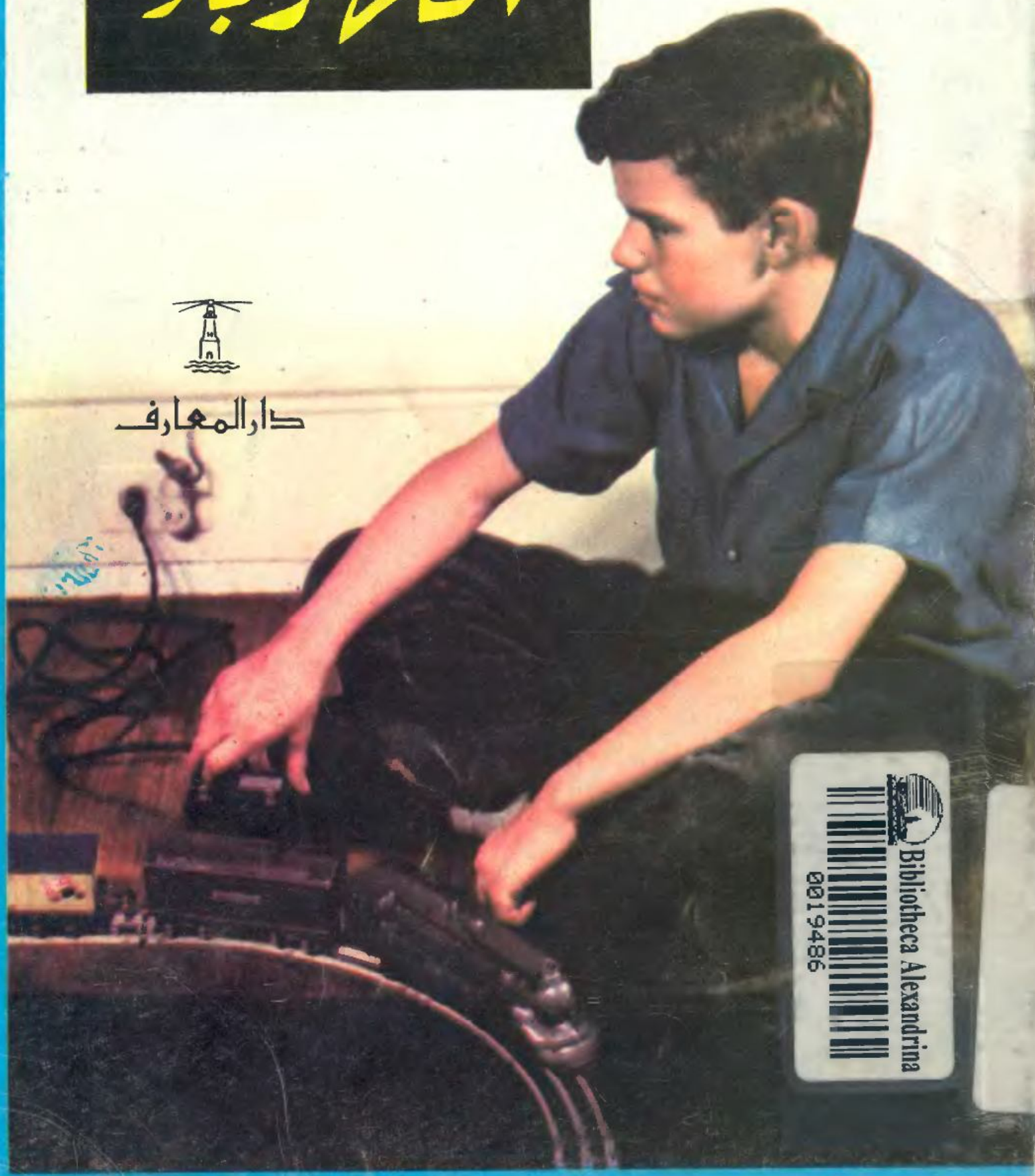
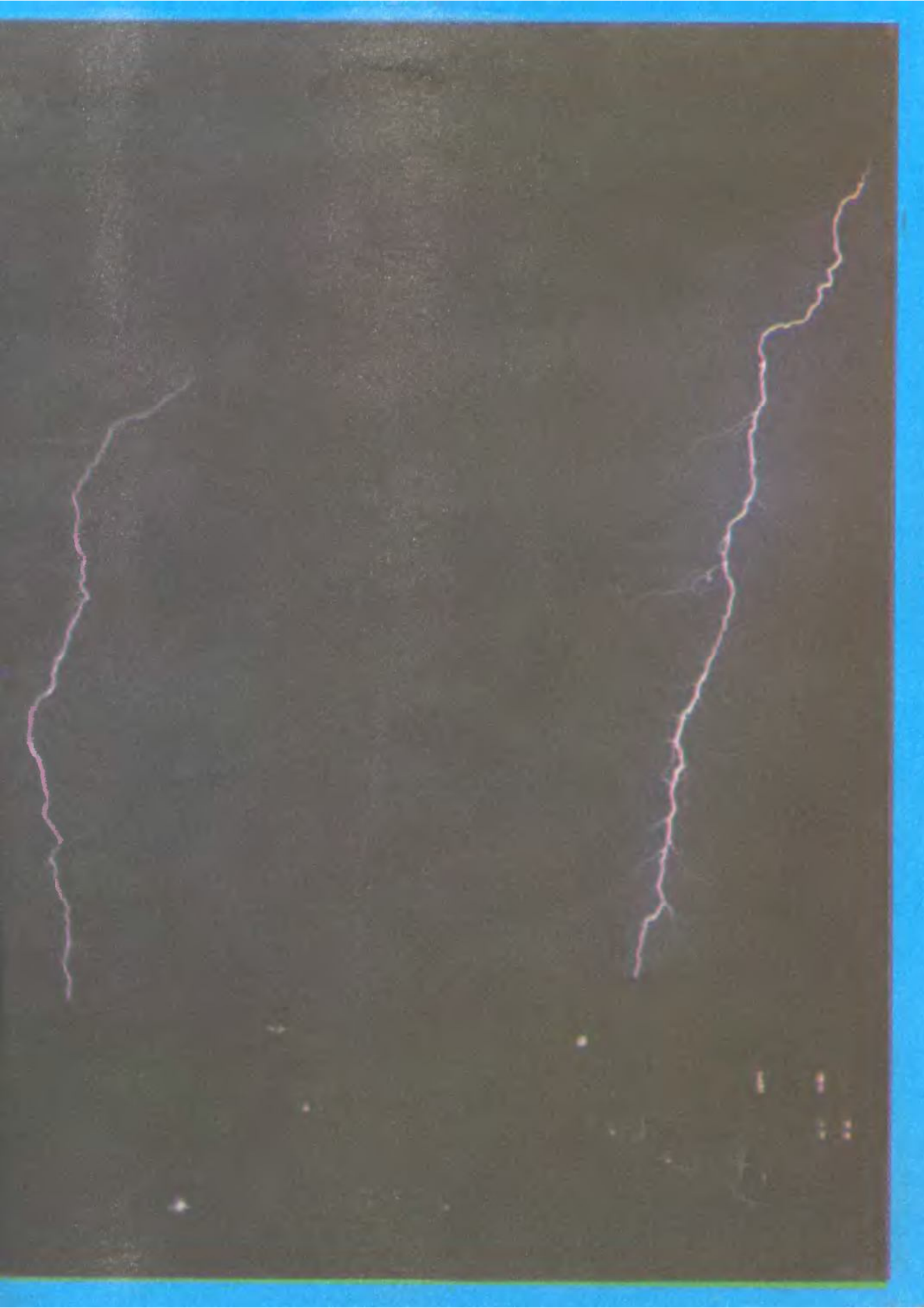
مجموعة الكتب العلمية المبسطة ٣

الكهرباء



دار المعارف

Bibliotheca Alexandrina
0019486



مجموعة الكتب العلمية المبسطة

٣

الكهرباء

تأليف

برتامورتيس باركر

بجامعة شيكاغو (سابقا)

قام بالمراجعة العلمية

كليفورد هولى

مدرس العلوم الطبيعية بجامعة شيكاغو (سابقاً)

ترجمة

عبد الفتاح المنياوى

راجعه

محمد عاطف البرقوقى

الطبعة السادسة

الناشر

دار المعارف

بالاشتراك مع الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

الأمّةُ برجالها، ورجالها من صغارها، لهذا سألتُ
أن يكونَ لى شرفُ الشّركة فى تثقيف هؤلاء الصّغار،
فأُجِبْتُ إلى سُؤْلى. فكان لِى من ترجمةِ هذا الكتاب أوّل كتب
هذه السلسلة القيّمة متعة قلَّ أن تُعادِلَها متعة.

أحمد زكى
مدير جامعة القاهرة

هذه الترجمة مرخص بها بتصريح خاص
للجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

Copyright 1941, 1947 and 1952, by Row, Peterson and Company.
This Arabic language edition is authorized for publication
by Western Printing and Lithographing Company,
Racine, Wisconsin, U. S. A.

الكهرباء

البرق الصغير

البرق هو شرارة كهربائية ضخمة . وقد تقفز هذه الشرارة من سحابة إلى الأرض، كما قد تقفز من سحابة إلى أخرى . وفى الصورة المنشورة على الصفحة الداخلية للغلاف نرى البرق وهو يقفز من سحابة إلى الأرض .

وأنت حين تشاهد ومضة خفيفة من ومضات البرق ، فإنك تتوقع أن تسمع الرعد بسرعة . فالبرق يسبب الرعد ، وإذا كان البرق خفيفاً فإنه يسبب ضوضاء . والأطفال فى هذه الصورة يسمعون فرقعة حين تقفز شرارة خلال الفجوة بين الكرتين .

ويمكن إحداث البرق الخفيف بآلة كهربائية خاصة ، كما يمكن الحصول عليه بطرق أخرى دلّك قدميك بشدة فى سجادة سميكة فى يوم بازد جوه صاف ، ثم المس مدفأة أو جسماً معدنياً آخر ، فإن شرارة خفيفة تقفز من أصابعك إلى الجسم المعدنى قد لا تراها أنت ، ولكنك سوف تشعر بها ، إذ أنك ستشعر بهزة بسيطة ، وسوف تسمع قرقعة خفيفة أيضا . واذا أجريت هذه التجربة فى الظلام ، فإنك سوف ترى الشرارة

وقد اعتاد كثير من الناس إضاءة منازلهم بالغاز . وكان من الحيل الشائعة التى يقوم بها بعض الناس فيما مضى أن يحكّوا أنفسهم فى سجادة سميكة ثم يضيئوا الغاز بشرارة كهربية .

ربما تسمع صوت فرقعة حين تمشط شعرك فى صباح يوم بارد . وقد تكون رأيت شرارات عندما تربت قطة فى الظلام ، ولعلك شعرت بهزة فى يوم بارد إذا لمست سيارة بعد وقوفها مباشرة . وهذا هو البرق الخفيف أيضاً .

ولكى تحصل على هذا البرق الخفيف ، ينبغى أن تكون لديك شحنة كهربائية. وللحصول على هذه الشحنة الكهربائية بطريقة سهلة ، دلّك مادتين مختلفتين إحداهما بالأخرى . وأنت حين تدلك قدمك فى سجادة فكأنك تحك حذاءك فى هذه السجادة . وأنت حين تربت على ظهر قطة ، فأنت تحك يدك فى فراء هذه القطة . وعندما تمشط شعرك ، فأنت تحك شعرك والمشط أحدهما فى الآخر . كما أن إطار سيارتك يحك الطريق المرصوف الذى يسير عليه .

وحين تدلك جسمين أحدهما فى الآخر ، ينشأ عن ذلك احتكاك . ولما كانت مثل هذه الشحنات التى سمعت عنها تنشأ نتيجة للاحتكاك ، فإنها تسمى غالباً الكهربائية الاحتكاكية . ولها اسم آخر هو الكهربائية الاستاتيكية .

وكلمة استاتيكية معناها « الساكتة » . وشحنات الكهربا غالباً ما تبقى ساكنة . ولكنك حين ترى شرارة استاتيكية ، لاتكون الشحنات ساكنة فى ذلك الوقت ، إنها تنتقل إلى مكان ما بسرعة فائقة .

والبنت فى الصورة التى فى صفحة ٤ تجرى تجارب على الكهربائية الأستاتيكية ؛ فقد دلكت مشطها بقطعة من الصوف . وهى لا تحصل بذلك على شرارة ، ولكنها تلتقط بمشطها قصاصات رقيقة جداً من الورق . وكل جسم يحمل شحنة كهربائية ، يستطيع أن

يلتقط قصاصات صغيرة من الورق أو الفلين .

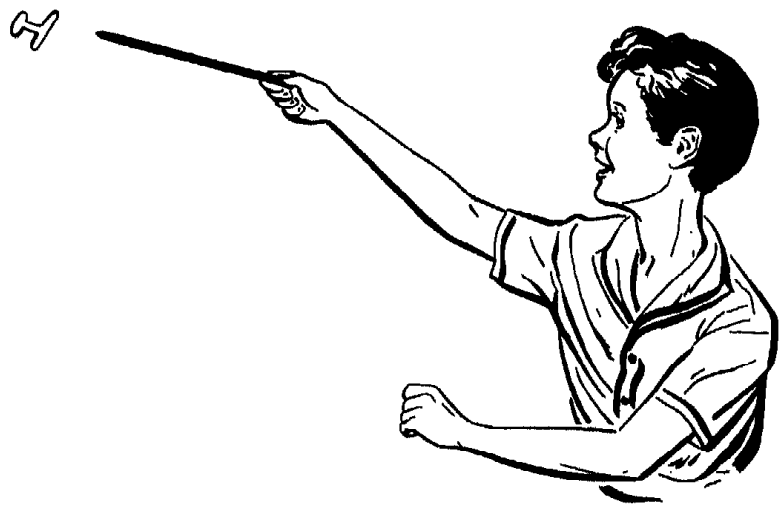
وبعد أن ترفع مشطها لحظة أو لحظتين ، تبدأ هذه القصاصات تنفر منه وتبعد ؛ لأنه حين تلتصق هذه القصاصات بالمشط ، تتسرب إليها شحنة كهربائية من هذا المشط ، ثم يدفعها المشط بعيداً عنه .

فأنت ترى أن المشط يجذب قصاصات الورق أولا . ويجذب معناها يشد . ثم إنه ينفرها منه . وينفر معناها يدفع أو يرد .

والولد الذى تراه فى أسفل هذه الصفحة ، يلهو بلعبة كهربائية استاتيكية . فالطائرة الصغيرة مصنوعة من الألمنيوم الرقيق . وهذا النوع من الألمنيوم خفيف الوزن جداً ، والقضيب الذى بيده مصنوع من مطاط .

لقد حك القضيب فى الفراء أولا ، ثم رفع هذا القضيب فى الهواء إلى أعلى ووضع الطائرة الصغيرة بالقرب من القضيب ثم تركها . فحدث أن القضيب جذب الطائرة ، ولكن لم تمض لحظة حتى قفزت الطائرة بعيداً عن القضيب . إنها قد شحنت أيضاً ، فالقضيب الآن يدفع الطائرة بعيداً عنه ، والولد يستطيع أن يجعلها تطير حيثما يريد .

وفى الصورة التى تراها على الصفحة التالية ترى البنت وهى تحك قطعة مستوية من الزجاج بقطعة من الحرير . وحك الزجاج يعطيه شحنة كهربائية فيتمكن بذلك من جعل هذه اللعب تقفز صوبه إلى أعلى . وحين تشحن هذه اللعب تسقط من تلقاء نفسها . وبعد أن تعود ثانية إلى المائدة تفقد شحنتها ، ثم تجذبها قطعة الزجاج مرة



أخرى . وتستمر اللعب تقفز إلى أعلى وإلى أسفل على التعاقب . والبنت فى صفحة ٧ تجرى تجارب بكرة صغيرة من البيلسان ، والبيلسان مادة رخوة طرية تستخرج من سيقان بعض أنواع النبات . وكرة البيلسان هذه مربوطة بخيط من حرير ، أما طرف الخيط الآخر فمربوط بقائم صغير من الحديد .

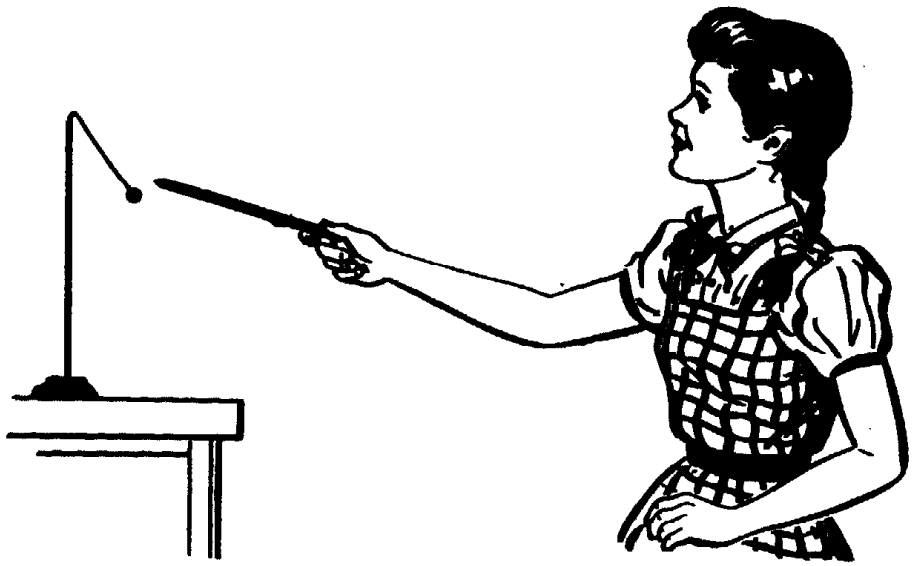
ومع البنت قضيب متين من المطاط . لقد دلكت البنت هذا القضيب بقطعة من الصوف ، فجذب القضيب كرة البيلسان إليه . وإذا هى أتاحت للكرة أن تلمس القضيب ، فإنها سوف تشحن ، ثم ينتج عن ذلك أن تنفر من القضيب لأنه سيدفعها بعيدا عنه . وإذا حدث أن لمست الكرة القائم الحديدى ، فإنها سوف تفقد شحنتها وتقفز إلى الخلف صوب القضيب .

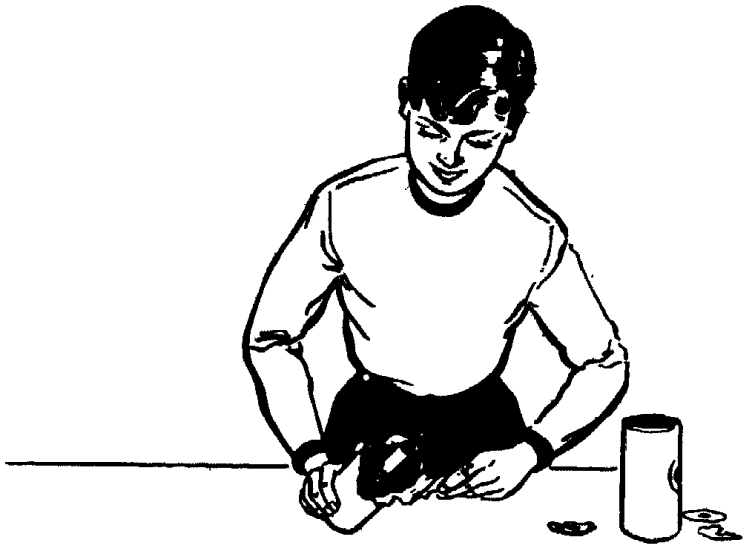
وليست الشحنات الكهربائية جميعها من نوع واحد ، وإنما هى نوعان : شحنة سالبة ، وأخرى موجبة . فعندما تدلك المطاط الجامد بالصوف ، فإن ذلك المطاط يشحن شحنة سالبة . وعندما تدلك الزجاج بالحرير ، فإن الزجاج يشحن شحنة موجبة . ويتنافر الجسمان المشحونان شحنة متشابهة بدون نظر إلى نوع هذه الشحنة . أما إذا كانت الشحنتان مختلفتين فإنهما يتجاذبان ، ومثلهما مثل المشط وقصاصات الورق التى لا تحمل شحنات على الإطلاق . وتنجح تجارب الكهربا الاستاتيكية نجاحاً كبيراً إذا كان الهواء جافًّا . أما إذا كان

الهواء رطباً فإن شحنات الكهربا تهرب فيه . ويكون الهواء أكثر جفافاً حين يكون الجو بارداً لا حاراً ، ولذا يحسن أن تجرى تجارب الكهربا الاستاتيكية فى يوم بارد صحو .

وقد تسبب الكهربا الاستاتيكية ضرراً وإزعاجاً. فحين يكون الجو بارداً، قد يلتصق الورق الذى تكتب عليه بذراعك ، وقد يقف شعر رأسك لأن كل شعرة منه تكون مشحونة بشحنة كهربائية من نوع واحد ، ومن ثم فهى تتنافر بعضها مع بعض . وقد تصيبك هزات رقيقة خفيفة لا تسرك حينما تلمس أجساماً مصنوعة من المعدن .

ولكن الشرارات الاستاتيكية تستطيع أن تسبب ضرراً أبلغ من هذه المضايقات . فالبرق مثلا قد يسبب ضرراً بليغاً . والشرارات الخفيفة تستطيع أيضاً أن تحدث هذا القدر الكبير من الضرر والأذى . وخرطوم المطاط يمكن أن يشحن حين يمر فيه بترول ، ويمكن أن تتولد منه شرارة وتشعل البترول الذى يمر فيه . وقد ينتج عن شرارة تحدثها إحدى طواحين الغلال انفجار ما حولها من التراب الذى فى الهواء . وكل من يشتغل فى مادة سريعة الاحتراق ينبغى أن يأخذ حذره دائماً ويقى نفسه من البرق الصغير .





الخلايا الكهربائية

إن الشرارة الكهربية لا تستطيع أن تجعل جرس بابك يدق ، كما لا تستطيع أن تنير لك بطارية اليد ، وليس فى قدرتها أن تسير قطارك الكهربى . فالواقع أن الاستاتيكية ليست ذات فائدة كبيرة ، إنما هو التيار الكهربى الذى نستفيد منه فى النواحى الكهربية المختلفة . والتيار الكهربى هو سيل من الكهرباء .

واستخدام الخلايا الكهربائية طريقة من الطرق التى نحصل بها على التيار الكهربائى ، وهى على أنواع عديدة مختلفة . وأشهر أنواعها وأكثرها ذيوعاً وانتشاراً هى الخلايا الجافة ، ويبين الرسم التوضيحى الأوسط على الصفحة المقابلة قطاعاً رأسيًّا لخلية جافة . وترى الولد فى أعلى هذه الصفحة وهو يفك أجزاء خلية جافة . فقد نزع غطاء « الكرتون » كما نزع أغطية المعدن والورق ، ثم قطع علبة الخارصين وأخرج بعض المزيج الكيماوى من داخلها . وقضيب الكربون الموجود فى وسطها واضح تماماً .

فالخلايا الجافة جافة من الخارج فقط ، ولكنها ليست كذلك من الداخل ، إذ أن المزيج الكيماوى مبتل ، ولو كان جافا لما أدت الخلايا وظيفتها ، أما غطاء الخلية فمهمته أن يحفظ هذا المزيج من أن يجف . ومعظم الخلايا الجافة لها غطاء من الشمع الأحمر بدلا من المعدن .

وعلى قمة قضيب الكربون يوجد قطب يمكن أن تثبت فيه أسلاك ، وهذا القطب للربط . وهناك قطب آخر مثبت فى طرف علبة الخارصين .

وقطب الخارصين كثيراً ما توضع عليه علامة الناقص (—) ، ومعنى هذا أنه « سالب » .

وقطب الكربون توضع عليه غالباً علامة الزائد (+) ، ومعنى هذا أنه « موجب ».

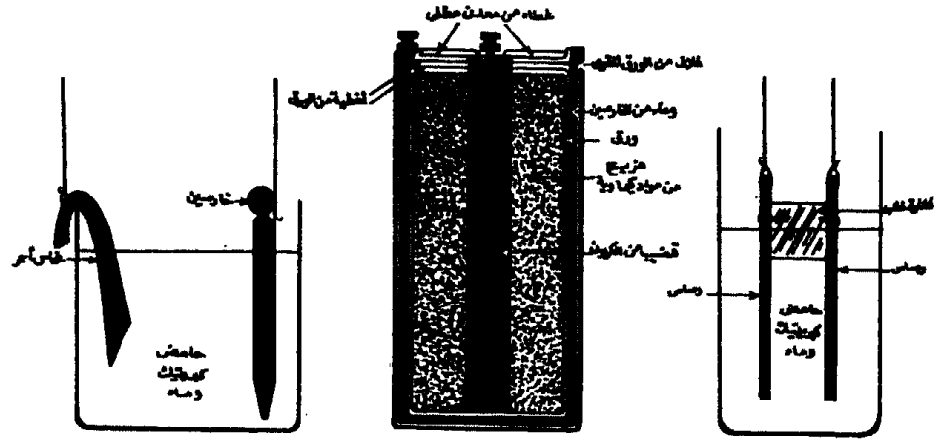
ولا ينساب التيار من الخلايا الجافة باستمرار ، فهو لا ينساب إلا إذا كان له طريق موصل من قطب إلى قطب آخر .

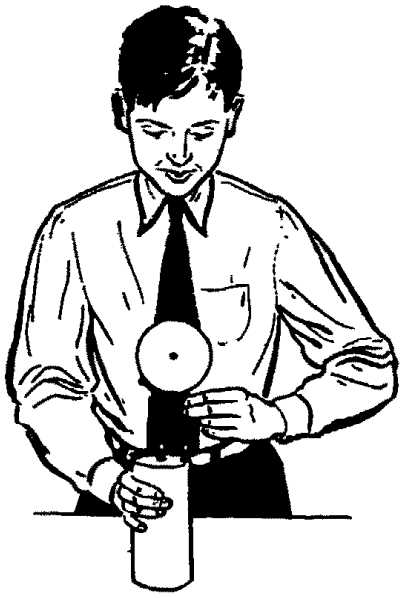
وفى كل خلية مادة كيماوية ، فيها خارصين أو مادة أخرى تحل محله . وفى كل خلية أيضاً كربون أو مادة تستطيع أن تؤدى عمل الكربون .

والرسم التوضيحى الأول فى هذه الصفحة يبين نوعاً من الخلايا غير الجافة (المبتلة) ، وفيها نحاس بدلا من الكربون . والمادة الكيماوية هنا حمض . ونحن لا نستخدم غالباً مثل هذه الخلايا ، ويسهل أن يدرك المرء السبب فى ذلك ، وهو أنه يصعب حملها .

ولا شك أنك سمعت كلمة « بطارية » . والبطارية عبارة عن خليتين أو أكثر متصل بعضها ببعض .

ولكل سيارة بطارية ثانوية (مركّم) فى داخلها . وهذا المركّم مكون من خلايا ثانوية (مراكم) . والرسم الأخير فى هذه الصفحة يبين بطارية ثانوية صغيرة ، وهى لا تمدنا بالتيار الكهربائى إلا إذا سرى فيها أولا تيار كهربائى فترة من الزمن . ومن ثم فإنها تعطى تياراً كأى خلية كهربائية .





الأجراس الكهربية

إن الجرس الكهربائى لا يرن إلا إذا سرى فيه تيار كهربائى . فى كل صورة من الصور المنشورة على هذه الصفحة ترى ولداً يرسل تياراً خلال جرسه فيرن .

وللجرس الكهربائى طرفان ، فى الصورة العليا ترى الولد يمسك هذين الطرفين ويربطهما بقطبى العمود . ومن ثم يسرى التيار فى الجرس من أحد قطبى العمود إلى القطب الآخر .

وفى الصورة الثانية أطال الولد طريق التيار ، إذ استخدم قطعتين من السلك ليوصل طرفى الجرس بقطبى العمود . ومن ثم ينساب تيار الكهرباء خلال أحد السلكين ثم خلال الجرس ، ثم يعود ثانية إلى العمود عن طريق السلك الآخر .

وليس من الضرورى أن ينزع الولد السلكين من الخلية إذا أراد أن يوقف رنين الجرس . وإذا نزع طرف أحد السلكين من القطب المربوط فيه ، فإن الجرس يتوقف عن الرنين . وإذا كانت هناك ثغرة فى طريق التيار — ولو كانت صغيرة — فإنه لا يسرى على الإطلاق .

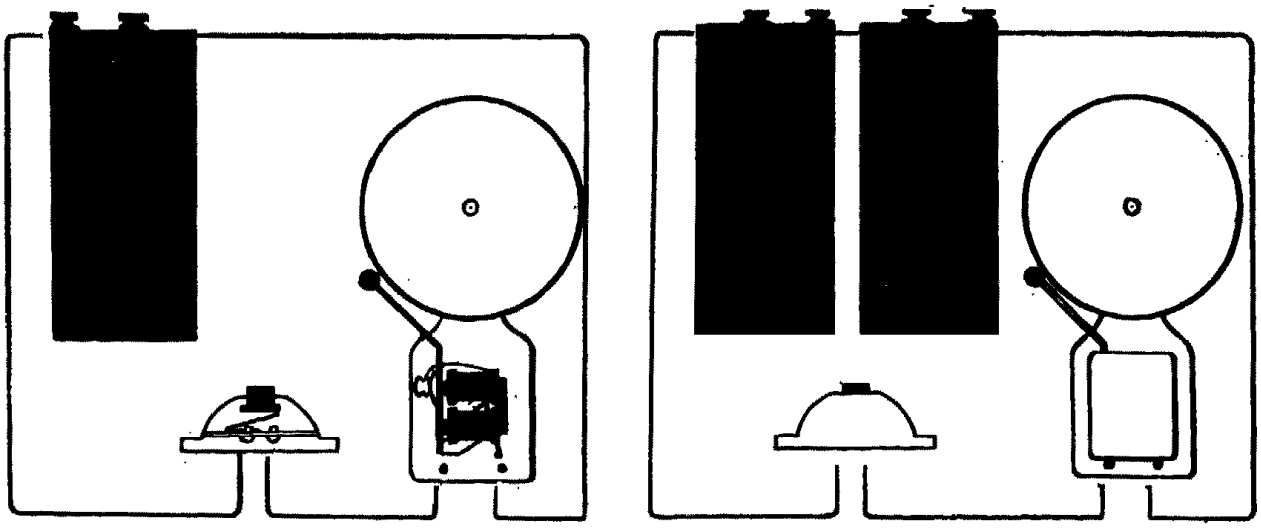
وترى الولد فى الصورة الثالثة يستخدم جرساً وخلية وزراً كهربائياً ، أى أنه يستعمل ثلاث قطع من السلك .

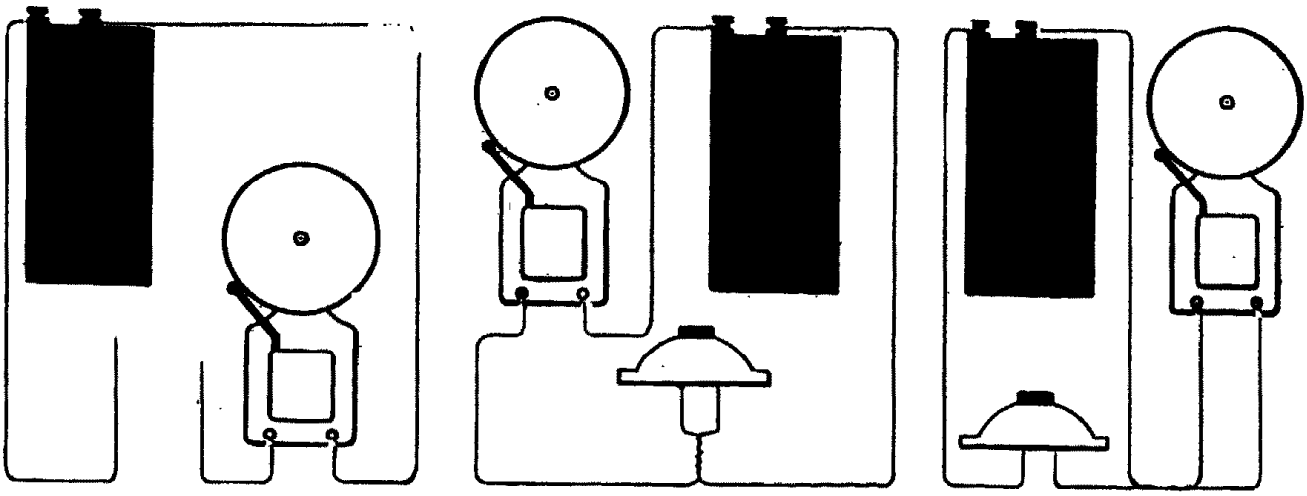
والرسم التوضيحى الأول على هذه الصفحة يساعدك على فهم الوسيلة التى توصل بها هذه الأجزاء الثلاثة ، وهى الجرس والخلية والزر ؛ ويوضح الرسم الجرس وقد نزع غطاؤه ، كما يبين أيضاً الزر الضاغط من الداخل . وهناك قطعة ملتوية من نحاس داخل هذا الزر . أما الأسلاك فهى مثبتة فى مسمارين لولبيين ، فإذا لم يضغط هذا الزر فإن التيار لا يستطيع أن يصل عبر الثغرة الواقعة بين المسمارين اللولبيين ، ولكن عند ضغط الزر تقفل هذه الثغرة ، إذ تضغط قطعة النحاس حتى تصل بين هذين المسمارين ، كأنها « كوبرى » بينهما . وعندما يتوقف هذا الضغط تعود قطعة النحاس ثانية إلى وضعها الأول .

ويسمى الطريق الذى يتبعه التيار الكهربائى باسم « الدائرة » . وحين لا تكون هناك ثغرة فى هذا الطريق نقول إن الدائرة كاملة ، أما إذا كانت هناك ثغرة فى أى مكان فى هذا الممر (الطريق) فإننا نقول حينئذ إن الدائرة انقطعت . وفى الرسم التوضيحى على صفحة ١٢ يمكنك أن تتبين انقطاع الدائرة بوضوح .

والآن وقد عرفت عمل الزر الضاغط يمكنك أن تدرك أن هناك انقطاعاً فى كل دائرة من الدوائر الموضحة على هذه الصفحة ، وأن الثغرة تقع عند الزر الضاغط . ولكن ضغط هذا الزر يتم الدائرة .

وإذا لم تستطع خلية واحدة أن تجعل الجرس يرن رنيناً عالياً ، أمكن استخدام خلايا كثيرة . وهناك طريقة صحيحة ، كما أن هناك وسيلة خاطئة لتوصيلها . والرسم الثانى الموضح على هذه الصفحة يبين لك الطريقة الصحيحة ، حيث ينبغى أن يتصل قطب





موجب بقطب سالب .

افرض أن ليس لديك أسلاك . فهل يمكنك أن تستخدم خيطاً لتوصل خلية وجرساً وزرًّا ضاغطاً بعضها ببعض ؟ لا ، إنك لا تستطيع ذلك ، فالكهرباء تسرى فى سهولة ويسر خلال بعض المواد ، بينما لا تسرى بسهولة فى أجسام أخرى . وتسمى الأجسام التى تسرى خلالها الكهرباء بسهولة « موصلة جيدة للكهرباء » ، أما الأجسام التى لا تسرى خلالها فى سهولة ويسر فتسمى « رديئة التوصيل » . والخيوط لاتصنع من مادة جيدة التوصيل للكهرباء ، ومن ثم فإنها لا تكون ممرًّا صالحاً لتيار كهربائى .

أما الأسلاك فإنها مصنوعة من معدن . والمعادن جميعاً جيدة التوصيل للكهرباء وإن كانت تتفاوت فى قابليتها للتوصيل .

فالفضة خير المعادن توصيلا للكهرباء ، ولكنها تكلفنا كثيراً إذا صنعنا منها الأسلاك . ويليها فى ذلك النحاس وهو يستخدم كثيراً .

وتغطى أكثر الأسلاك التى نستخدمها بمادة رديئة التوصيل . وعملية التغطية هذه تشبه إنشاء الأسوار حول حلبة السباق . فهذه الأسوار تحفظ الخيل دائماً فى هذا الممر فلا تتعداه ، والتغليف يحفظ التيار ويبقى سريانه كاملا فى ممره فلا يخرج عن دائرته إذا لامس سلكاً آخر .

ويسمى السلك الذى يغلف بمادة رديئة التوصيل « سلكاً معزولا » ، ويستخدم غالباً القطن والحرير والمطاط والميناء لعزل الأسلاك . ونحن حين نعمل توصيلات بسلك معزول ، ينبغى أن تعرى أطراف هذا السلك المعزول أولا .

ويتبع التيار أيسر الطرق . افرض أن لديك دائرة أسلاكها غير معزولة . إنها إذا تلامست سمحت للتيار أن يسير فى طريق أقصر وأسهل من الطريق المفروض عليه أن يسير فيه ، ومن ثم يكون هناك قصراً فى الدائرة .

ويوضح الرسمان الثانى والثالث فى صفحة ١٢ دائرتين بهما قصر . والسلك فى كل من هاتين الدائرتين سلك عار غير مغلف . وحيث تلف هذه الأسلاك بعضها حول بعض ، يسرى التيار من أحدها إلى الآخر .

ويبين الرسم التوضيحى الأوسط كيف يختصر التيار الطريق فيعود إلى الخلية دون أن يصل إلى الزر الضاغط . وفى هذه الحالة يستمر رنين الجرس . أما فى الرسم الثالث فالجرس لا يرن على الإطلاق ، لأن التيار يختصر الطريق ويعود إلى العمود دون أن يصل إلى الجرس .

وترى على هذه الصفحة زرًّا ضاغطاً على كل باب من أبواب بيت الدمى . فإذا ضغط الزر عند الباب الخارجى رن الجرس ، وإذا ضغط الزر عند الباب الخلفى سمعت أزيزاً . والأزيز يصدر من جرس خاص .

عليك أن تلاحظ أيضاً أن هناك خلية واحدة ودائرتين ، ولكن الخلية نفسها موجودة فى كل منهما . هل تستطيع أن تتبع كلا منهما ؟

بطاريات اليد

هذه البطاريات عظيمة الفائدة ، فهى تساعدنا فى الكشف عن طريقنا فى الظلام ، كما تساعدنا فى البحث عن أشياء تدحرجت تحت الأثاث أو فى أركان مظلمة . ولعلك حصلت مرة على واحدة من هذه البطاريات .

وسوف يساعدك الرسمان التوضيحيان فى الصفحة التالية على فهم الطريقة التى تعمل بها هذه البطارية . فالرسم الأول يوضح دائرة كهربائية بها المصباح والمفتاح وخليتان. والرسم الثانى يوضح التركيب الداخلى لبطارية اليد ، وفيها أيضاً دائرة كهربائية تحتوى على خليتين ومصباح كهربائى ومفتاح .

ومصباح هذه البطارية عبارة عن مصباح كهربائى دقيق ، يضىء عندما يسرى فيه تيار كهربائى قوى مناسب .

والمفتاح يكمل الدائرة أو يقفلها تماماً كما يفعل الزر الضاغط . والمفتاح فى الرسم التوضيحى الأول له ذراع من نحاس يمكن تحريكها إلى أعلى وإلى أسفل . وتؤدى هذه الذراع وظيفة « الكوبرى » ؛ فعندما تكون إلى أسفل ، يكون المفتاح مغلقاً ، وتستطيع الكهرباء أن تنتقل خلاله . وعندما يكون المفتاح إلى أعلى نقول إن المفتاح (السوتش)

مفتوح ، وبذلك لا يستطيع التيار أن ينتقل خلاله ، لأن قاعدة (السوتش) أو المفتاح مصنوعة من موصل ردىء جداً للكهرباء .

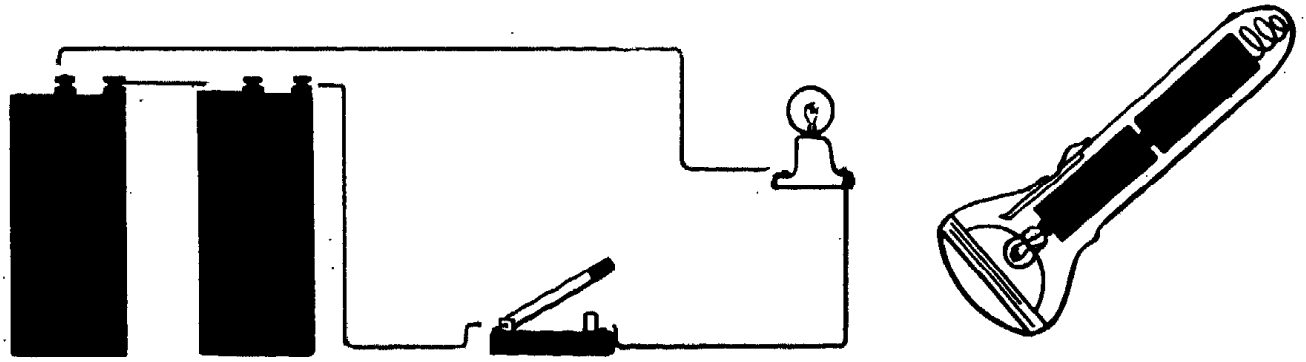
ومن السهل أن نتتبع مجرى التيار فى الرسم التوضيحى الأول . فعندما يكون المفتاح مغلقاً ، يسرى التيار فى الأسلاك من الأعمدة إلى المصباح الصغير والمفتاح ، ومن ثم يعود ثانية إلى الأعمدة .

وليس من السهل أن نتتبع مجرى التيار فى بطارية اليد ، إذ أن المصباح فى وسط وعاء صغير من المعدن . ويوضع المفتاح فى جانب من جوانب الغلاف ، فعندما يغلق المفتاح ، يلمس الوعاء المعدنى ، وتملأ الخلايا معظم فراغ الغلاف . وهناك قطعة من الزنبرك تضغطها بحيث يلمس الخلية العلوى قاع المصباح . لاحظ أن ليس هناك أسلاك إطلاقاً لتوصل المفتاح والخلايا بالمصباح . والآن دعنا نتتبع مجرى التيار عندما يقفل المفتاح وسوف نبدأ بالخلية السفلية. إن الجزء العلوى لعمود الكربون الخاص بهذه الخلية يلمس قاع إناء الخارصين للخلية التالية ، فأنت ترى أنه لا حاجة هناك لأسلاك توصل العمودين .

أما عمود الكربون فى الخلية الثانية فإنه يلمس قاع المصباح فينساب التيار من الخلايا إلى المصباح ، ومنه يسرى خلال الأنبوبة المعدنية والمفتاح إلى الغلاف المعدنى ، ثم ينتقل إلى الزنبرك ، ومن ثم يسرى خلال الزنبرك إلى العمود السفلى . ألا ترى أن هناك دائرة كاملة ؟

وليست بطاريات اليد كلها متشابهة تماماً ، ولكنك إذا استطعت أن تتتبع مجرى التيار فى الرسم التوضيحى ، فسوف يسهل عليك أن تدرك عمل البطاريات الأخرى .

والدوائر التى على هذه الصفحة تشبه إلى حد كبير دوائر الأجراس الكهربائية التى قرأت عنها . ولدى كل منها ما يمدها بالتيار الكهربائى . وما يستخدم هذا التيار وينتفع به . كما أن لكل منها طريقة خاصة تفتح بها الدائرة وتقفلها .



المغناطيس الكهربائى

يحتمل أنك لعبت بمغناطيس صغير . فإذا كان الأمر كذلك ، فأنت تعلم أن المغناطيس يلتقط المواد المصنوعة من الحديد أو الصلب . ولكن ، هل تعلم أن بعض أنواع المغناطيس يلتقط بعض الأجسام ثم يعيدها ثانية ؟

ويسمى هذا النوع من المغناطيس ، أى المغناطيس الذى يلتقط الأجسام ثم يلقى بها ثانية « المغناطيس الكهربائى » .

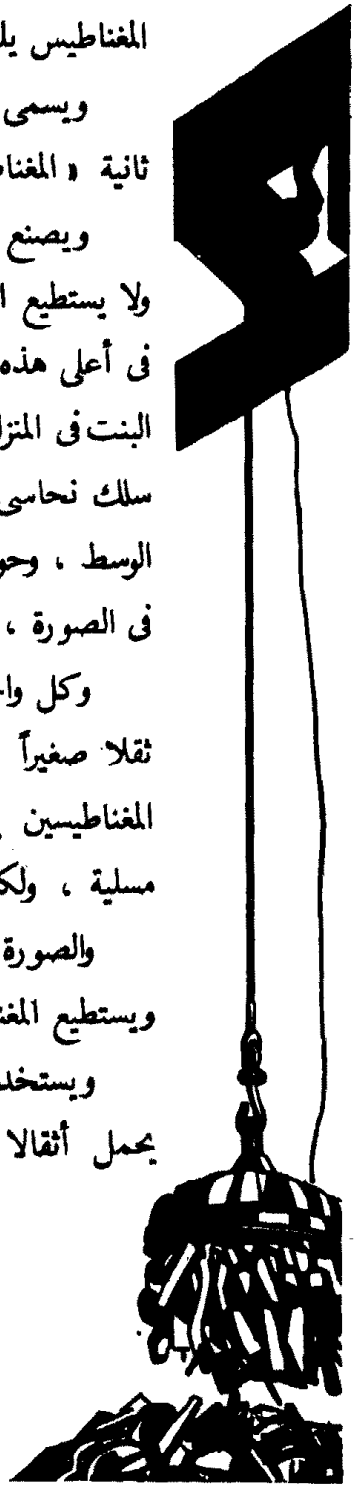
ويصنع المغناطيس الكهربائى من قطعة من الحديد حولها لفات عديدة من الأسلاك . ولا يستطيع المغناطيس الكهربائى أن يلتقط شيئاً ما لم يسر فيه تيار كهربائى . وأنت ترى فى أعلى هذه الصورة بنتاً وولداً يلعبان بمغناطيس كهربائى صغير . وقد صنع مغناطيس البنت فى المنزل ، وهو عبارة عن مسمار « قلاووظ » من الحديد ، حوله عدة أمتار من سلك نحاسى معزول . أما مغناطيس الولد فقد صنع فى مصنع ، وله قائم من الحديد فى الوسط ، وحوله عدة أمتار من السلك المعزول أيضاً ، ولكنك لا تستطيع أن ترى السلك فى الصورة ، لأن غلافاً من الحديد يحجبه عنك .

وكل واحد من هذين المغناطيسين فى دائرة بها خلية جافة ومفتاح ، ويحمل كل منهما ثقلا صغيراً من الحديد . لاحظ أن المفاتيح مغلقة . فإذا فتحتها فإن كلا من هذين المغناطيسين يلقى بحمله ويتخلص منه . والمغناطيس الكهربائى يمكن أن يتخذ لعبة مسلية ، ولكنه عظيم الفائدة أيضاً .

والصورة التى فى هذه الصفحة تبين مغناطيساً كهربيا كبيراً وهو يرفع ثقلا من الحديد . ويستطيع المغناطيس أن يحمل هذا الثقل إلى مكان آخر ، ثم يسقطه .

ويستخدم مثل هذا المغناطيس الكهربائى فى المصانع ، ويستطيع بعضها أن يحمل أثقالا زنتها عدة أطنان . وتستخدم الأنواع الصغيرة منها فى المصانع أيضاً .

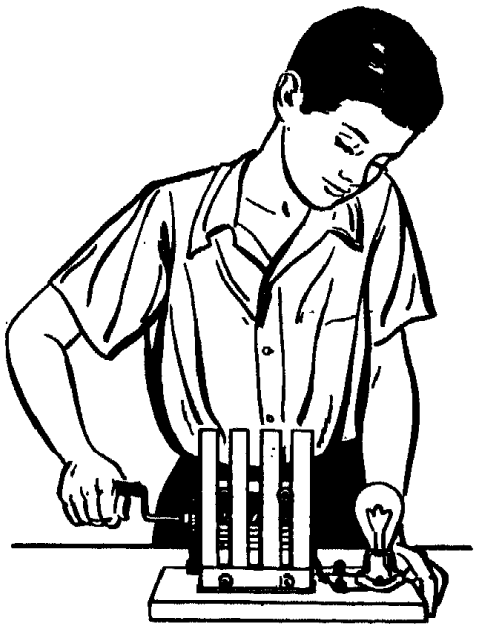
فى مصانع إبر الخياطة يجمع المغناطيس الكهربائى قطع الصلب التى تسقط على الأرض . وفى طواحين الغلال تستخدم



فى التقاط قطع الحديد التى فى الحبوب ، وفوق ذلك يعتبر المغناطيس الكهربائى جزءاً هاماً فى كثير من الآلات التى تدار بالكهرباء . انظر ثانية إلى الجرس فى الرسم التوضيحى المبين على صفحة ١١ ، هل ترى فيه المغناطيس الكهربائى؟ إنه الجزء الذى يجذب لسان الجرس. وسوف ينبئك هذا الكتاب عن أشياء أخرى عديدة تستعمل فيها المغناطيسيات الكهربائية .

افرض أن الولد والبنت فى الصورة التى أمامك أعلى الصفحة ، أرادا أن يزيدا فى قوة المغناطيس الذى لديهما . فما عليهما إذن إلا أن يضعا عددًا أكبر من الخلايا الجافة فى الدوائر ، ولكن عليهما أن يحذرا من استخدام عدد أكثر من اللازم ، إذ يحدث فى هذه الحالة أن تسخن أسلاك المغناطيس لدرجة يصعب معها لمسها .

قد تعجب أن يلف مثل هذا المغناطيس الصغير الذى تستخدمه البنت بمثل هذه الكمية الضخمة من الأسلاك المعزولة . فلو أنها استخدمت سلكاً صغيراً ، فإن الحديد يسخن بسرعة . وزيادة على ذلك فلن تكون للمغناطيس القوة نفسها . والمغناطيس الذى تراه فى هذه الصفحة تستخدم فيه عدة أرطال من السلك .



الكهرباء التى نستخدمها فى شوارعنا ومبانينا

قد يتطلب استخدام المغناطيس المنشورة صورته فى صفحة ١٧ مئات الخلايا ، ومع ذلك فإن هذه الخلايا سرعان ما يصيبها الضعف والوهن . ولن تجد إنساناً يستخدم مغناطيساً كهربائياً ضخماً إذا كانت الخلايا هى الوسيلة الوحيدة التى يحصل بها على تيارات كهربائية . فالتيار اللازم لكل مغناطيس كهربائى كبير ينتج من المولد الكهربائى .

والتيار الذى يأتى إلى منازلنا وإلى غيرها من المبانى الأخرى يأتى أيضاً من المولدات الكهربائية . وكذلك يأتى التيار للإضاءة ، وعلامات المرور « والأوتوبيسات » . وتوجد المولدات فى محطات توليد القوى الكهربائية .

ويستخدم الشاب الذى فى هذه الصفحة مولدا صغيراً ، لا يشبه الخلية بحال من الأحوال . وهذا المولد مكون من أربع قطع من المغناطيس على شكل الحرف (U) ومن ملف من السلك . ويسمى طرفا المغناطيس « القطبين » . ويوجد ملف السلك فى المولد الكهربائى بين هذين القطبين .

لاحظ أن الشاب يدير مقبضاً . وبإدارة هذا المقبض يدور ملف السلك حول نفسه بين قطبى المغناطيس . فإذا دار هذا المقبض بسرعة كافية فإن المولد الكهربائى

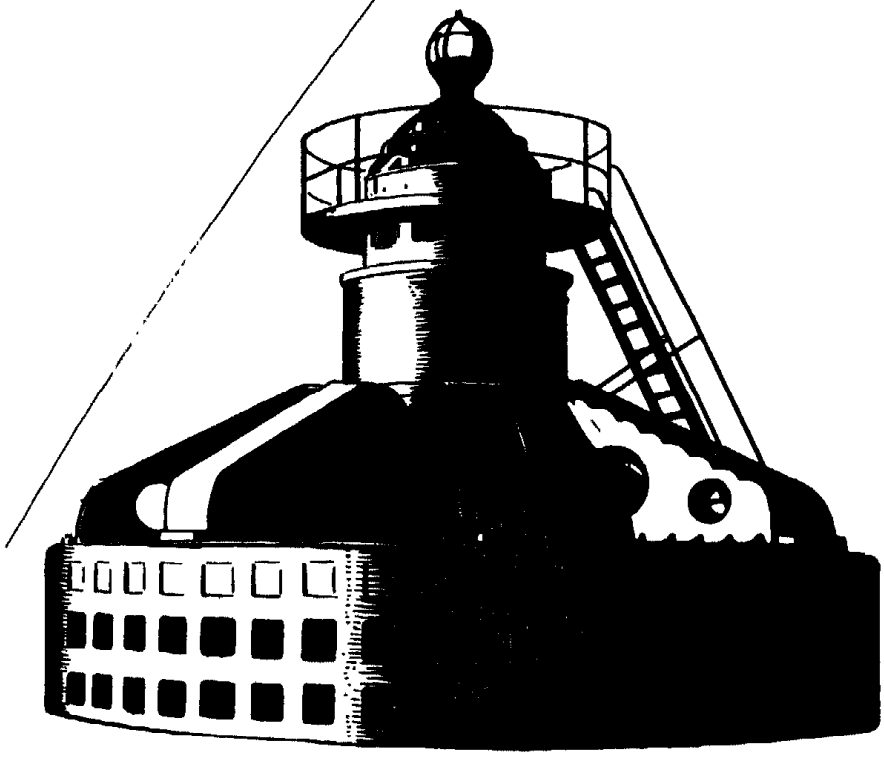
يعطينا تياراً يكفى لإنارة المصباح الكهربائى .

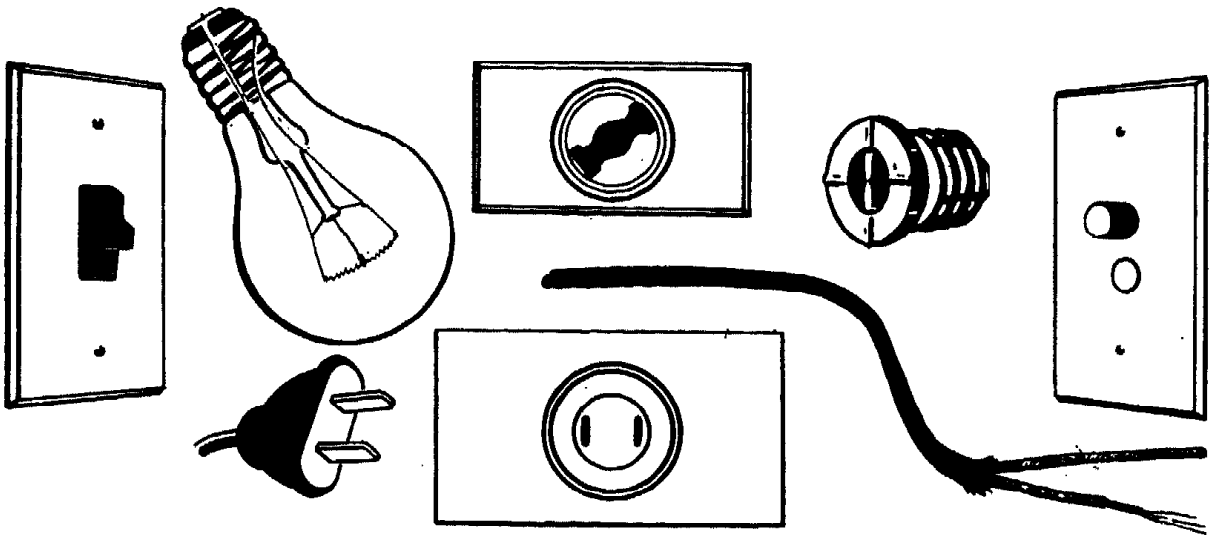
والمولدات الكهربائية فى محطات توليد القوى الكهربائية أكبر بكثير جداً من ذلك المولد الذى يستخدمه هذا الشاب ، ولكنها أيضاً مصنوعة من مغناطيس وملف سلك ، كما تصنع المولدات الصغيرة سواء بسواء . والمغناطيس الذى فيها عبارة عن مجموعة مغناطيسية كهربائية ضخمة .

وفى المولدات الكهربائية الكبرى تدار ملفات السلك ، أو تدار مجموعة المغناطيس . وينبغى أن يدور أحدهما ، سواء أكان المغناطيس أم الملف ، وإلا فسوف لا ينبعث تيار كهربائى فى المولد ، وهذه المولدات لا تديرها الأيدى . فالآلات البخارية تدير عدداً كبيراً من المولدات ، وعجلات مساقط المياه تدير عدداً كبيراً هى الأخرى .

والصورة المنشورة على هذه الصفحة تبين مولداً ضخماً ، ومثل هذا المولد تديره عجلات المياه . وإنك لتجد مثل هذه المولدات فى محطات توليد القوى الكهربائية عند مساقط المياه وعند السدود الضخمة .

والتيار الذى ينبعث من الخلايا يسرى دائماً فى اتجاه واحد ، ويسمى هذا « التيار المستمر » . وقد يكون التيار الذى ينبعث من مولد كهربائى تياراً مستمرًا . وقد يكون تياراً





متردداً بدلا من التيار المستمر . والتيار المتردد يسرى إلى الخلف وإلى الأمام . وأنت حين تشترى لبيتك أدوات كهربائية ينبغى أن تعرف نوع التيار الذى تستخدمه .

أتعرف هذه الأشياء المنشورة صورها على هذه الصفحة ؟ إن أحدها مصباح كهربائى تستطيع أن تعرفه بسهولة . وهناك مفاتيح كهربائية تثبت فى الحائط ، واحد منها فى أقصى اليمين ، والثانى فى أقصى اليسار ، والثالث فى وسط الصورة إلى أعلى .

وتبين إحدى الصور جزءاً من حبل كهربائى ، وفى داخل كل حبل كهربائى سلكان معزولان عزلا تاماً . وترى أسفل السلك بريزة حائط يتصل بها سلكان من خلفها خلال الحائط . وترى أسفل المصباح « فيشة » تركب فى نهاية الحبل الكهربى ، وعملية إدخال هذه الفيشة فى بريزة الحائط كفيل بتوصيل السلكين فى الحبل الكهربائى بالسلكين اللذين يتصلان بهذه البريزة . وهناك منصهر « كوبس » تراه فوق منتصف الحبل الكهربائى . وهذه المنصهرات تساعدنا فى الوقاية من الحريق . وكل دائرة كهربية فى منازلنا لها منصهر يوضع فى مكان منها .

وكل « منصهر » يحتوى على قطعة صغيرة رقيقة من معدن سهل الانصهار ، فإذا فرضت وجود قصر فى الدائرة فى منزلك ، فإنه قد يسمح لتيار أقوى من التيار العادى أن يسرى فى الأسلاك ، وبذلك تسخن هذه الأسلاك ، ومن ثم تسخن هذه القطعة الصغيرة من المعدن فى المنصهر ، ثم تنصهر فتقطع الدائرة وبذلك تمنع الأسلاك من الاشتعال وإحداث الحريق فى المنزل .

الأنوار الكهربائية

لنفرض أنك اضطررت أن تعيش على النحو الذى كان يعيش عليه أجدادك منذ مائة سنة . فلا شك أن الأنوار الكهربائية ستكون من المزايا التى تفقدها ، وهذه الأنوار الكهربائية هى التى تضىء شوارعنا ومبانينا فى الليل إضاءة تشبه ضوء النهار تقريباً . وهى بذلك تحول ساعات الظلام إلى ساعات للعمل واللعب .

ومنذ مائة سنة كان للناس وسائلهم الخاصة لإنارة شوارعهم ومبانيهم ، منها الشمع ومصباح الزيت ومصباح الغاز . ويصعب علينا نحن أن نعود الآن إلى هذه الوسائل من الإضاءة ، إذ أن استخدام المصباح الكهربائى أسهل منها بكثير ، واستخدام مصباح الكهرباء أكثر أمناً . فالشمع والزيت والغاز ينبغى أن تحترق لتعطى ضوءاً ، ويصحب احتراقها لهب يسبب إحراق أشياء أخرى بسهولة . أما فى المصباح الكهربائى فلا شىء يحترق .

وهناك سلك دقيق جداً داخل المصباح الكهربائى يسخن بدرجة مرتفعة إذا سرى فيه تيار كهربى شديد ، إنه يسخن لدرجة أنه يشع ضوءاً ، وهذا السلك مصنوع من معدن خاص يسمى تنجستن .

ويفرّغ الهواء من مصباح الكهرباء. وقد يتخلف فيه فراغ ما، والفراغ هو مساحة فارغة، وقد يملأ المصباح بغاز لا يحترق. وسلك التنجستن لا يعيش طويلا إذا وجد حوله هواء.

والرسوم التوضيحية المنشورة على هذه الصفحة تبين دائرتان من دوائر أضواء شجرة عيد الميلاد. ففى الدائرة التى فى أسفل الصورة، تنطفئ المصابيح كلها إذا انطفأ منها مصباح واحد. افرض أن سلك التنجستن فى أحد هذه المصابيح قد انقطع، إذن سيكون هناك قطع فى الدائرة ولا يستطيع أى تيار أن يسرى خلال أى مصباح من هذه المصابيح. ونحن حين نوصل المصابيح بهذه الطريقة نقول إننا قد وصلناها على التوالى. وفى الدائرة التى على جانب هذه الصفحة يمكن أن ينطفئ مصباح واحد دون أن تنطفئ باقى المصابيح. إذ أن التيار يستمر ساريا خلال المصابيح الأخرى، وهذه المصابيح متصلة بعضها ببعض على التوازى.

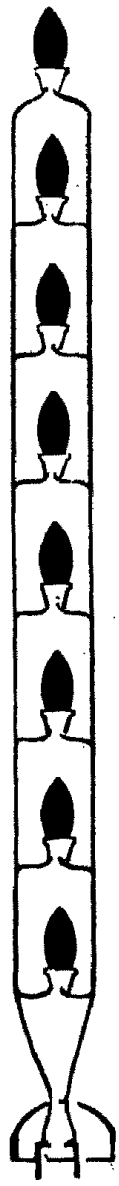
ومصابيح الكهرباء العادية فى مبانينا موصلة على التوازى. والأسلاك مخبأة فى الحوائط، والدائرة الواحدة تشمل عدة مصابيح، ويمكن أن يطفأ مصباح واحد منها دون أن يسبب ذلك إطفاء باقى المصابيح.

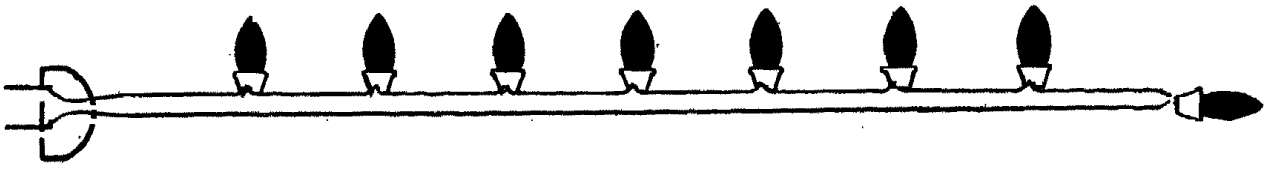
وبعض إشارات المرور فى شوارعنا مصابيح صغيرة، والبعض الآخر أنابيب طويلة. وينبعث من معظم هذه الأنابيب أضواء ملونة.

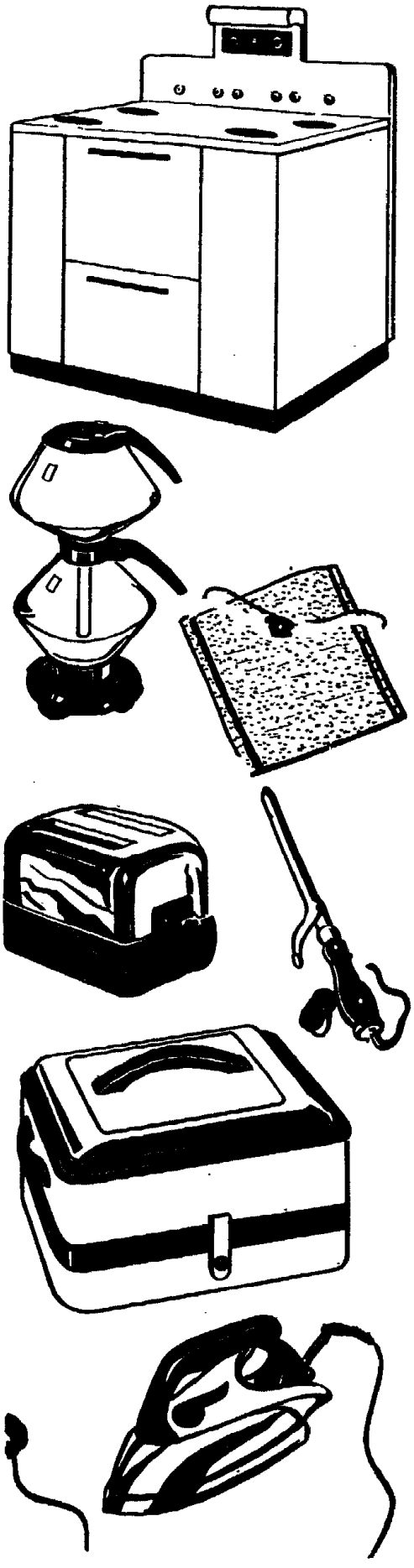
ولا توجد أسلاك فى هذه الأنابيب، وقد استبدل بها غاز يملؤها. فحين يسرى التيار خلال أنبوبة منها فإنه يضيء هذا الغاز.

ويعطى كل غاز لوناً خاصًّا مميزًا. وغاز « النيون » هو الغاز الشائع الاستعمال، وهو يعطى لوناً أحمر قانياً.

وقد يكون لديك فى منزلك بعض مصابيح « الفلورسنت الكهربائية الحديثة »، وهذه المصابيح أنابيب مستقيمة، مطلية من داخلها بطلاء زاه يتوهج حين يسرى فى الأنابيب تيار كهربائى. وقد تصبح معظم أنوارنا الكهربائية فى القريب مصابيح من هذا النوع.







حرارة بلا نار

لقد استخدم الإنسان النار للطهو منذ آلاف السنين ، وحتى سكان الكهوف عرفوا كيف يطهون طعامهم فوق نار يوقدونها . ولكن الطهو دون استخدام النيران شيء جديد . والطهو دون استعمال النار معناه الطهو بالكهرباء .

والصورة العليا فى هذه الصفحة تبين موقداً كهربائياً . والموقد الكهربائى لا يشبه المصباح الكهربائى . ولكنه يؤدى وظيفته بنفس الطريقة التى يؤدى بها هذا المصباح عمله . فى هذا الفرن توجد أسلاك تسخن تماماً كالأسلاك التى تسخن فى مصباح الإضاءة الكهربائى . وهذه الأسلاك وإن كانت لا تسخن بالدرجة التى تسخن بها أسلاك هذا المصباح . إلا أنها تسخن بدرجة تعطينا مقداراً كبيراً من الحرارة .

وتبين الصور الأخرى على هذه الصفحة طرقاً أخرى لاستخدام الكهرباء فى الحصول على الحرارة . فهل تستطيع أن تجد فى هذه الصور المكواة الكهربائية ، والوسادة الحرارية ، والفرن . ومحمصة الخبز ، وجهاز إعداد القهوة ، ومكواة الشعر ومجعدته ؟ إن فى كل جهاز من هذه الأجهزة الكهربائية أسلاكاً تسخن بدرجة عالية حين يسرى فيها تيار كهربى . ولكن الأسلاك فى

معظم هذه الأجهزة محجوبة لا تراها أنت . ويبين الرسم التوضيحى على الصفحة التالية الأسلاك فى المكواة الكهربائية وأسلاكها مخبأة فيها . افرض أنك تريد استخدام هذه المكواة ، فأنت تضع « الفيشة » التى فى طرف الحبل فى « بريزة » الحائط . يسرى التيار فى أسلاك المكواة فسرعان ما تسخن . وما أسرع هذه الطريقة لتسخين المكواة ! !

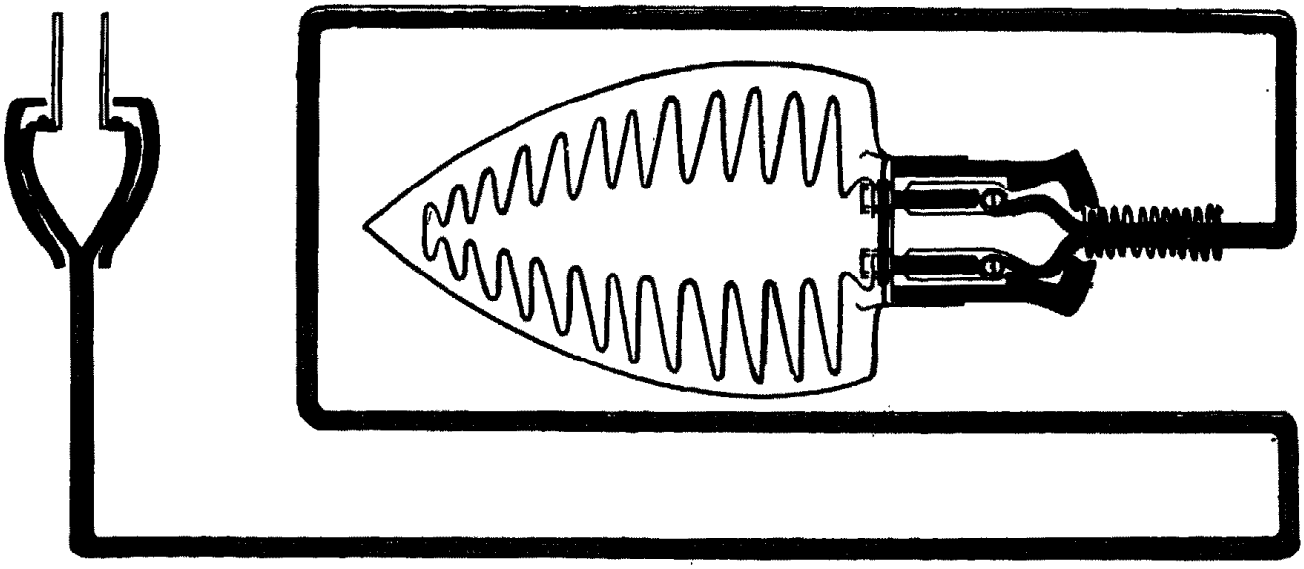
وتريك الصورة المنشورة على صفحة ٢٣ الطرق التى تستخدم فيها الكهرباء للحصول على الحرارة فى بيوتنا . كما تستخدم أيضاً فى المصانع للحصول على الحرارة اللازمة .

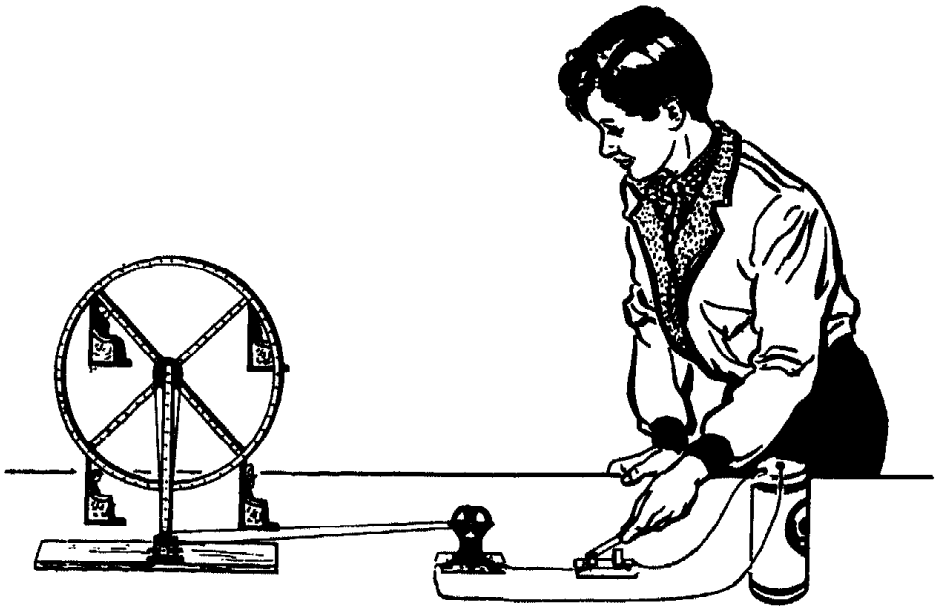
وربما سمعت عن اللحام بالكهرباء . إننا نستخدم الكهرباء فى عمل هذا النوع من اللحام فنذيب قطعتين من المعدن معاً « ليصبحا قطعة واحدة » .

ويستعمل كثير من المصانع الأفران الكهربائية ، وقد تصل درجة الحرارة فى الفرن الكهربائى إلى نحو ٤٠٠٠ م° تقريباً . ويمكنك أن تدرك معنى هذا الرقم ، ودرجة الحرارة التى يمثلها إذا علمت أن الماء يغلى عند درجة ١٠٠° مئوية .

وتستعمل بعض الأفران الكهربائية فى صهر المعادن ، كما يستعمل بعضها فى صناعة الصلب أو الزجاج الذى يقاوم الحرارة مقاومة فعالة شديدة . وحتى الماس يمكن صناعته فى الأفران الكهربائية. فنحن نحصل على الماس بالتعدين واستخراجه من باطن الأرض .

ونحن لا نستطيع بطبيعة الحال أن نستخدم المواقد والأفران الكهربائية ومحمصات الخبز إذا استمد كل منها التيار اللازم له من الخلايا . فالكهرباء لم تستخدم فى الحصول على الحرارة العالية إلا بعد اختراع المولدات الكهربائية .





خادم مارد

تخيل أنك تعيش فى مدينة من مدن السحر حيث يكون تحت إمرتك خادم مارد من الجن ، وأنك لا ترى هذا الخادم ، ولكنه يؤدى لك خدمات عديدة . فهو يحملك خلال الشوارع والطرق، ويذهب بك إلى حيث تريد أن تذهب. إنه يحملك إلى أعلى المبانى الشاهقة . إنه يروح عنك بمروحة حين تستشعر حرارة الجو ، ويحفظ لك طعامك بارداً . إنه يغسل ملابسك، وينظف بيتك، وينشر لك الخشب . إنه يصنع لك القشدة ،ويخلط لك الخبز. إنه يخبرك عن الوقت . ألا يكون احتفاظك بخادم كهذا من الأشياء التى ترفه عنك :

إنك فعلا تملك مثل هذا الخادم ، وهذا الخادم هو الكهرباء . إنه يستطيع أن يؤدى لك كل هذه الخدمات التى تتخيل أن هذا المارد يؤديها لك .

والكهرباء تؤدى وظائفها بإدارة المحركات الكهربائية، وهذه المحركات تدفع آلات أخرى لتعمل وتشتغل .

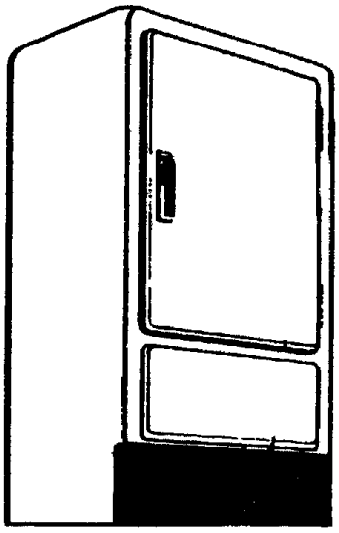
وقد يكون لديك فى بيتك تلك الأجهزة والآلات الموضحة فى الصورة المنشورة على صفحة ٢٦ ، وفى كل من هذه الأجهزة محركات كهربائية . وبالمثل توجد المحركات نفسها فى آلات الخياطة والخلاط الكهربائى . ويستعمل الولد الذى تراه فى الصورة التى فى

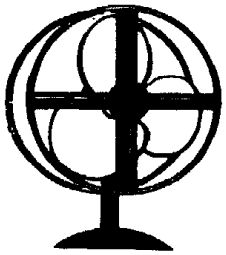
أعلى هذه الصحيفة لعبة تمثل محركاً كهربائياً . وهو يستخدم هذا المحرك فى إدارة لعبة على شكل عجلة « فيرس » .

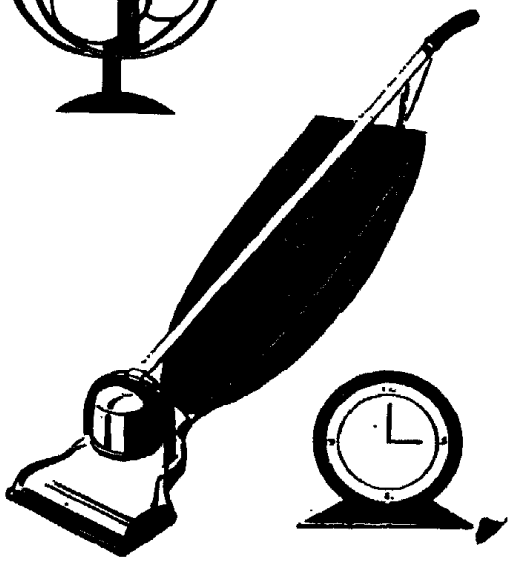
والمحرك كما ترى فى دائرة كهربائية لها مفتاح وبطارية جافة . وهناك سير من خيط يلف حول عجلة صغيرة فى هذا المحرك . وهذا السير يلف أيضاً حول عجلة واحدة من مجموعة عجلات فى أسفل عجلة فيرس . كما أن هناك أيضاً سيراً آخر من خيط يوصل عجلة أخرى من عجلات هذه المجموعة بعجلة فيرس نفسها .

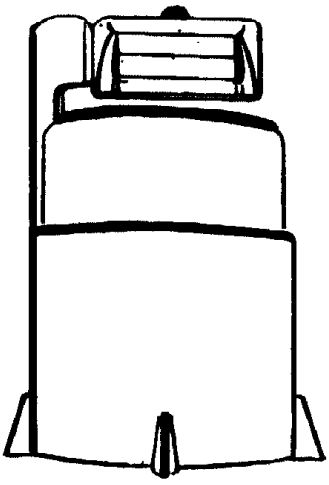
فعندما يقفل الولد المفتاح يدور المحرك ، ثم يبدأ هذان السيران الدوران ؛ ومن ثم تدور عجلة فيرس . وإذا أراد الولد أن تدور عجلة فيرس أسرع من ذلك فإنه يستطيع أن يستخدم بطاريتين جافتين . وفى داخل المحرك الصغير الذى تراه أنت فى هذه الصورة مغناطيسان كهربيان يظل أحدهما دائماً ساكناً لا يعمل . وعندما يسرى تيار خلال المحرك فإن هذا المغناطيس يلاحق الآخر فى دورانه . وليست كل المحركات شبيهة بهذا المحرك ، إلا أنها تشترك جميعاً فى شىء واحد ، هو أن لكل منها مجموعة كهربائية من المغناطيس فى داخلها .

وقد تخيلت أن الخادم المارد قد نقلك إلى أعلى المبانى الشاهقة ، ولكن خادمك الحقيقى (الكهرباء) يؤدى لك هذه الخدمة التى كنت تحلم بها ، وذلك بإدارة المصاعد التى تعلو وتهبط بالمحركات الكهربائية . كذلك حملك









خادمك المارد خلال الشوارع والطرقات . والكهرباء أيضاً تفعل ذلك لأنها تحرك السيارات العامة لأن فى كل منها محركات كهربية . ويسرى التيار الكهربائى فى هذه السيارات خلال سلك مرتفع يمتد على طول الطريق . ويهبط التيار إلى أسفل خلال قضيب معدنى ، ثم يذهب إلى محرك السيارة ، ومن ثم ينساب التيار إلى أسفل ، خلال عجلات السيارة إلى الشريط الذى يحمل التيار ثانية إلى المولد فى محطه توليد الكهرباء .

وتسير معظم القطارات الكهربائية بالمحركات أيضاً . وقد يأتيها التيار الكهربى من أسلاك تعلوها . وقد يأتيها من قضيب ثالث يتوسط القضيبين العاديين . وقد تحمل القاطرة نفسها محطتها الخاصة بتوليد القوى الكهربائية اللازمة لها . هذا وتستخدم السيارات العادية آلات تشتغل بالبنزين . وقد كان على سائق السيارة قديما أن يدير بيده (مانوفيلا) لتبدأ الآلة فى العمل ، أما الآن فما عليه إلا أن يضغط زرًّا أو يحرك مفتاحاً فيبدأ عمل المحرك الذى يدير آلة السيارة . أما الرجل فى الصورة بأسفل هذه الصفحة فإنه يعمل زهرية . وهذه الزهرية موضوعة فوق عجلة خزاف (صانع الخزف) . وهذه العجلة ينبغى أن تدور باستمرار .

وهناك محرك كهربائى يديرها . والمحركات الكهربية تدير الآلات فى معظم المصانع ، كما أنها تدير معظم الآلات التى يستخدمها البناءون . وفى آلات السينما تلف الأشرطة وتفك بمحركات كهربية . ألا توافق على الرأى القائل بأن الكهرباء لا تقل فائدة عن الخادم المارد؟

قطارك الكهربائى وكيف يسير ؟

إن الأولاد الذين تراهم فى الصورة المنشورة على غلاف هذا الكتاب يلعبان بلعبة على شكل قطار كهربى . وقد يكون لديك قطار شبيه به كل الشبه .

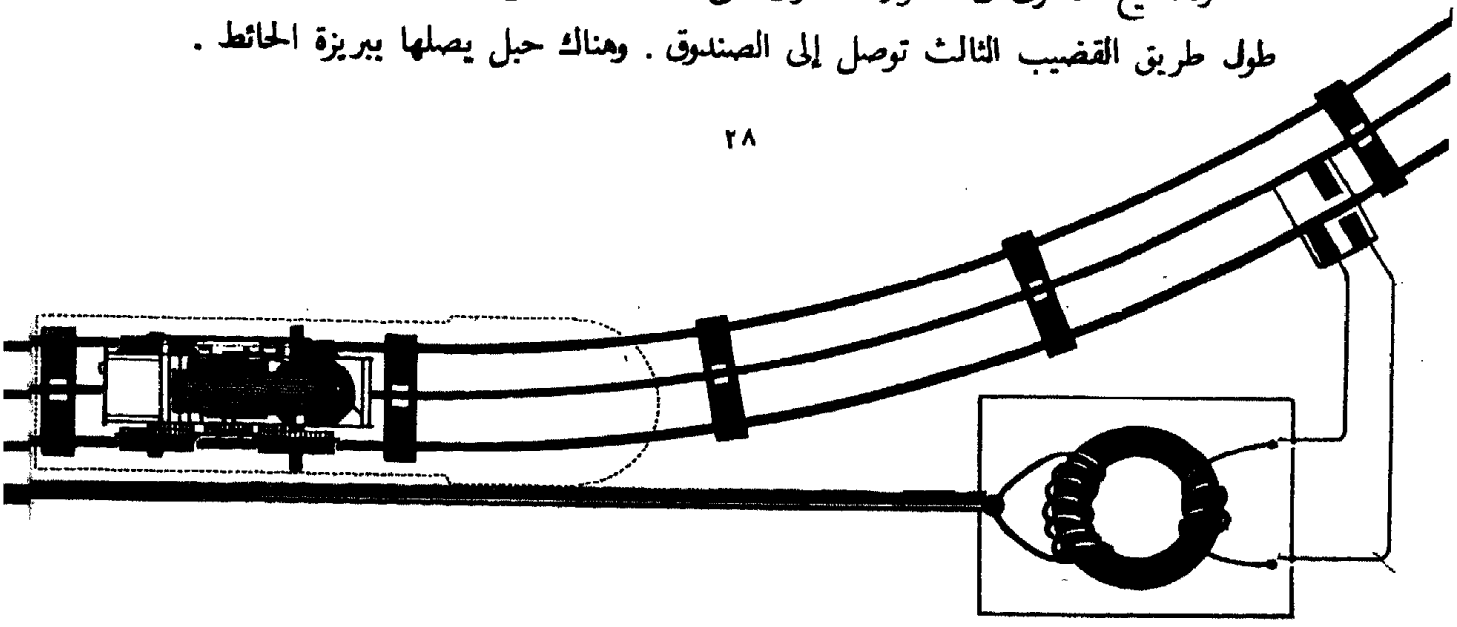
وقاطرة هذا القطار لها محرك كهربى كالمحرك الذى تراه فى قاطرة القطار الكهربى الحقيقى . ويبين الرسم التوضيحى على هاتين الصفحتين دائرة للقاطرة اللعبة . وتجر القاطرة كما ترى فى الخارج ، والمحرك فى داخلها يوضح ذلك .

ويأتى التيار الكهربى للمحرك خلال قضيب ثالث يقع بين القضيبين الآخرين . وهناك عجلة دقيقة متصلة بالمحرك تسير دائماً على هذا القضيب الثالث . ويسرى التيار خلال العجلة والمحرك . ثم ينتقل إلى أسفل خلال العجلات الكبيرة للقاطرة حتى يصل إلى القضيبين العاديين فى طريق القطار . وهذان القضيبان هما طريق عودة التيار .

لاحظ أن هناك قطعة بيضاء عند كل وصلة فى القضيب توضع تحت القضيب الثالث . وتصنع هذه الأربطة (الوصلات) من الصلب ، وهو موصل جيد للكهرباء . أما القطع البيضاء فتصنع من مادة رديئة التوصيل للكهرباء .

ولو لم يكن القضيب الثالث منفصلا عن هذه الأربطة بمادة رديئة التوصيل للكهرباء لما تمكن القطار من المسير ، إذ أن هذه الأربطة تسبب دائرة قصيرة فى هذه الحالة .

وتستطيع أن ترى فى الصورة المنشورة على الغلاف الخارجى أن الأسلاك الممتدة على طول طريق القضيب الثالث توصل إلى الصندوق . وهناك حبل يصلها ببريزة الحائط .



وهذا الصندوق هو محول صغير للتيار . ويبين الرسم التوضيحى هذا المحول من الداخل .

افرض أنك لم تستعمل هذا المحول ، واستخدمت بدلا منه حبلا كهربائياً يوصل القضبان ببريزة الحائط . إذا حدث هذا فإن تياراً قوياً يسرى خلال دائرة القطار ، وقد يتلف هذا التيار المحرك فى قاطرتك . وأقل ما يحدث من نتائج ، هو أن يتسبب هذا فى تسخين الأسلاك داخل هذه الدائرة بدرجة تحرق سلك المصهر .

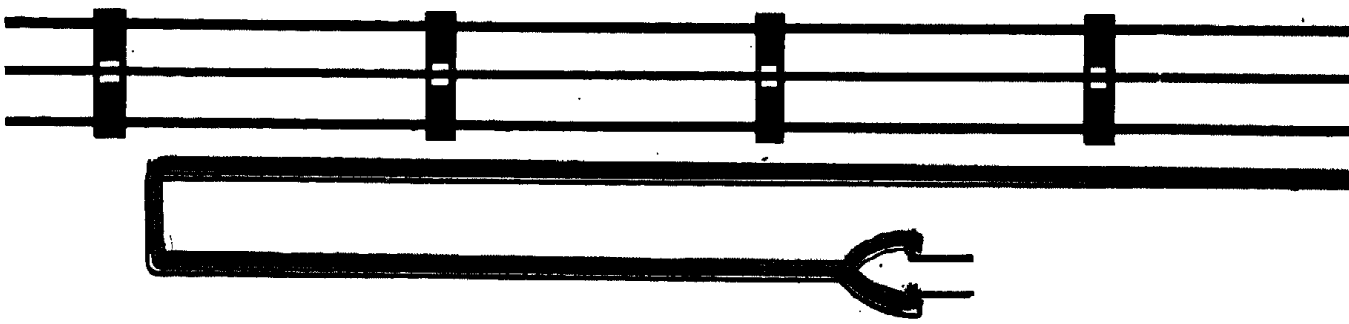
أما إذا استخدمت محول التيار ، فإنك تستطيع أن تحصل على تيار مناسب يكفى لقطارك . وهناك حلقة من حديد فى هذا المحول تراها فى الرسم . ولهذه الحلقة ملفان من السلك يلتفان حولها . والحبل يصل أحد الملفين ببريزة الحائط .

أما الملف الآخر فإنه يصل إلى قضبان القطار عن طريق سلكين .

ولا يمكن استعمال هذا المحول مع تيار منزلك إلا إذا كان هذا التيار متردداً ، وحين يسرى التيار المتردد خلال أحد ملفى المحول ، فإنه يسبب سريان تيار فى الملف الآخر . لاحظ أن لفات السلك تزيد فى أحد الملفين عنها فى الملف الآخر . وعدد لفات السلك هام جداً فى جعل التيار الذى يأتى من المحول بالشدة التى تريدها أن تكون .

وليس المحول الذى تستخدمه فى القطار الكهربائى بسيطاً فى الواقع كما تراه فى هذا الرسم . وهناك أنواع كثيرة متنوعة من الملفات يمكن أن تتصل بها الأسلاك الآتية من طريق القضبان . هذا ، ويمكن أن يكون التيار مختلف الشدة .

وليست كل المحركات لعباً . وإذا اشتغلت كثيراً بالكهرباء ، كان عليك قطعاً أن تستخدم المحولات على نطاق واسع .



رسول سريع

لتفرض أن والدك رحل إلى مدينة تبعد عنك مائة كيلومتر ، واحتجت أن تبعث إليه برسالة سريعة . ماذا تفعل ؟ قد تخاطبه بالهاتف « التليفون » ، وقد ترسل إليه برقية . وسواء استخدمت الهاتف أم « التلغراف » فأنت تتخذ من الكهرباء رسولا لك .

إن الكهرباء تحمل الرسائل بسرعة عظيمة . وفى قصص اليونان القديمة أن ميركورى رسول الآلهة كان سريعاً لأنه كان ينتعل نعالا ذات أجنحة . ولكن ميركورى هذا يطىء إذا قيس بالكهرباء التى تستطيع أن تحمل الرسائل آلاف الكيلومترات فى أقل من ثانية . والإغريق أنفسهم ما كانوا يتخيلون رسولا بهذه السرعة .

والولد الذى ترى صورته منشورة فى أعلى هذه الصفحة يجرب إرسال برقية مستخدماً جهاز "التلغراف" ، وهذا الجهاز مكون من مفتاح وجهاز للصوت . والولد هنا يضغط المفتاح ، أما جهاز الصوت فيقع فى النصف الثانى من الغلاف الخشبى .

ومفتاح التلغراف يشبه الزر الكهربائى الضاغط ، فهو يقفل الدائرة ويفتحها.. وجهاز الصوت فى "التلغراف" بداخله مغناطيس كهربائى ، وفوق هذا المغناطيس قضيب من حديد، وهذا القضيب مثبت فى قضيب آخر من الألمونيوم . فعندما ينزل المفتاح يسرى تيار خلال المغناطيس ، وعندئذ يجذب المغناطيس قضيب الحديد إلى أسفل ،

ويتبعه أيضاً قضيب الألمونيوم . إنه يضرب قطعة من المعدن ويحدث صوت « طقطقة » . وحالما يرفع المفتاح إلى أعلى يقف سريان التيار فيتوقف جذب المغناطيس للقضيب الحديد . وهناك زنبرك مهمته رفع قضيبي الحديد والألمونيوم ، وعندئذ يضرب قضيب الألمونيوم قطعة أخرى من المعدن ويحدث ذلك طقطقة .

وتستخدم مصطلحات تلغرافية خاصة في إرسال البرقيات . وهذه المصطلحات مكونة من نقط وشرط . ولكي يحدث الجهاز نقطة ، ينزل المفتاح إلى أسفل لمدة قصيرة جداً . فالصوتان اللذان يعملهما المصوت تفصلهما فترة زمنية قصيرة . أما إحداث الشرطة فيكون بجذب المفتاح إلى أسفل لفترة طويلة ؛ والصوتان يبتعدان بعضهما عن بعض .

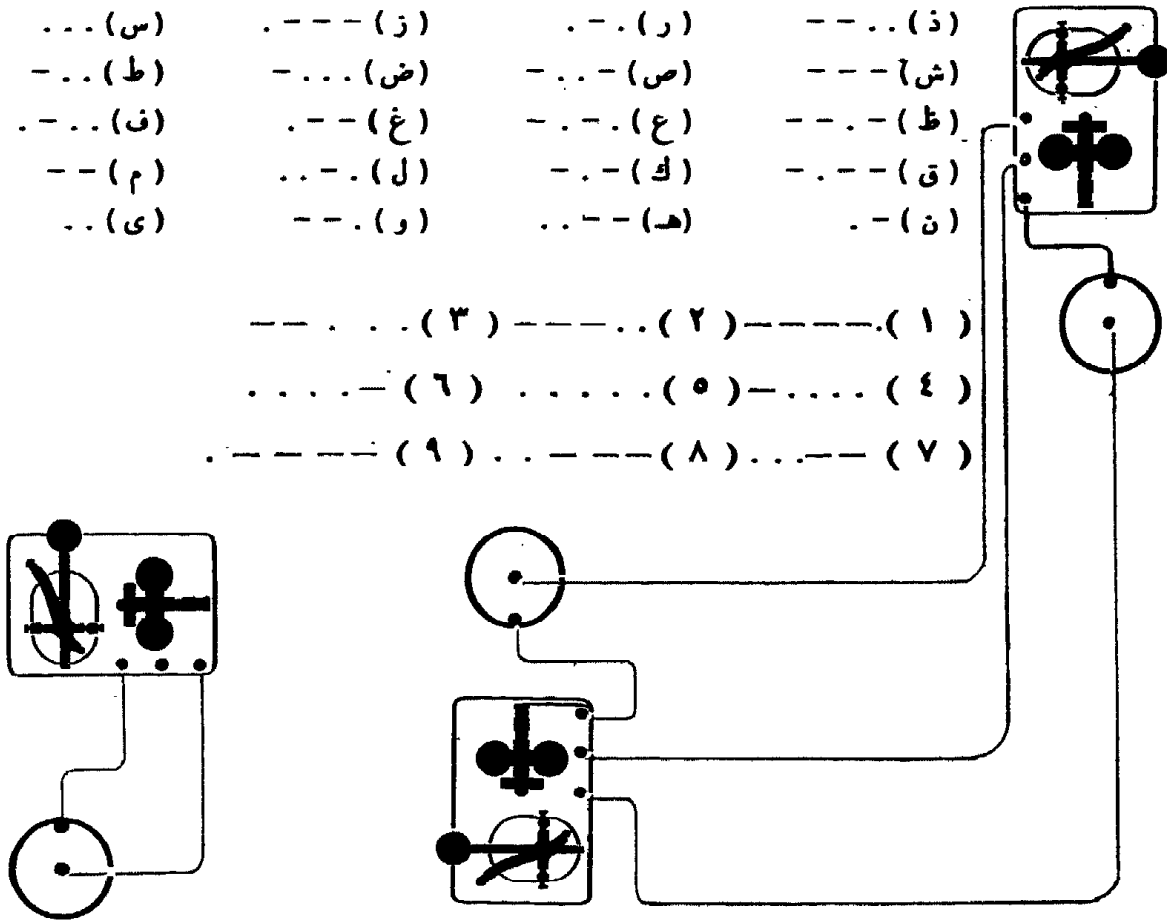
وها هي ذي المصطلحات التي تستخدم غالباً :

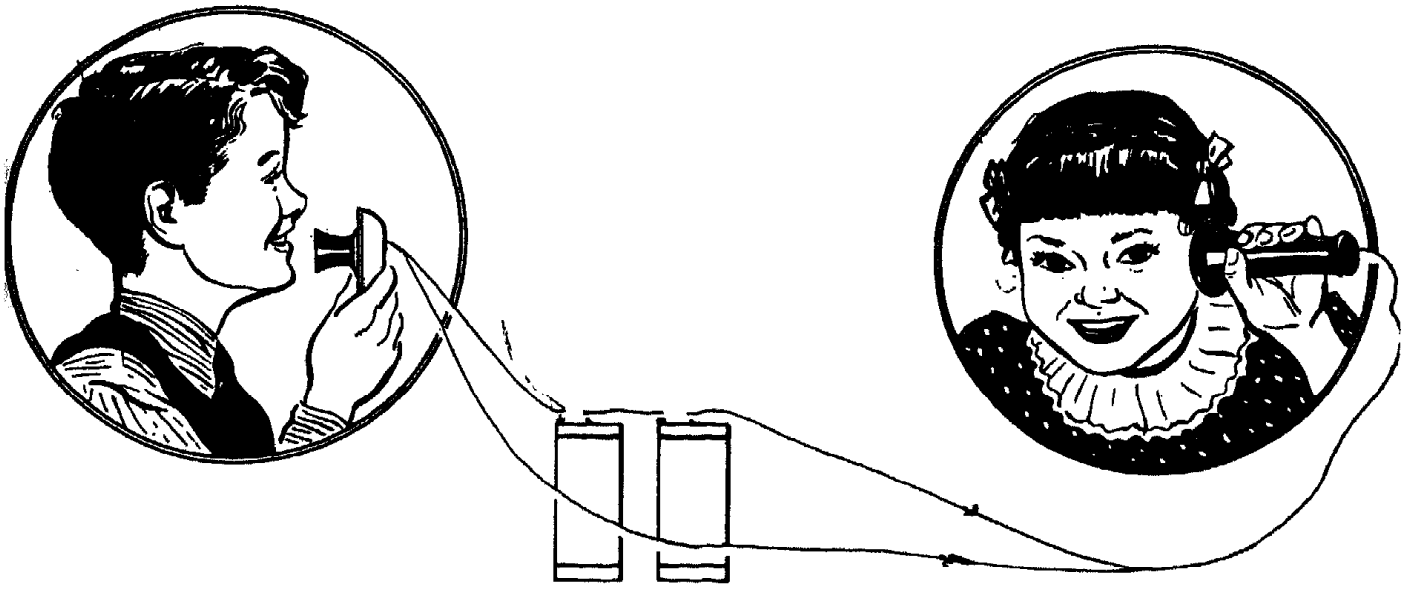
(ا) . —	(ب) — . . .	(ت) —	(ث) — . — .
(ج) . — — —	(ح)	(خ) — — — .	(د) — . .
(ذ) . . — —	(ر) . — .	(ز) — — — .	(س) . . .
(ش) — — —	(ص) — . . —	(ض) . . . —	(ط) . . —
(ظ) — . — —	(ع) . — . —	(غ) — — .	(ف) . . — .
(ق) — — . —	(ك) — . —	(ل) . — . .	(م) — —
(ن) — .	(هـ) — — . .	(و) . — —	(ى) . .

(١) .———— (٢) . . ——— (٣) . . . —— —

(٤) . . . . — (٥) . . . . . (٦) — . . . .

(٧) ——. . . (٨) ——— . . (٩) ———— .





(،) — — — — —

(.) النقطة ... ...

(،) . — . — . —

(؟) . . — — . .

ويبين الرسم التوضيحى الأول على هذه الصفحة جهازاً للتمرين، ويبين الثانى كيف يوصل جهازان بحيث يمكن إرسال البرقيات من مكان إلى آخر .

وكلمة "تلغراف" أصلها كلمتان إغريقيتان معناهما « بعيد » ، « اكتب» . وبعض أجهزة "التلغراف" تسجل كتابةً ما يصلها من رسائل برقية . وجهاز كهذا يعتبر أكثر تعقيداً من الجهاز المنشورة صورته على صفحة ٣٠ .

ونحن نستطيع أن نرسل برقيات خلال البحار تماماً كما نفعل فى إرسال البرقيات العادية عبر الأرض ، فقد مدت الأسلاك فى ثبج المحيطات بعد أن لفت لفات سميكة تمنع عنها البلل ، وتسمى هذه الأسلاك (كابلات أو أسلاكاً تلغرافية بحرية) .

إن الولد الذى ترى صورته على هذه الصفحة يتحدث إلى بنت عن طريق هاتف (تليفون) عادى بسيط ، وهو يتحدث فى جهاز الارسال ، أما هى ، فإنها تضع السماعة على أذنها . ويبين الرسم التوضيحى فى صفحة ٣٣ نفس الدائرة التليفونية . وخطوط التليفون الحقيقى أكثر تعقيداً من ذلك .

وأهم أجزاء جهاز الإرسال غشاء رقيق من معدن ، وصندوق صغير مملوء بقطع من الكربون . وأهم أجزاء جهاز الاستقبال مغناطيس كهربى وغشاء رقيق من الحديد .

فعندما تحادث صديقاً لك هاتفياً ، قد تظن أنك تسمع صوته ، والحقيقة غير ذلك ، إذ أن الصوت لاينتقل فى الأسلاك بين جهازيكما . فما هو إلا تيار كهربى يسرى فى هذه الأسلاك ، وما تسمعه أنت يشبه كثيراً صوت صديقك . ولكن هذا الصوت يصنع فى جهاز استقبالك، فتيار الكهرباء يجعل جهاز الاستقبال يكرر ما يقال فى جهاز الإرسال .

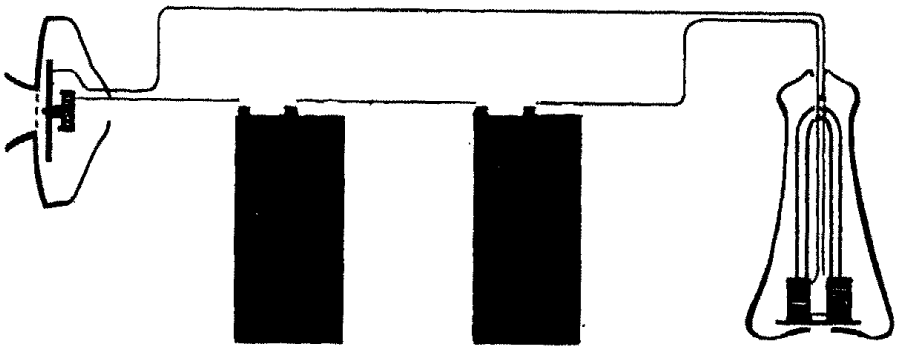
والأجزاء الموضحة فى الرسم تساعده وتسهل له هذه المهمة . والآن تستطيع أن تتحدث إلى أى شخص يبعد عنك ألف كيلو متر تماماً كما تحادث صديقاً لك يقطن فى بناء مجاور لمسكنك . وعن طريق « التلغراف والتليفون » أصبح العالم يبدو لنا أصغر مما كان .

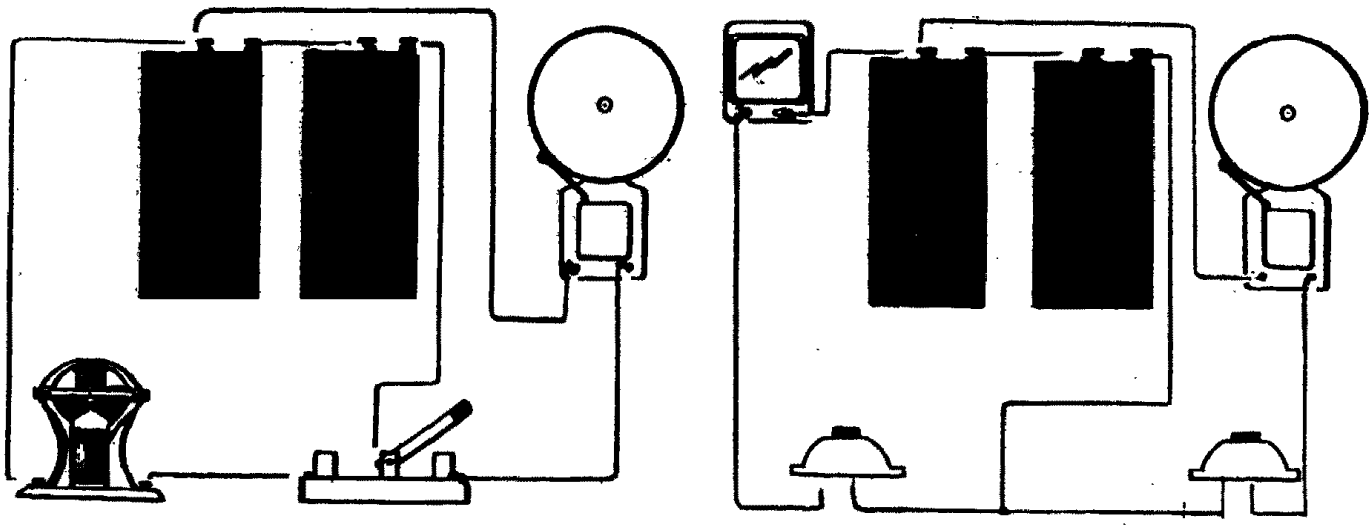
المذياع (الراديو)

إن الولد والطفل المنشورة صورتاهما على صفحة الغلاف الخارجى من الداخل يستمعان إلى برنامج من برامج الإذاعة . وقد يكون هذا البرنامج آتيا من مسافة تبلغ نصف محيط الكرة الأرضية .

لنفرض أنهما يستمعان إلى أحد المغنين فى قاعة كبيرة فى محطة من محطات الإذاعة ، إنهما يسمعان صوته وهما فى جلستهما هذه أمام المذياع كما لوكانا جالسين على مقعدين فى الصفوف الخلفية بهذه القاعة .

إن الأصوات التى تنبعث من جهاز المذياع قد صنعت محليًّا فى هذا الجهاز ، فكبر





الصوت يعيد الأصوات التي تحدث فى محطة الإذاعة . ومكبر الصوت كما نرى يشبه جهاز الاستقبال فى الهاتف « التليفون » .

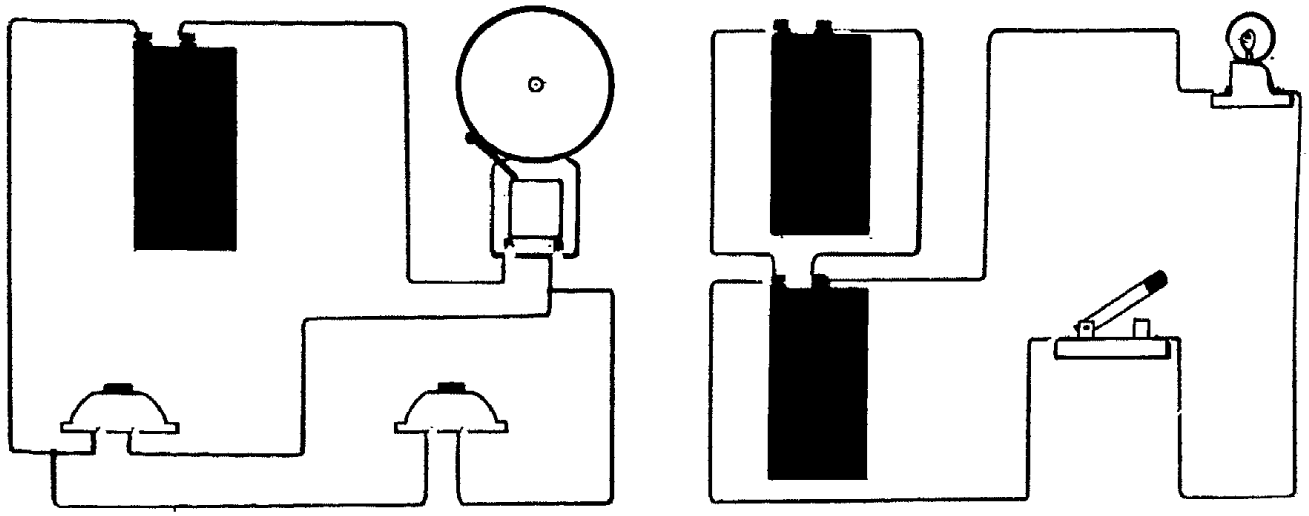
وهناك فارق واحد كبير بينهما (أى بين التليفون والراديو) . فتيارات الكهرباء تأتينا بالرسالة فى التليفون ، أما برامج الإذاعة والرسائل فيحملها إلينا اللاسلكى ، وموجات اللاسلكى تنتقل خلال الهواء لا عن طريق أسلاك .

وليس هناك تيارات تنتقل من محطة الإذاعة إلى أجهزة المذياع ، ولكن الكهرباء تثير موجات اللاسلكى فى طريقها . وأجهزة « الراديو » لا تعمل إلا إذا جرى فيها تيار كهربائى .

وأجهزة « الراديو » معقدة ، أما كيف تعمل هذه الأجهزة فهذه قصة يطول شرحها .

أتعرف الآن ؟

(١) أن البرق هو شرارة كهربائية ضخمة . (٢) وأننا نستطيع أن نحصل على شحنات من الكهرباء بالاحتكاك . (٣) وأن هناك نوعين من الشحنات الكهربائية . (٤) وأن الشحنات المتشابهة تتنافر بينما تتجاذب الشحنات المختلفة . (٥) وأننا نحصل على التيار الكهربائى من الأعمدة أو المولدات . (٦) وأننا نستخدم الكهرباء فى الأجراس لنجعلها ترن . (٧) وأننا نستخدم الكهرباء لتعطينا الضوء والحرارة . (٨) وأن الكهرباء تقدم لنا خدمات كثيرة . (٩) وأن المغناطيس الكهربائى له فائدة كبيرة . (١٠) وأن الكهرباء رسول سريع . (١١) وأن بعض الأجسام تعتبر موصلا جيداً للكهرباء كما يعتبر غيرها موصلا رديئاً .



(١٢) وأن مجرى التيار الكهربائى يسمى (دائرة) . (١٣) وأنه إذا وجدت فجوة فى هذه الدائرة (دائرة التيار) قلنا إن الدائرة قطعت . (١٤) وأنه إذا سرى التيار فى مجراه الذى نريده له قلنا إن الدائرة كاملة. (١٥) وأنه إذا اتخذ التيار طريقاً أسهل قلنا إن هناك دائرة قصيرة . (١٦) وأن المفاتيح والأزرار الكهربائية مهمتها فتح الدائرة وإغلاقها .

جرب بنفسك

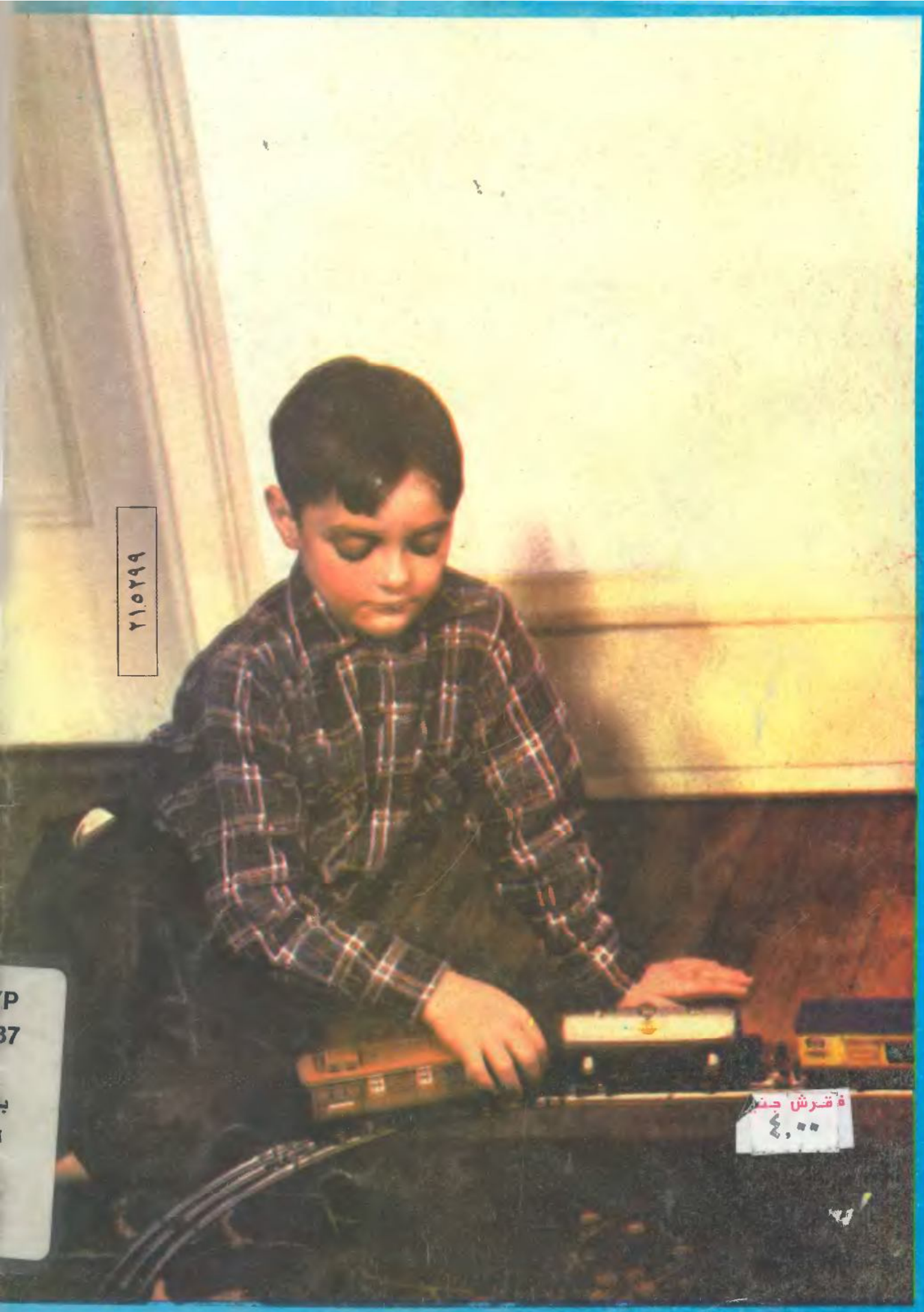
(١) أجر التجارب الموضحة على صفحات ٤، ٦، ٧ . (٢) اقطع من ورق الألمونيوم طائرة صغيرة وقلد ما يعمله الولد فى صفحة ٥ . (٣) فك عمودا جافًّا من أجزائه ، وابحث عن الأجزاء الموضحة فى الرسم الأوسط المنشور على صفحة ٩ . (٤) إذا أمكنك الاستعانة بشخص آخر ، فاصنع عموداً سائلا يشبه ذلك المنشورة صورته فى الرسم الأول على صفحة ٩ . (٥) اصنع جرساً كهربيًّا بالطرق الثلاثة التى توضحها الرسوم فى صفحة ١٠ . (٦) شغِّل الدائرة الثانية الموضحة فى صفحة ١١ . (٧) وصِّل مفتاحاً كهربائيًّا صغيراً بمفتاح وعمودين جافين . إن الرسم الذى فى يسار صفحة ١٥ يساعدك . (٨) فك بطارية اليد ، وابحث عن الأجزاء الموضحة فى الناحية اليمنى من الرسم المنشور على صفحة ١٥ . (٩) اصنع مغناطيساً كهربائيًّا صغيراً ، وذلك بأن تلف عدة أقدام من السلك المعزول على مسمار من حديد ، ثم استخدم هذا المغناطيس فى تحريك حفنة من برادة الحديد من مكان إلى آخر . (١٠) أحضر قطعا صغيرة من عشرة معادن مختلفة ، وشغِّل الدائرة الأولى الموضحة على

صفحة١٢ ، ولامس الأطراف الخالية من الأسلاك بكل جزء من أجزاء المعادن المختلفة ، المعدن تلو الآخر . استنتج أى هذه المعادن جيد التوصيل. (١١) وصل جرساً وعموداً جافاً وزرا ضاغطاً ، وبين كيف أن الدائرة القصيرة قد تسبب رنين الجرس باستمرار ، وبين كيف أن الدائرة القصيرة قد توقف رنين الجرس . قد تساعدك الرسوم التوضيحية المنشورة على صفحة ١٢ . (١٢) زر محطة من محطات توليد القوى الكهربائية . (١٣) إذا كان لديك خيط لأنوار شجرة عيد الميلاد فى بيتك فاختبره . أىُّ خيوط الضوء الموضحة فى صفحة ٢٢ شبيهة به ؟ (١٤) وصِّل لوحة كهربائية أو سخاناً كهربيا ثم لاحظ احمرار الأسلاك . (١٥) دع لعبة من محرك كهربى تسير ، ثم دع هذا المحرك يحرك لعبة أخرى . (١٦) جرِّب إرسال برقية عن طريق جهاز التلغراف ، ثم وصل الجهاز بالطريقة التى يوضحها الرسم الأول فى صفحة ٣١ ، وحرك المفتاح إلى الخارج إذا كان مقفلا .

(١٧) وصِّل جهازين من أجهزة التلغراف ثم أرسل برقيات . (١٨) وصِّل جهازى إرسال واستقبال « لتليفون » بعمودين جافين ، ثم تكلم من هذا الخط . (١٩) شغِّل الدائرة الأولى التى يوضحها الرسم الأول فى صفحة ٣٤ . إن المفتاح هنا مفتاح لجهتين . سيرن الجرس إذا دفعت ذراع المفتاح إلى أسفل فى اتجاه واحد . والمحرك يشتغل إذا دفعت ذراع المفتاح إلى أسفل فى الاتجاه الآخر . (٢٠) شغِّل الدائرة التى يوضحها الرسم المنشور على صفحة ٣٤ . سيدق الجرس إذا ضغطت زرا ضاغطاً واحداً ، . وقد يطن الجهاز الآخر إذا ضغطت الزر الضاغط الخاص به . (٢١) شغِّل الدائرة التى يوضحها الرسم التوضيحى الأول المنشور على صفحة ٣٥ ، وسوف يرن الجرس إذا أنت ضغطت أحد الزرين . (٢٢) لقد استنتجت أن الأنوار الكهربائية غالباً ما تكون موصولة على التوازى . وقد تتصل الأعمدة على التوازى أيضاً . ويوضح ذلك الرسم الثانى المنشور على صفحة ٣٥ . شغِّل الدائرة تلاحظ أن العمودين لا يجعلان الضوء أزهى مما يجعله عمود واحد ، إلا أنهما يعيشان مدة أطول من هذا العمود الواحد .

رقم الإيداع	١٩٩٢ / ٨٨٠١
الترقيم الدولى	977 - 02 - 3862 - 7 ISBN

١ / ٩٢ / ٢٣٩
طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)



٢١٥٢٩٩

فرش جنب
٤,٠٠