sur le noyau. Le montage de l'induit⁴ sur les deux supports rouges peut suivre (fig. 83 b) après avoir monté au préalable le porte-balais⁶ sur le support⁵. Veiller à ce que les balais⁷ portent bien sur le collecteur⁸ de l'induit pour qu'il y ait bon contact. Le tout est couronné par le second inducteur qui se visse sur les deux bandes coudées aux extrémités et par une troisième vis sur le noyau de fer. La bobine n'est pas vissée à l'inducteur. Quand l'ensemble est monté on rajuste les balais au collecteur. Si l'induit frôlait quelque part les inducteurs on pourra y remédier facilement en déplaçant légèrement les supports de l'induit.

Graisser de temps à autre l'arbre de l'induit aux deux extrémités dans les supports, le moteur fonctionnera mieux. Une petite goutte d'huile de machine à coudre suffit.



83 a



83 b

MARKLIN-ELEX

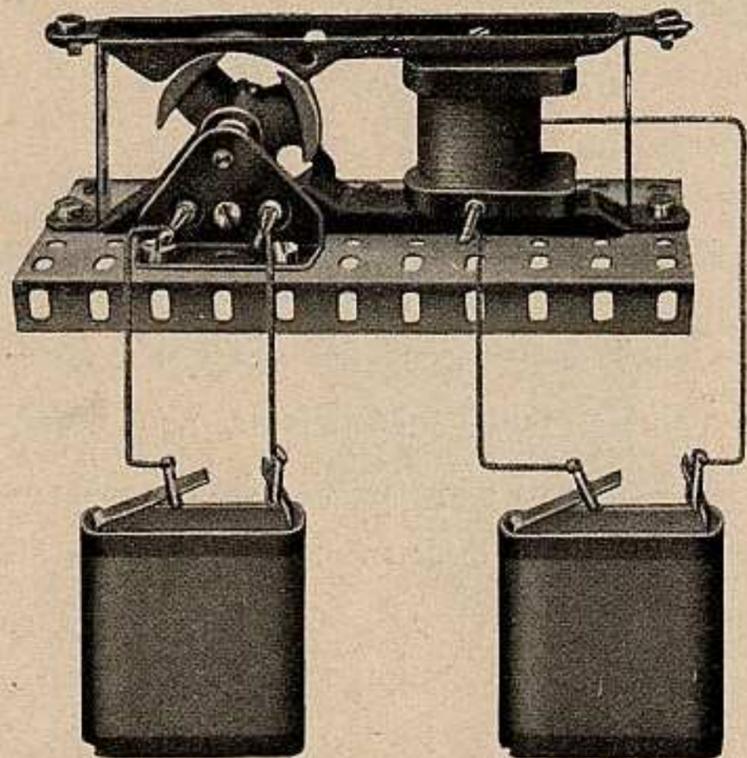
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 84:

Moteur à excitation indépendante.

Rajoutons les pièces suivantes aux pièces employées dans l'expérience 83:

- 2 câbles No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 2 piles de poche



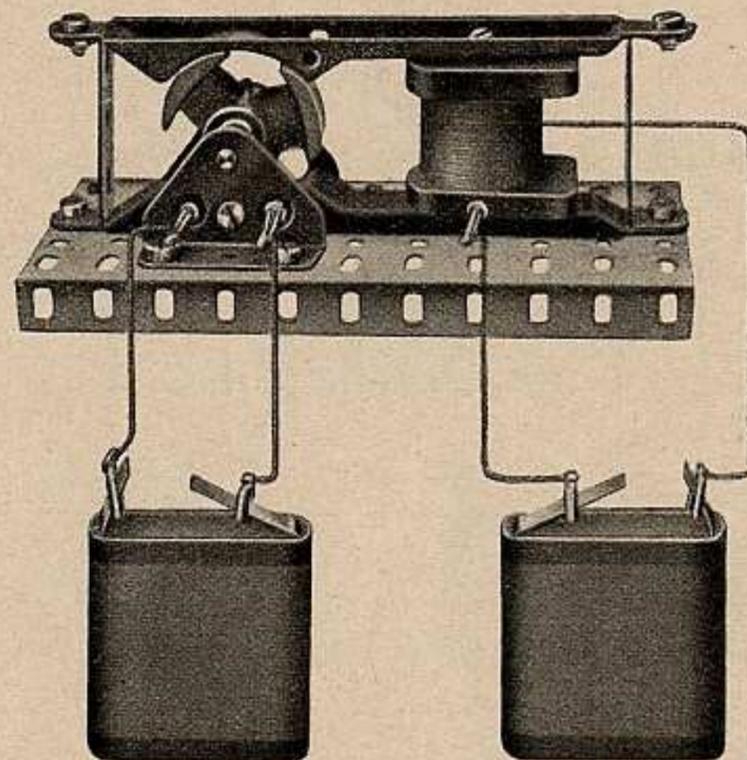
Relions les deux fiches de la bobine avec une pile de poche et nous remarquons que la bobine et les deux inducteurs deviennent fortement aimantés. L'induit ne tournera cependant pas encore puisqu'il ne fait que fermer le circuit des lignes de force. Mais si nous relions les deux fiches de l'induit également avec une pile de poche, nous verrons notre induit se mettre en rotation rapide. Il est devenu aimanté lui-même et ce phénomène trouve son explication. Par le jeu des forces magnétiques décrit dans l'expérience 82.

Expérience 85:

Changement de rotation d'un moteur à excitation indépendante.

Rajoutons les pièces suivantes aux pièces énumérées dans l'expérience 83

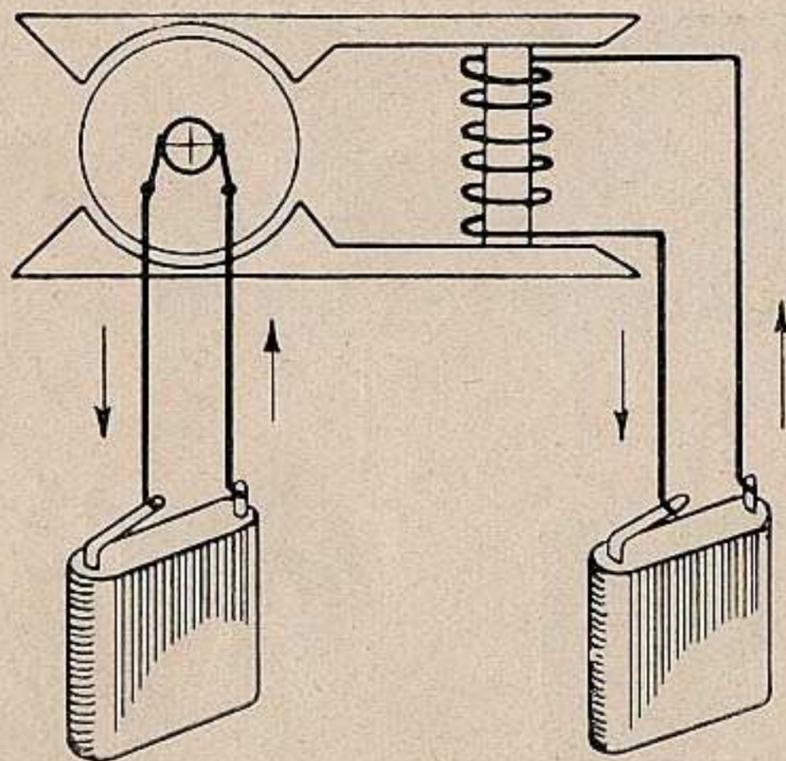
- 2 câbles No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 2 piles de poche



Si nous voulons changer le sens de rotation de notre moteur nous pouvons l'obtenir de plusieurs manières. — Les connexions qui conduisent le courant de la pile à l'induit ont été inverties comme on le remarque sur les dessins ci-dessus. Le courant circule donc en sens inverse dans l'induit, contrairement à l'expérience 84. L'induit tournera par conséquent en sens inverse et il est indifférent que l'inversion des pôles ait eu lieu aux languettes de la pile ou aux fiches de l'induit. Nous pouvons également obtenir ce changement de rotation tout en laissant les connexions à l'induit intactes, mais en invertissant les pôles dans la bobine soit aux fiches de la bobine ou de la pile.

Expérience 86:

Schéma d'un moteur à excitation indépendante.



Bobine et induit sont alimentés chacun d'une pile séparée. Les flèches indiquent la direction du courant. Le collecteur est marqué par un petit cercle et l'induit par le cercle plus grand.

Expérience 87:

Magnétisme rémanent.

Rajouter les pièces suivantes aux pièces employées dans l'expérience 83:

- 2 câbles No. 560/25
- 2 câbles No. 560/15
- 1 pile de poche

Quand nous aurons fini nos essais sur le moteur à excitation indépendante, nous procéderons à l'étude d'un phénomène électrique qu'on appelle magnétisme rémanent. Enlevons les fils conducteurs des fiches de la bobine et à notre surprise l'induit continue à tourner, avec moins de force il est vrai. Ceci s'explique par le fait que le fer des inducteurs et du noyau ne perd pas immédiatement son magnétisme lorsque le courant est interrompu dans l'électro-aimant et ce reste de magnétisme maintient l'induit en rotation. Voilà ce qu'on entend par magnétisme rémanent.

MARKLIN-ELEX

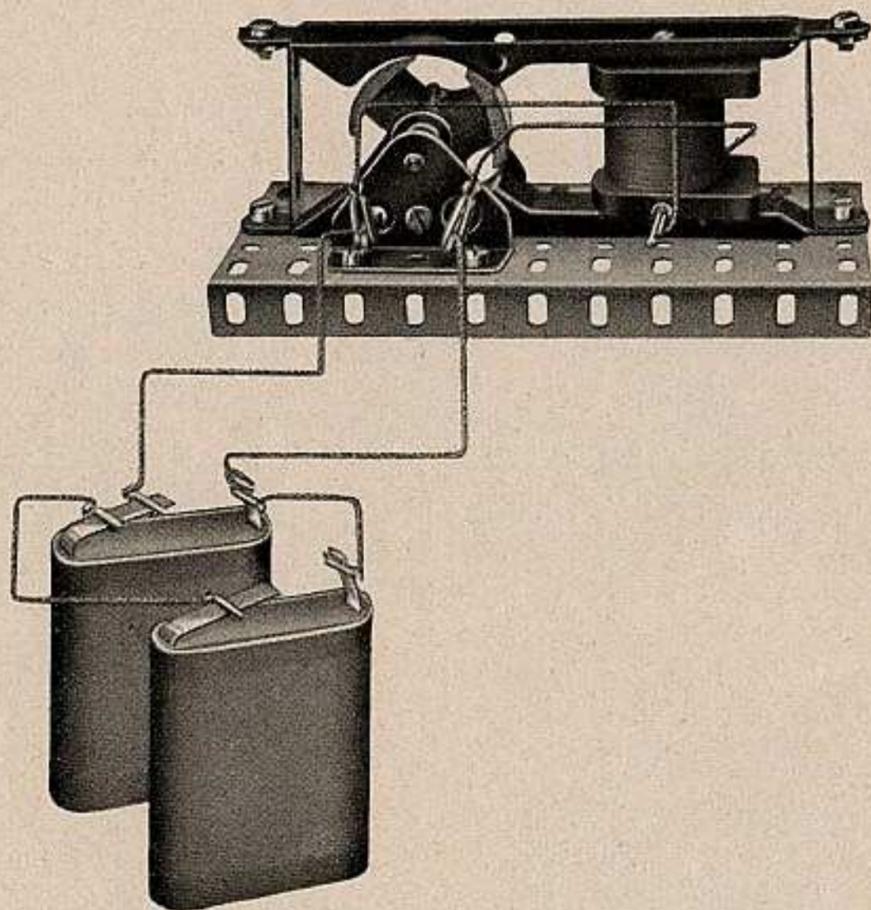
(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 88:

Moteur en dérivation (shunt).

Les pièces employées par l'expérience 83 sont à compléter par les pièces suivantes :

- 3 câbles No. 560/25
- 3 câbles No. 560/15
- 2 piles de poche



Il n'est pas nécessaire que l'induit et la bobine soient chacun alimentés par une source de courant indépendante. Nous pouvons brancher les deux sur la même source, montage qui est appelé "en dérivation". Nous commençons par relier nos deux piles en dérivation, pôle positif à pôle positif, pôle négatif à pôle négatif, voir aussi expérience 58. De cette batterie de piles nous conduisons les deux pôles aux deux fiches de l'induit et de là nous transmettons le courant à la bobine par deux autres câbles. Le moteur n'en fonctionnera pas plus mal.

Expérience 89:

Changement de rotation du moteur en dérivation.

Les pièces suivantes sont à rajouter aux pièces énumérées pour l'expérience 83:

- 3 câbles No. 560/25
- 3 câbles No. 560/15
- 2 piles de poche

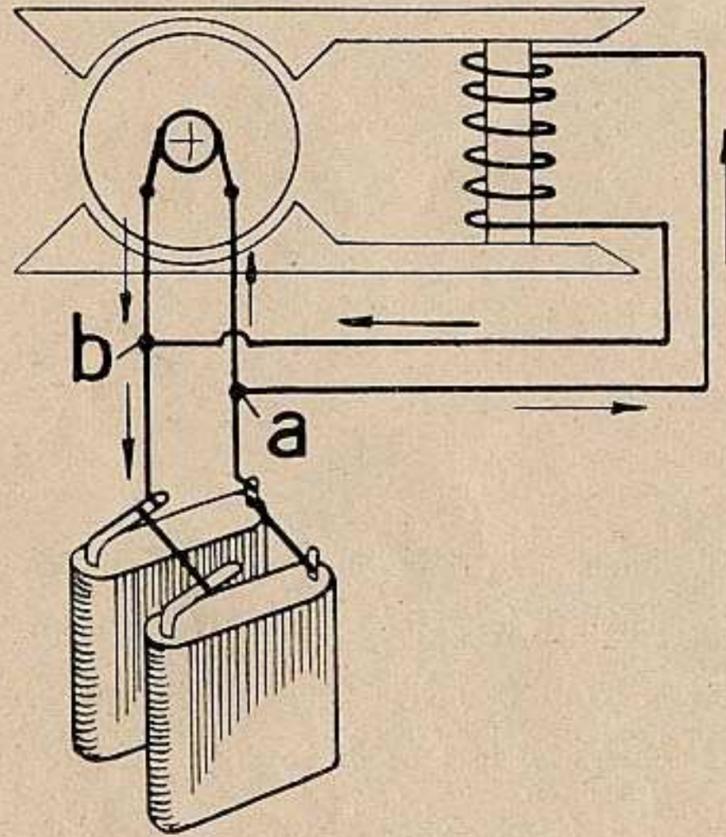
Pour changer la rotation de l'induit il ne suffit pas d'invertir les pôles à la pile. L'inversion des pôles se ferait en même temps dans l'induit et dans la bobine et le sens de rotation resterait le même. Pour faire changer de sens il faut invertir la direction du courant ou dans l'induit ou dans la bobine, nous l'obtiendrons en interchangeant les prises à l'induit ou à la bobine. Notre moteur tournera aussitôt en sens contraire.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 90:

Schéma du moteur en dérivation.



Au point *a* le courant se dirige en partie sur l'induit et en partie sur la bobine. Au point *b* les deux circuits se rejoignent pour retourner aux piles.

Expérience 91:

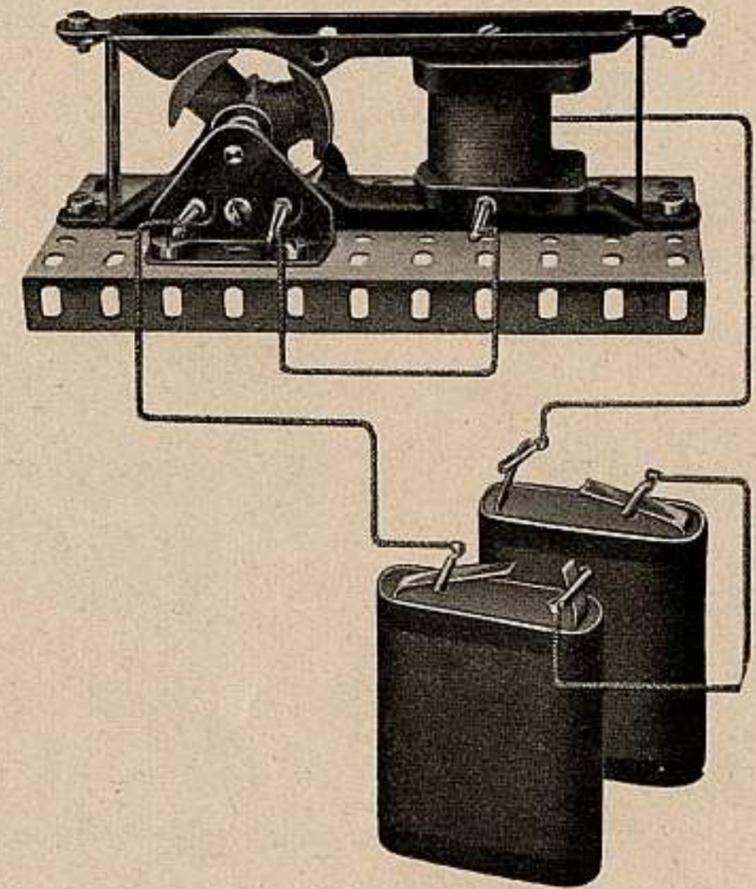
Moteur en série.

Aux pièces employées par l'expérience 83 rajouter les pièces suivantes:

3 câbles No. 560/25

1 câble No. 560/15

2 piles de poche



Dans le moteur en série l'alimentation de la bobine et de l'induit se fait par un seul circuit. Le courant passe d'abord dans la bobine, ensuite dans l'induit et de là il revient à la batterie de piles. Induit et bobine sont ainsi montés en série. Pour obtenir un bon rendement du moteur il est nécessaire de relier les deux piles en tension (voir aussi expérience 57).

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 92 :

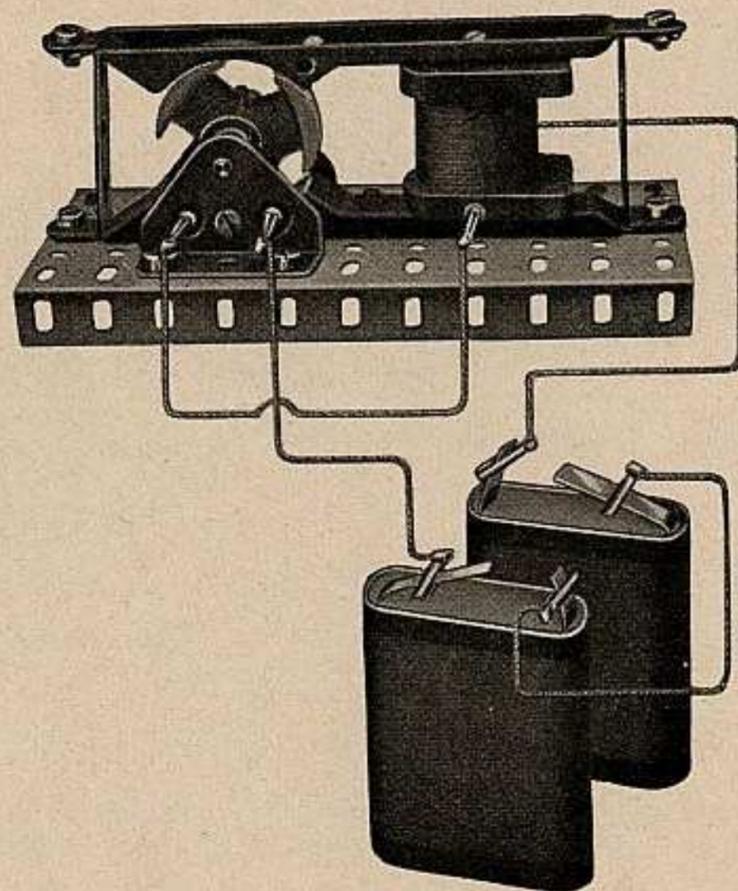
Changement de rotation du moteur en série.

Rajouter aux pièces de l'expérience 83 les pièces suivantes

3 câbles No. 560/25

1 câble No. 560/15

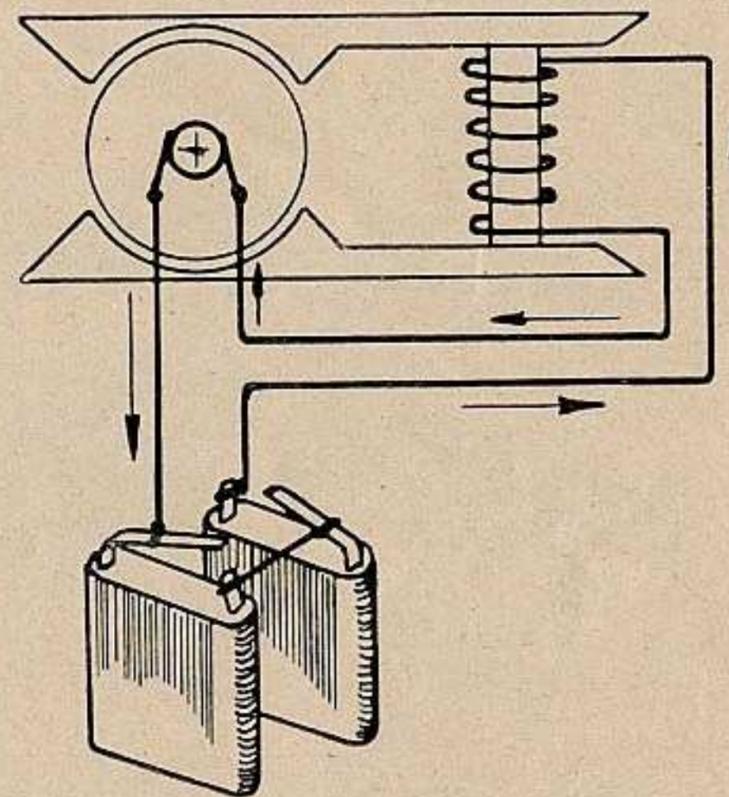
2 piles de poche



Ici non plus nous ne pouvons pas invertir les pôles à la source du courant pour changer le sens de la marche, l'inversion doit se faire ou en intervertissant les deux prises au collecteur ou à la bobine. Le changement au collecteur sera le plus simple.

Expérience 93 :

Schéma du moteur en série.



Le courant se dirige de la batterie de piles sur la bobine. Il traverse les spires de la bobine pour passer dans l'induit et en sortant de l'induit il retourne à la batterie.

MÄRKLIN-ELEX

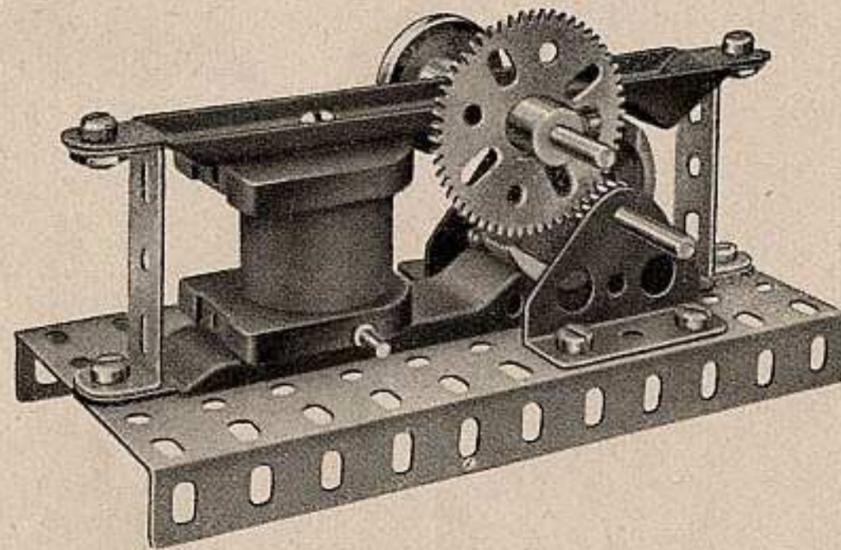
(Boîte No 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 94:

Augmentation de la force par engrenage.

Les pièces employées dans l'expérience 83 sont à compléter par les pièces suivantes :

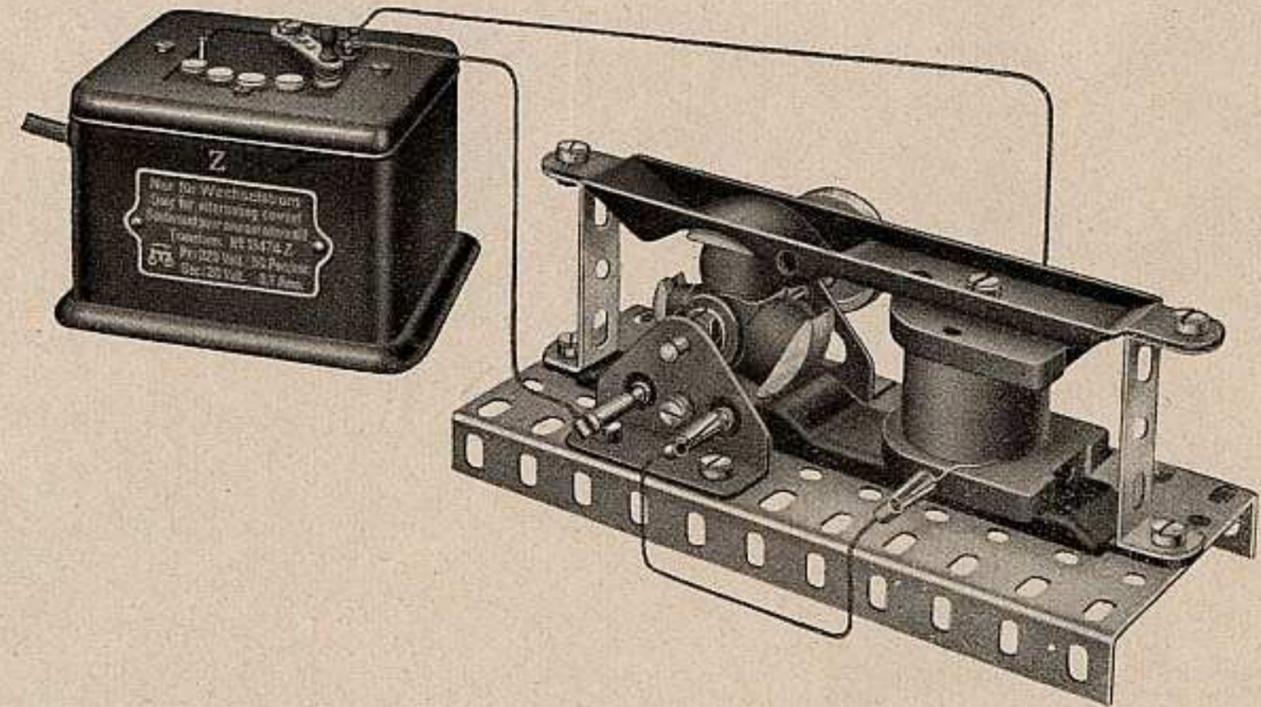
- 1 tringle No. 17
- 1 roue dentée No. 27 a
- 1 pince de serrage No. 35 a



Notre moteur étant destiné pour le petit voltage des piles ne dispose pas de forces considérables. Nous pouvons cependant décupler sa force au dépens de la vitesse. A cet effet nous introduisons la tringle No. 17 dans le trou de l'inducteur supérieur et sur cette tringle nous fixons une roue dentée No. 27 a qui s'engrène dans le pignon de l'induit. A l'autre bout de la tringle nous plaçons la poulie No. 22. Nous réduisons ainsi la vitesse de notre arbre moteur tout en disposant d'une force motrice beaucoup plus grande, qui nous permettra d'actionner des accessoires.

Expérience 95:

Alimentation par le secteur de la ville.



Si nous avons la chance de posséder un petit chemin de fer électrique marchant sur courant alternatif, nous pourrions employer le transformateur 12 à 20 volts du train pour faire marcher notre moteur électrique monté en série fig. 91.

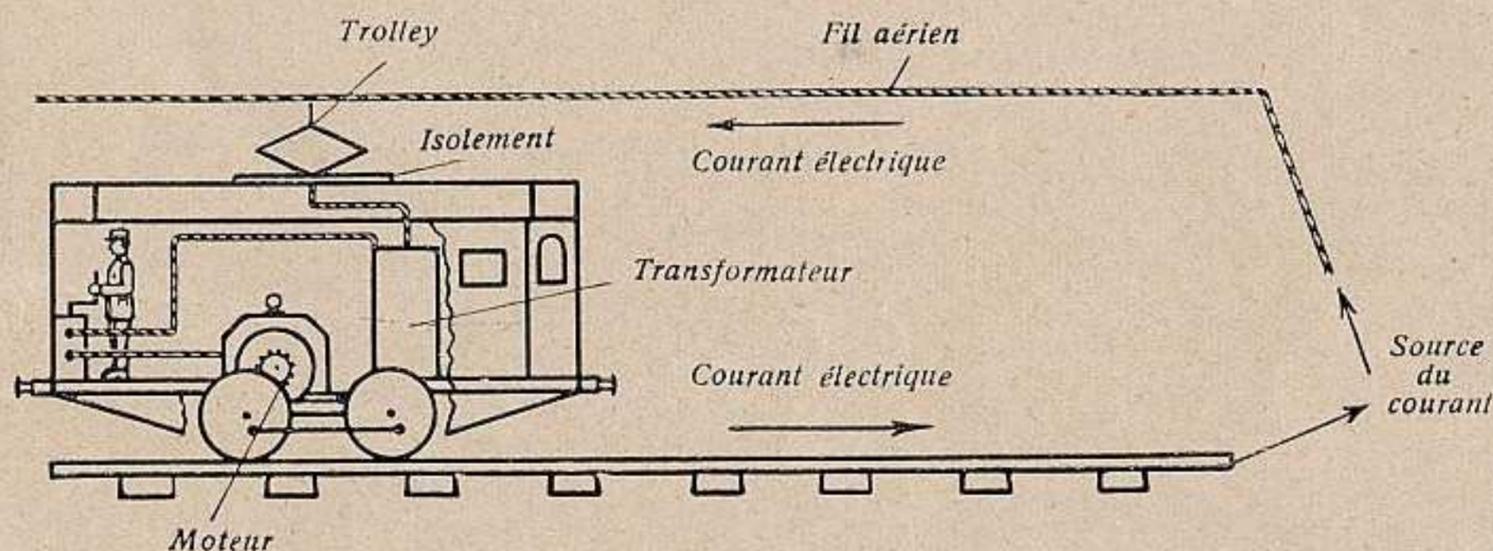
Pour ne pas exposer trop longtemps le moteur à un voltage élevé il faut mettre le transformateur au voltage le plus bas possible et intercaler au besoin un petit rhéostat approprié.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 96:

Chemins de fer électriques.



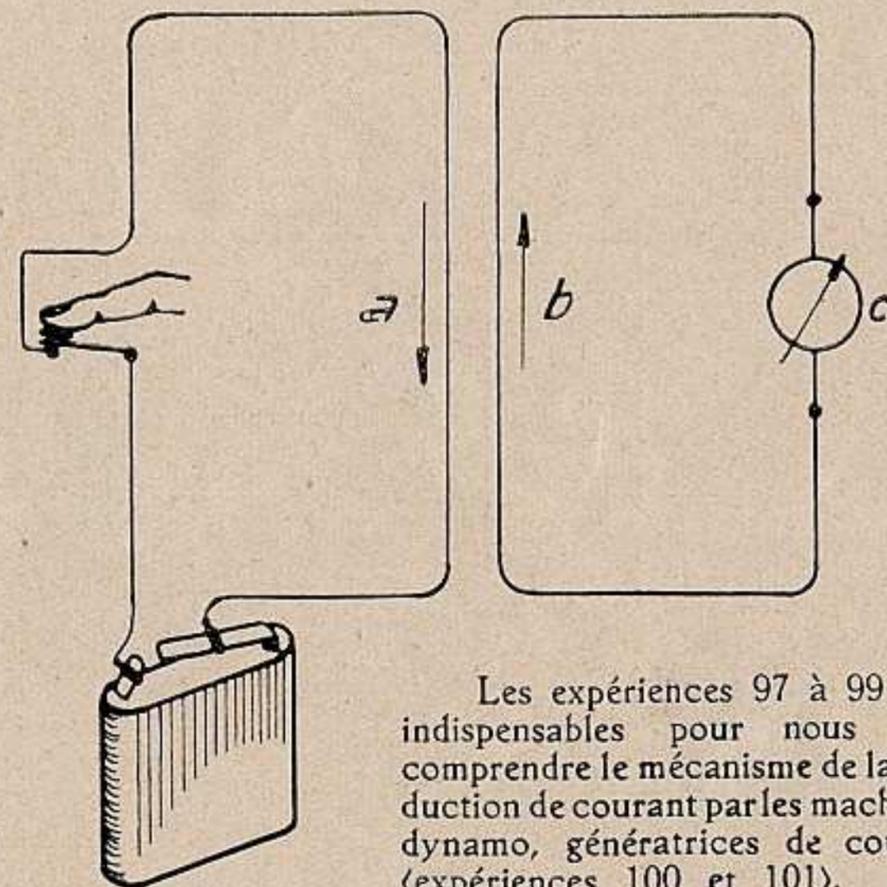
Par nos expériences nous savons que pour une installation électrique il faut toujours deux conducteurs, l'un pour l'envoi du courant, l'autre pour le retour du courant (fig. 23). Pour les appareils immobilisés à un endroit fixe, les fils conducteurs rendent la transmission du courant facile. Elle est plus compliquée pour les appareils mobiles changeant de place tels que les tramways, locomotives électriques etc.

Sur la majorité des grandes lignes la transmission de courant se fait suivant le schéma ci-dessus. Un fil aérien suspendu au-dessus de la voie amène le courant pour le conduire par le trolley de la locomotive au transformateur et au moteur qu'il actionne. Un rhéostat placé à la cabine du conducteur permet de régler la force du courant pour les changements de vitesse et de l'interrompre pour les arrêts. Les roues et les rails servent de conducteurs pour le retour du courant à la source.

Courants d'induction

Expérience 97:

Induction entre deux circuits.



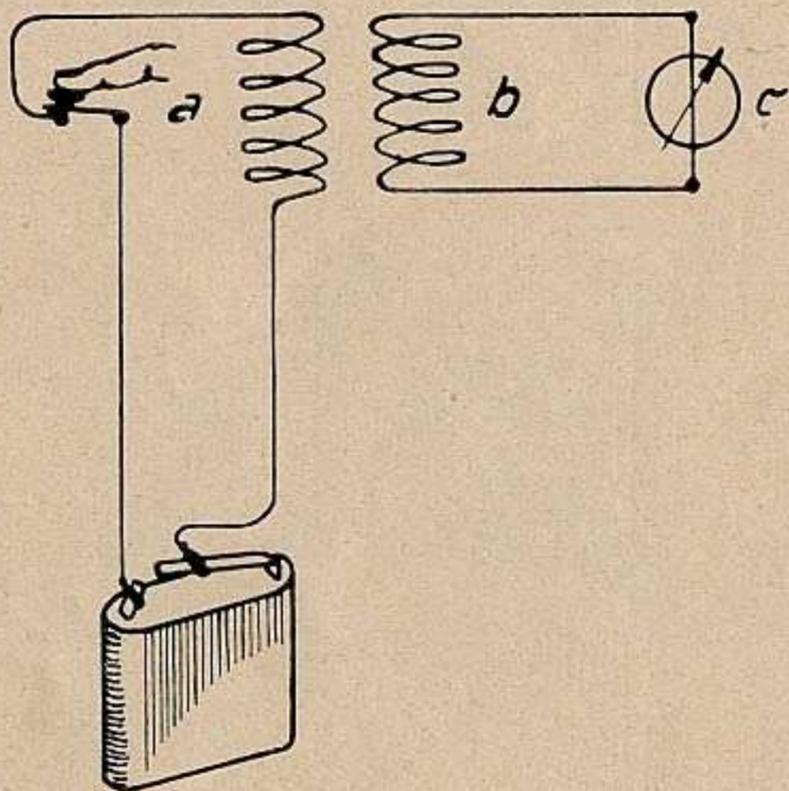
Les expériences 97 à 99 sont indispensables pour nous faire comprendre le mécanisme de la production de courant par les machines-dynamo, génératrices de courant (expériences 100 et 101). Malheureusement le galvanomètre que nous pouvons fabriquer avec nos propres moyens n'est pas assez sensible pour signaler les faibles courants d'induction de nos expériences. Avec du fil conducteur nous allons établir deux circuits indépendants suivant le schéma ci-dessus. Le circuit *a* est relié à une pile de poche et un interrupteur permet de fermer et d'ouvrir le circuit. Dans le second circuit *b* nous avons intercalé un galvanomètre sensible *c*. Chaque fois que nous ferons passer le courant dans le circuit *a* en pressant sur l'interrupteur, nous constaterons une déviation momentanée de l'aiguille du galvanomètre qui est intercalé dans l'autre circuit *b*. Le courant traversant le circuit *a* a donc fait naître un autre courant momentané dans le circuit avoisinant *b*. C'est le phénomène du courant d'induction qui s'est produit.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No 501 et No. 501 A)

Expérience 98:

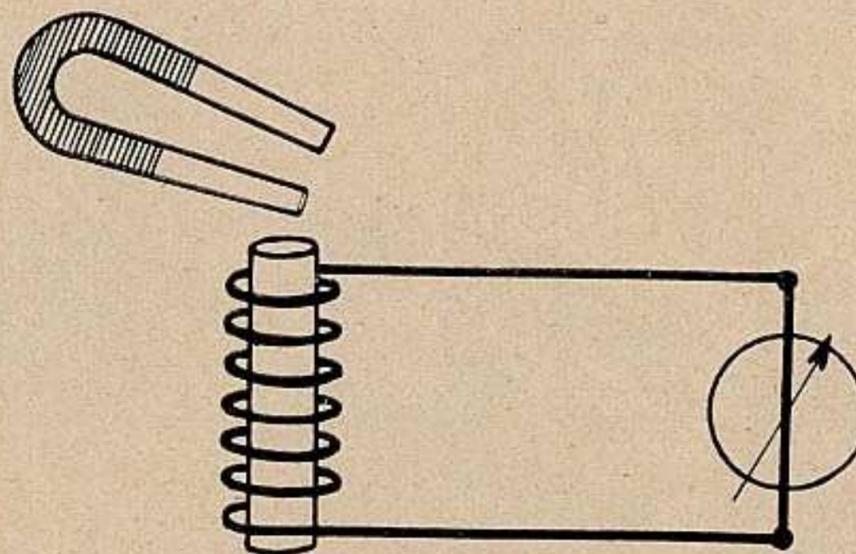
Induction entre deux bobines.



Les effets sont plus intenses, si à la place des deux circuits de fils conducteurs nous employons deux bobines enroulées de fil *a* et *b*, placées l'une à côté de l'autre, ou l'une rentrée dans l'autre. Si nous fermons le circuit dans la bobine *a* le galvanomètre intercalé dans le circuit de la seconde bobine *b* accuse une déviation bien plus forte que dans l'expérience précédente. Mais notre propre galvanomètre n'est toujours pas assez sensible pour signaler ce courant.

Expérience 99:

Induction par les aimants.



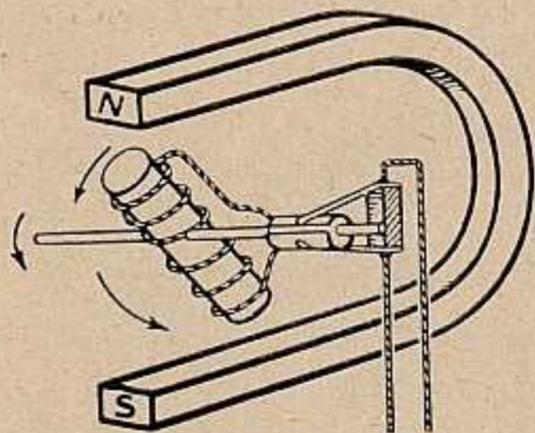
Une bobine enroulée de fil conducteur soumise à l'action d'un courant agit comme un aimant, nous en avons fait l'expérience antérieurement. Puisqu'il en est ainsi essayons de remplacer une des deux bobines fig. 98 par un aimant en fer à cheval et plaçons l'autre bobine sur un noyau de fer. Si ensuite nous approchons un aimant en fer à cheval du noyau de la bobine, il y aura également déviation de l'aiguille, à condition que le galvanoscope soit assez sensible. Conclusion: en approchant un aimant d'un circuit de conducteurs, un courant momentané prend naissance dans ce circuit. L'effet est le même que l'aimant s'approche du circuit ou que le circuit se déplace rapidement dans le champ magnétique de l'aimant.

MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 100:

Machines-Dynamos.



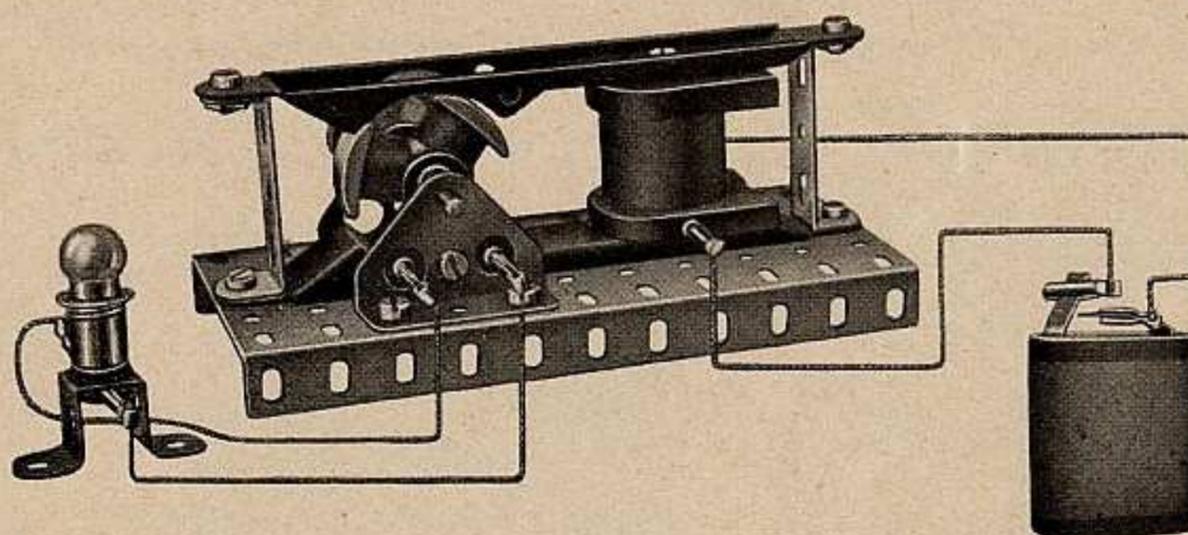
L'application la plus importante des courants d'induction est réalisée dans les génératrices de courant électrique, les machines-dynamos. Un circuit se déplaçant rapidement dans un champ magnétique produit du courant électrique dans ces machines. Les premières machines-dynamos étaient composées de puissants aimants en acier et d'un anneau enroulé qu'on faisait tourner dans le champ magnétique des aimants. Le schéma ci-dessus en explique les principes. Le noyau enroulé tourne dans le champ magnétique de l'aimant en fer à cheval et le courant ainsi produit est recueilli par le collecteur pour être conduit par les balais à un emploi utile.

Expérience 101:

Machine-dynamo à excitation séparée.

Pièces nécessaires :

1 poulie No. 22	1 ampoule No. 557/31 $\frac{1}{2}$	1 noyau de fer No. 566
12 vis No. 37 K	2 câbles No. 560/25	2 inducteurs No. 578
1 plaque rectangulaire No. 52 M	2 câbles No. 560/15	1 induit No. 579
2 bandes coudées No. 60/5 M	2 supports No. 564	1 porte-balais No. 580
1 douille No. 556	1 bobine No. 565	1 pile de poche



La construction de cette machine-dynamo est exactement pareille à celle du moteur électrique fig. 83. L'aimantation de la bobine se fait par le courant d'une pile de poche, il ne reste plus qu'à obtenir une rotation rapide de l'induit et nous aurons suffisamment de courant pour éclairer notre petite ampoule électrique.

Un petit moteur à vapeur dont la chaudière a environ 7 cm de diamètre disposerait de la force motrice nécessaire pour actionner notre dynamo, nous relierions le volant de la machine à vapeur avec la poulie de l'induit au moyen d'une canneille de transmission. Nous aurions ainsi la démonstration de la transformation d'énergie mécanique en énergie électrique. Si nous possédions le fameux moteur à vapeur transformable MARKLIN No. 402 F, nous pourrions fixer le manchon d'embrayage sur l'axe de l'induit pour obtenir un plus grand nombre de tours qu'avec la poulie.

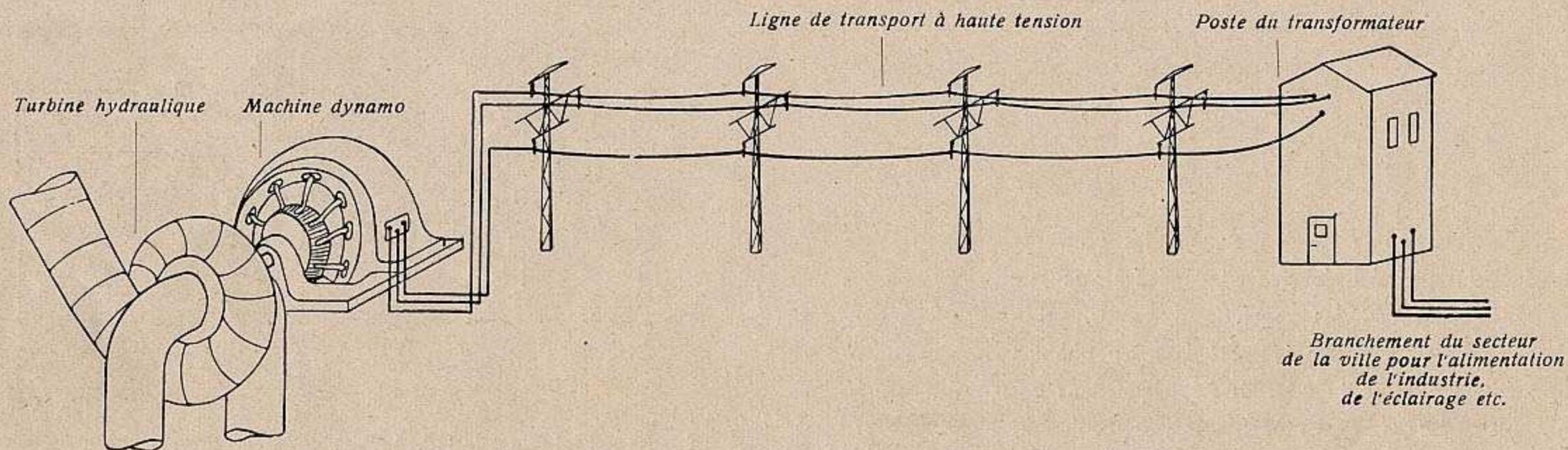
MARKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

Expérience 102 :

Transmission d'énergie électrique.

Le dessin ci-dessous nous donne l'image schématique de la production d'énergie électrique, de la transmission du courant et de son utilisation. Le courant électrique peut être transmis à de grandes distances à relativement peu de frais. Il est donc tout naturel qu'on cherche à produire l'énergie électrique là où elle revient le moins cher en utilisant des chutes d'eau dans la montagne, des torrents etc.



L'eau captée par des barrages au dessus d'une chute descend par un tuyau dans la turbine qui à son tour actionne la machine-dynamo, génératrice de courant électrique. Le courant ainsi obtenu est transporté par des lignes aériennes à des centaines de kilomètres de distance. Arrivé à destination, la haute tension du courant est réduite à des voltages moins élevés qui pourront servir à l'alimentation de l'industrie, de l'éclairage de la ville etc.

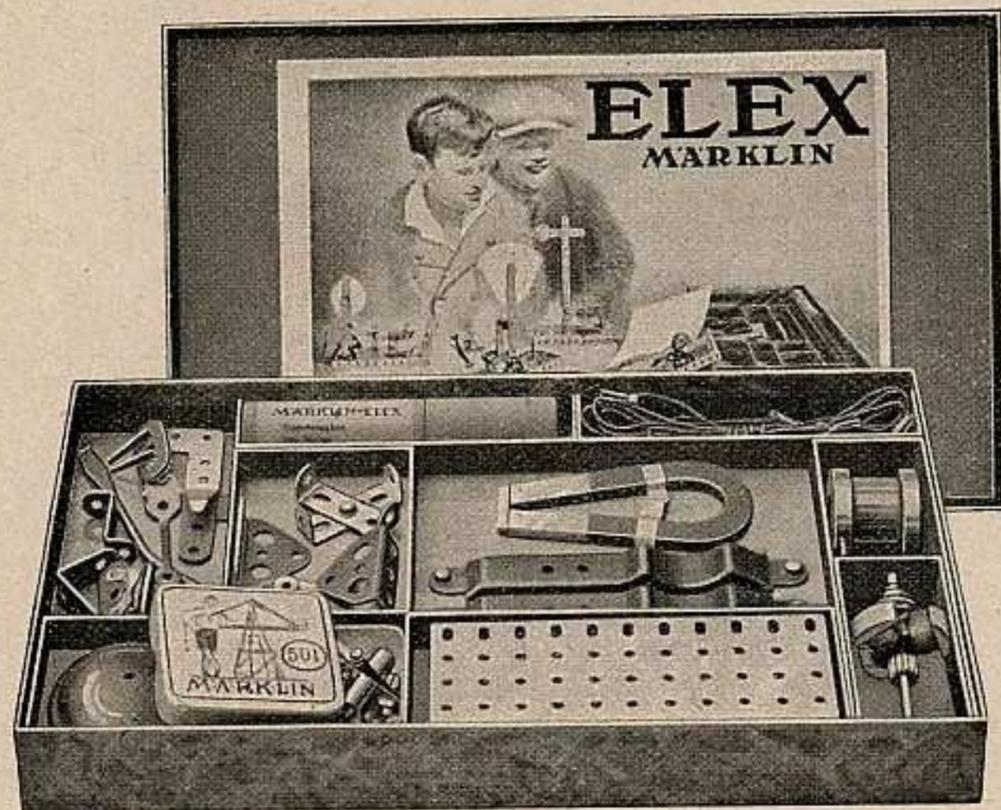
L'emploi des hautes tensions dans la transmission à distance s'explique par le fait que la perte d'énergie en cours de route diminue en proportion à l'augmentation de la tension. Aujourd'hui on n'hésite plus à faire transporter des courants de plus de 200 000 volts. Mais pour pouvoir s'en servir on est obligé de les transformer en des tensions moins dangereuses.

MÄRKLIN-ELEX

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)

MÄRKLIN ELEX

La nouvelle boîte d'expériences électriques



MÄRKLIN-ELEX No. 502

Beau coffret cartonnage avec cases pratiquement disposées permettant de ranger facilement toutes les pièces détachées.

MÄRKLIN JEUX DE CONSTRUCTIONS

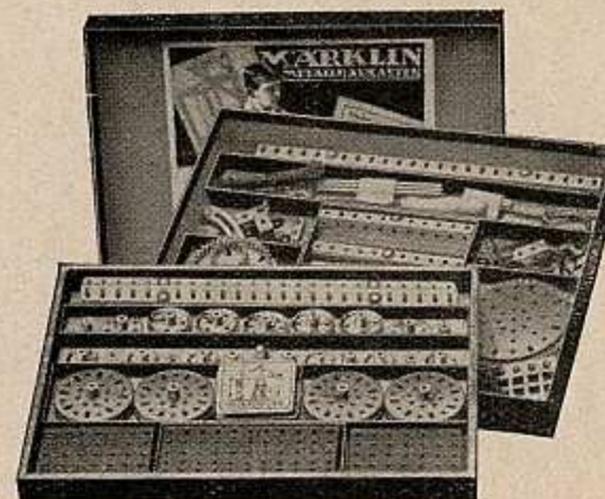
en belles couleurs

Le jouet rêvé

8 Boîtes fondamentales / 7 Boîtes complémentaires



Boîte fondamentale No. 1



Boîte fondamentale No. 3

Les boîtes spéciales pour compléter les jeux MÄRKLIN:

Boîtes supplémentaires:

Transporteurs
Ponts et Machines
Horloges

Moteurs:

Moteurs mécaniques
Moteurs à vapeur
Moteurs électriques

MARKLIN-ELEX

Pièces détachées

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)



No. 2a **Bande**, 9 trous, 11 cm



No. 3 **Bande**, 7 trous, 9 cm



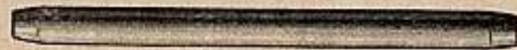
No. 10
Pièce plate



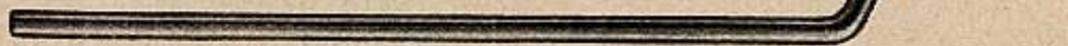
No. 11
Pièce en U



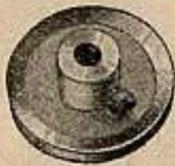
No. 12
Pièce en équerre



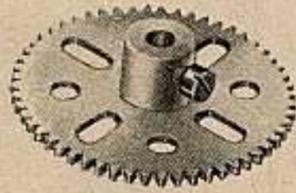
No. 17 **Tringle**, 5 cm



No. 19 **Manivelle**, 17 cm



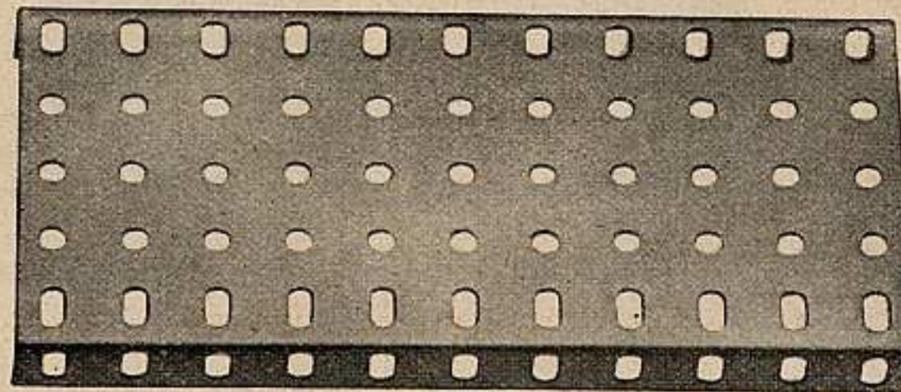
No. 22 **Poulie à rainure**, 25 mm diam.



No. 27a **Roue dentée**
57 dents, diam. 39 mm



No. 34 **Clé**

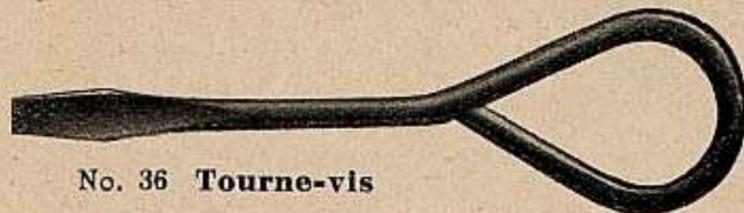


No. 52M **Plaque rectangulaire** (cuivre nickelé)

No. 35
Pince de calage



No. 35a
Collier de serrage



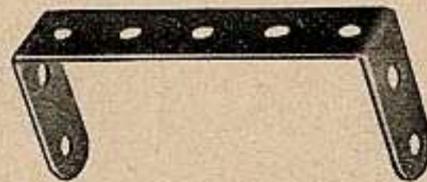
No. 36 **Tourne-vis**



No. 37
Vis



No. 37b
Ecrou



No. 46 **Support**



No. 47a **Pièce en S**



No. 60/5 M **Bande coudée**
(cuivre nickelé)



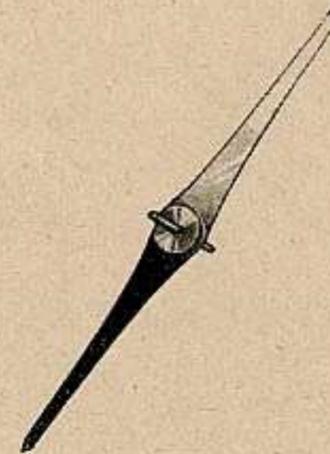
No. 87
Rondelle



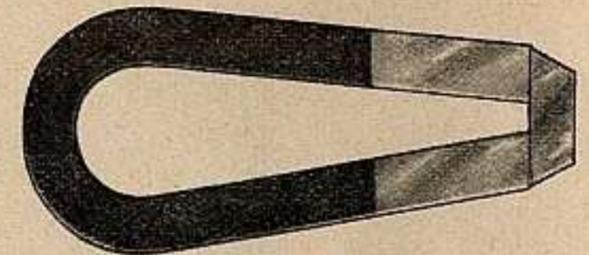
No. 552 **Aiguille aimantée**, horizontale



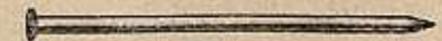
No. 553 **Pivot avec écrou**



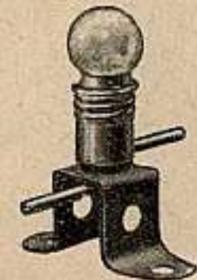
No. 551
Aiguille aimantée
verticale



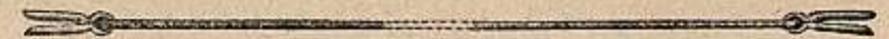
No. 554
Aimant en fer à cheval avec armature



No. 555 **Clou**



No. 556 **Douille à ampoule** avec support
No. 557/3 1/2 **Ampoule**, 3 1/2 volts

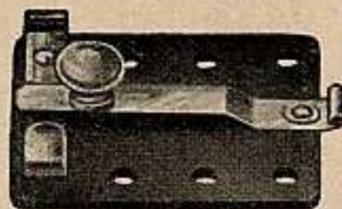


No. 560/100 **Câble**, 100 cm de longueur
No. 560/25 **Câble**, 25 cm de longueur
No. 560/15 **Câble**, 15 cm de longueur

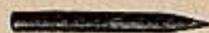
MARKLIN-ELEX

Pièces détachées

(Boîte No. 502 ou No. 501 et No. 501 A)



No. 563
Interrupteur-Manipulateur



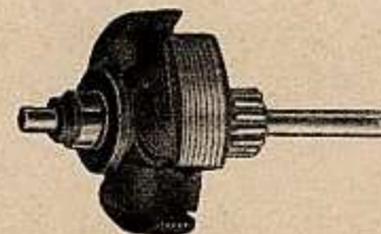
No. 568 Mine de crayon



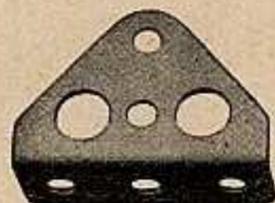
No. 569 Port-mine



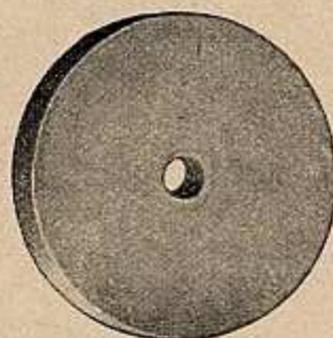
No. 574 Contact
avec pointe en platine-argent



No. 579 Induit



No. 564 Support



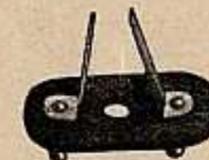
No. 570 Rouleau papier



No. 575 Poignée -électrode-



No. 576 Marteau de sonnerie



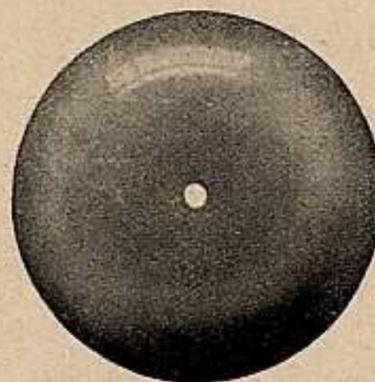
No. 580 Porte-Balais



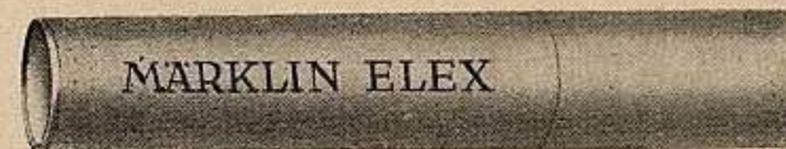
No. 565 Bobine enroulée



No. 571
Guide pour bande papler



No. 577 Timbre nickelé



No. 581 Limaille de fer, en boîte



No. 566 Noyau de fer



No. 572 Ressort à boudin

No. 595 Manuel de la boîte
ELEX No. 501



No. 567
Armature de la bobine



No. 573 Armature
avec trembleur



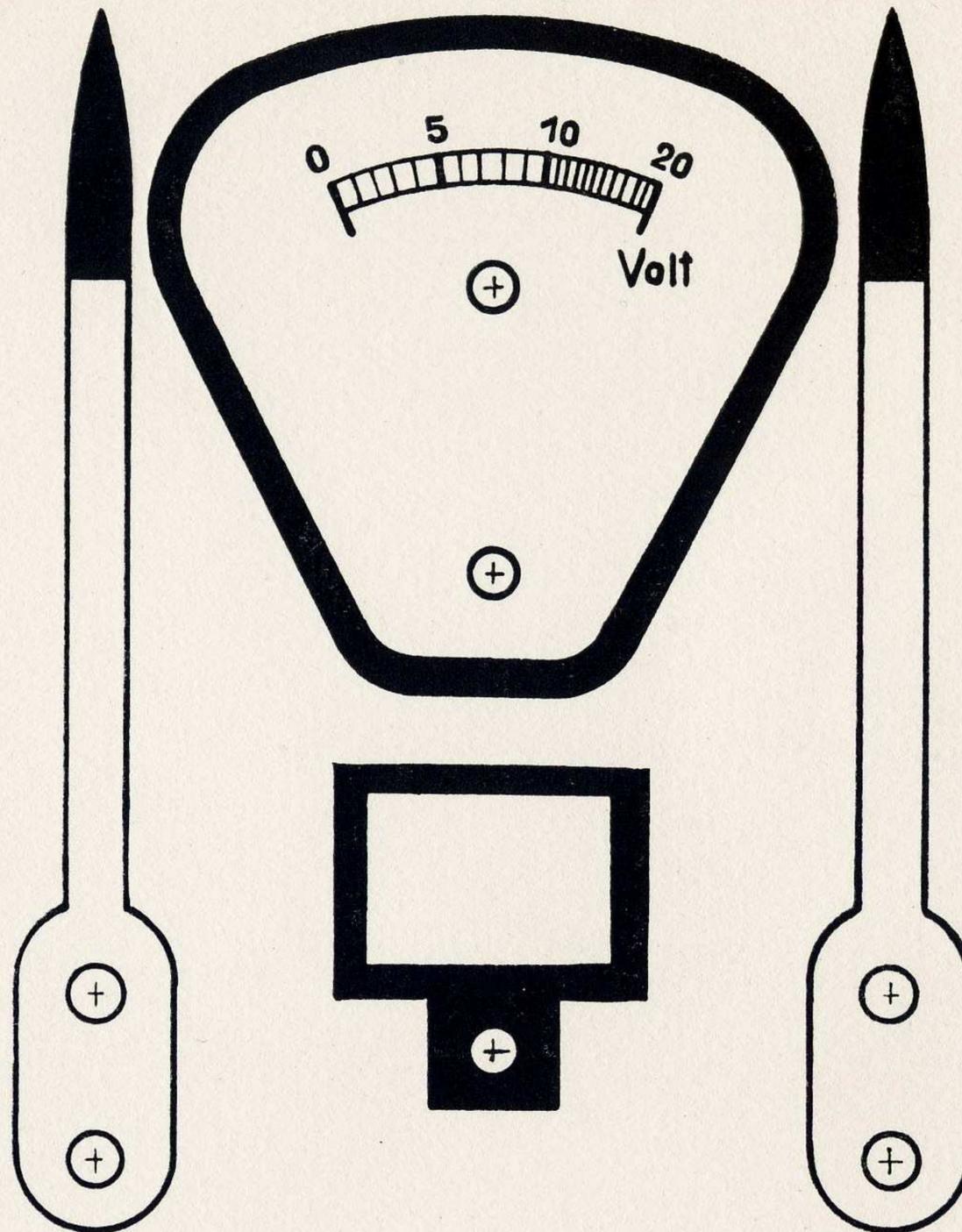
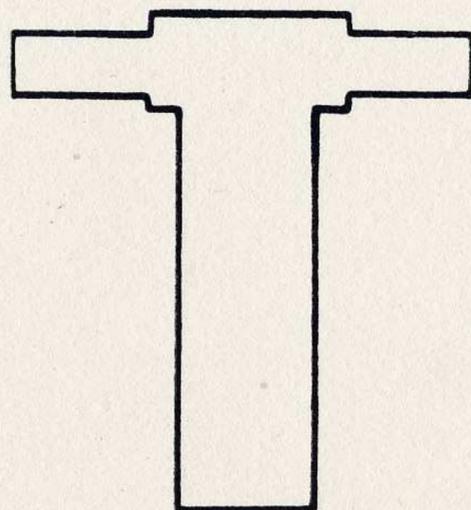
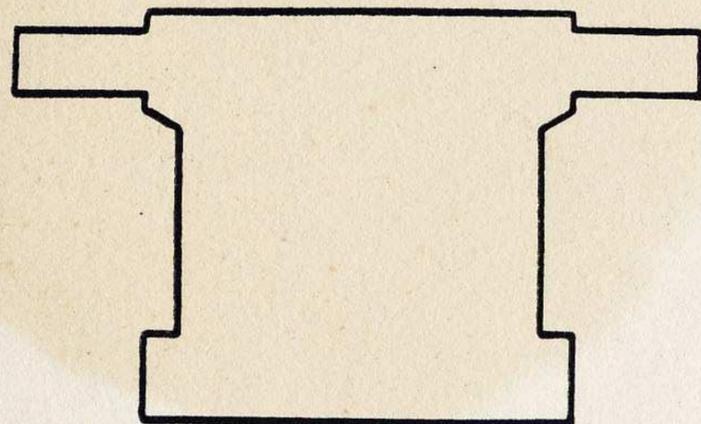
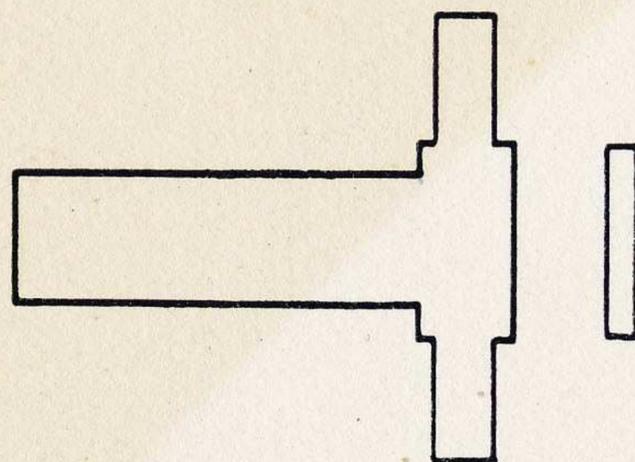
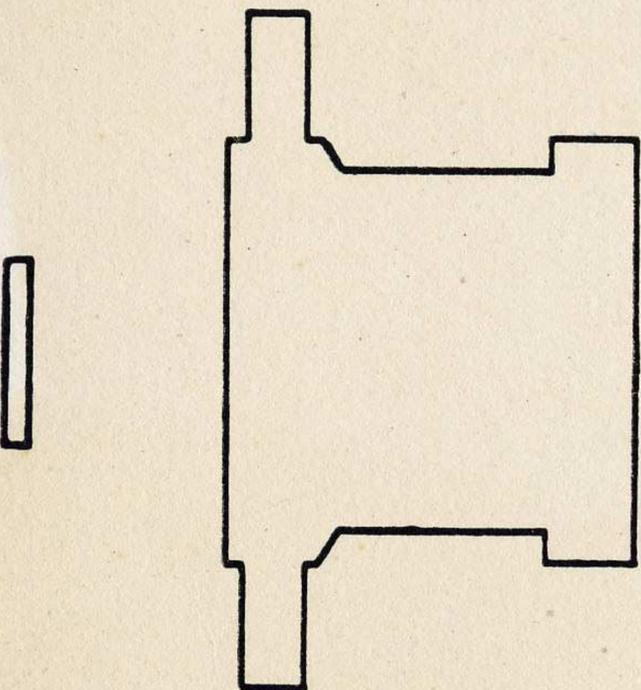
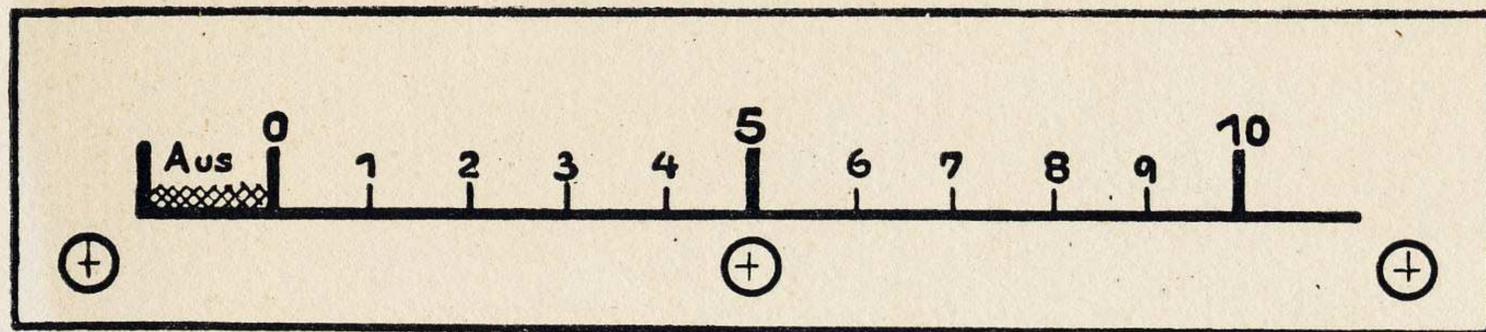
No. 578 Inducteur

No. 596 Manuel de la boîte
ELEX No. 502

No. 599 Planche à découper:
rose de vents, voltmètre etc.

Contenu des boîtes MÄRKLIN "ELEX"

No.	désignation des pièces	501	501 A	502
2 a	Bande 9 trous, 11 cm	—	2	2
3	" 7 " 9 "	—	2	2
10	Pièce plate	—	2	2
11	Pièce en U	—	1	1
12	Pièce en équerre	—	2	2
17	Tringle	1	1	2
19	Manivelle, 17 cm	—	1	1
22	Poulie à rainure	1	—	1
27 a	Roue dentée, 57 dents, diam. 39 mm	—	1	1
34	Clé	—	1	1
35	Pince de calage	—	4	4
35 a	Collier de serrage	—	4	4
36	Tourne-vis	1	—	1
37 a—37 K a	Vis	15	7	22
37 b	Écrou	15	7	22
46	Support	—	1	1
47 a	Pièce en S	1	—	1
52 M	Plaque rectangulaire (cuivre nickelé)	1	—	1
60/5 M	Bande coudée (cuivre nickelé)	2	—	2
87	Rondelle	4	4	8
551	Aiguille aimantée, verticale	—	1	1
552	Aiguille aimantée, horizontale	1	—	1
553	Pivot avec écrou	1	—	1
554	Aimant en fer à cheval avec armature	1	—	1
555	Clou	—	2	2
556	Douille à ampoule avec support	—	1	1
557/3 1/2	Ampoule 3 1/2 volts	—	1	1
560/100	Câble 100 cm de longueur	1	1	2
560/25	" 25 " " "	3	—	3
560/15	" 15 " " "	3	—	3
563	Interrupteur-Manipulateur	—	1	1
564	Support	2	—	2
565	Bobine enroulée	1	—	1
566	Noyau de fer	1	—	1
567	Armature de la bobine	1	—	1
568	Mine de crayon	—	2	2
569	Port-mine	—	1	1
570	Rouleau papier	—	1	1
571	Guide pour bande papier	—	1	1
572	Ressort à boudin	—	1	1
573	Armature avec trembleur	1	—	1
574	Contact avec pointe en platine-argent	1	—	1
575	Poignée -électrode-	—	2	2
576	Marteau de sonnerie	1	—	1
577	Timbre nickelé	1	—	1
578	Inducteur	2	—	2
579	Induit	1	—	1
580	Porte-Balais	1	—	1
581	Limaille de fer, en boîte	1	—	1
595	Manuel de la boîte ELEX No. 501	1	—	—
596	" " " " " " " 502	—	1	1
599	Planche à découper : rose des vents, voltmètre etc.	1	1	1
pièces :		67	57	122

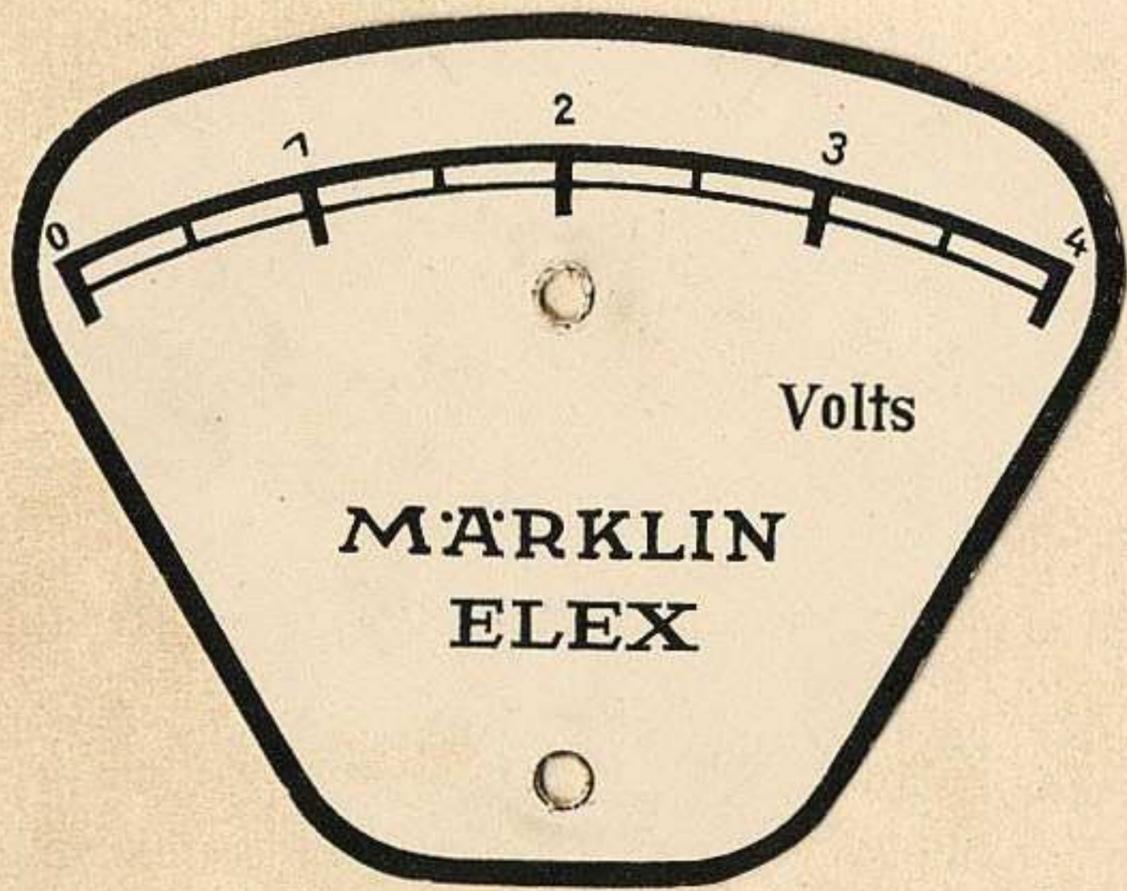
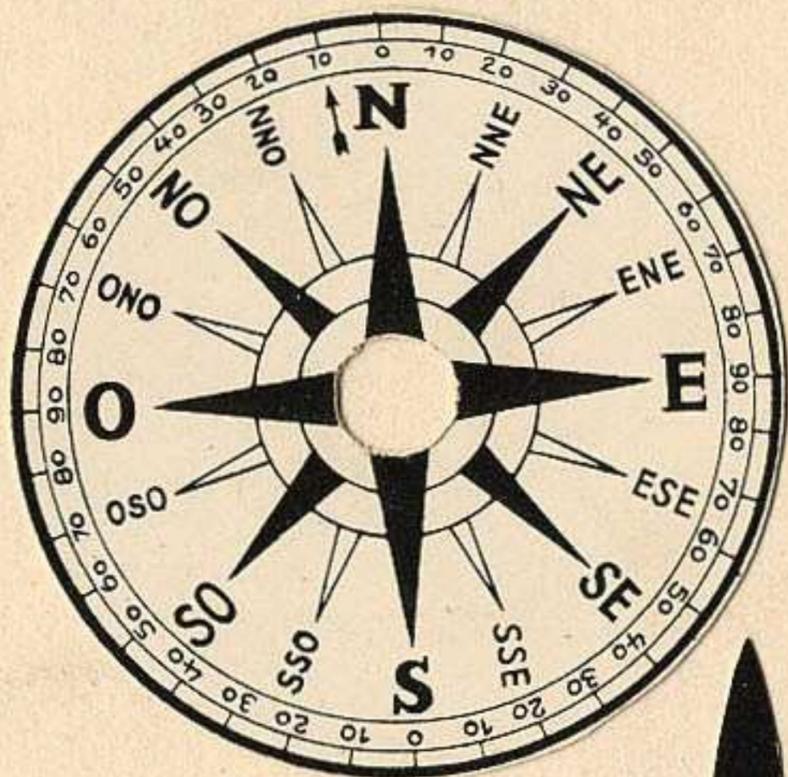
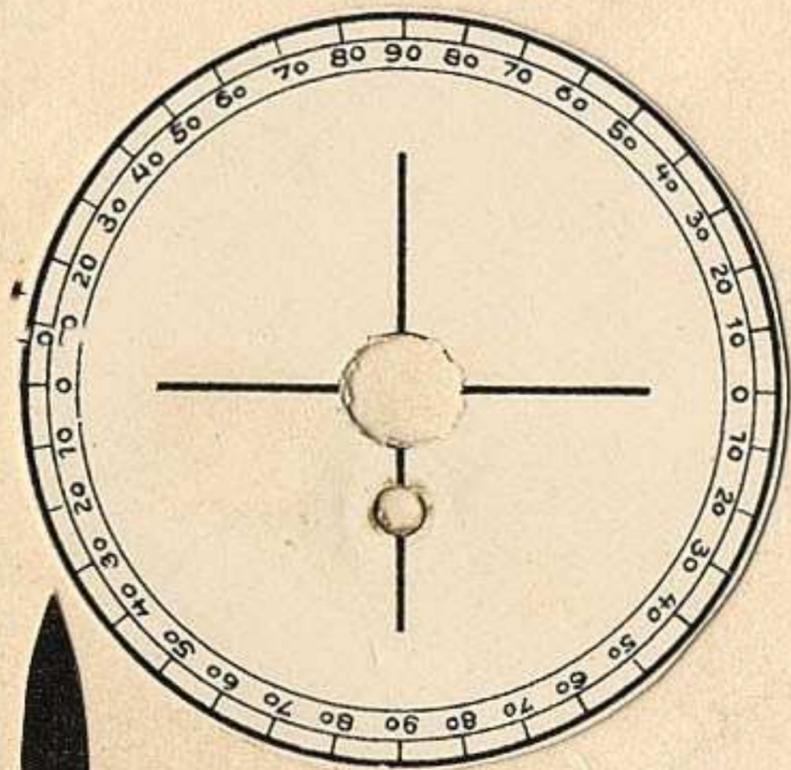


MÄRKLIN-ELEX 14940

GEBR. MÄRKLIN & CIE. ^{GM} _{BH} · GÖPPINGEN/WÜRTT.

MARKLIN-ELEX

Nr. 599



Morse ABC

a	·—	1	·— — — —
b	—···	2	··— — —
c	—·—·	3	···— —
d	—··	4	····—
e	·	5	·····
f	··—·	6	—····
g	—·—·	7	—·····
h	·····	8	— — — — ·
i	··	9	— — — — ··
j	·— — —	0	— — — — —
k	—·—		
l	·—··	.	······
m	— —	;	— · — · — ·
n	— ·	,	· — · — · —
o	— — —	:	— — — · — ·
p	· — — ·	?	·· — · —
q	— · — · —	!	— · — · — —
r	·····		
s	···	ANRUF CALL APPEL CHIAMATA	} — — — — —
t	—		
u	··—	VERSTANDEN UNDERSTAND COMPRIS CAPISCO	} ··· — —
v	···—		
w	· — —	JRRUNG ERASE ERREUR ERRORE	} ·······
x	— · — —		
y	— · — — —	SCHLUSS END OF MESSAGE SIGNAL DE FIN SIGNAL FINE	} — · — · —
z	— — — ·		
ch	— — — — —		
ä	· — · — —		
ö	— — — ·		
ü	·· — — —		
e	·····		