امرح مع العلوم

مرح مع

الكهرباء المثيرة

- كيف تصنع بطارية كهربية من ثمرة ليمون؟
- كيف يضيء المصباح الكهربي؟ ومن الذي اخترعه؟
- اكتشف بهذه التجربة المواد الموصِّلة للكهرباء والمواد العازلة لها
- كيف تحدث ظاهرة البرق والرعد. اكتشف بنفسك انتقال الشحنات الكهربية
- حيوانات وأسماك تعتمد على ذبذبات كهربية في اصطياد فريستها!
- ألعاب مثيرة بالشحنات الكهربية: شعر الرأس الذي ينتصب، البالونة التي تلتصق بالحائط!

د/أيمن أبو الروس

مكتبة جزيرة

ابو الروس ، ايمن.
امرح مع الكهرباء المثيرة / أيمن أبو الروس
0 القاهرة: مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع، 2017
48 ص؛ سم.
تدمك 8 114 447 977 978
1- الكهرباء
2- تعليم الأطفال
أ- العنوان

537

رقم الإيداع: 2088/2017
الترقيم الدولي: 8 114 447 977 978

تصميم الغلاف والإخراج الداخلى
محمد جبـــه

تطلب جميع مطبوعاتنا من وكيلنا الوحيد بالمملكة العربية السعودية
مكتبة الساعي للنشر والتوزيع
ص.ب ٥٠٦٤٩ الرياض ١١٥٣٣ ـ هاتف: ٤٣٥٣٧٦٨ ـ ٤٣٥١٩٦٦ ـ ٤٣٥٩٠٦٦
فاكس: ٤٣٥٥٩٤٥ جوال: ٠٥٥٠٦٧١٩٦٧
E-mail: alsaay99@hotmail.com

مطابع العبور الحديثة – القاهرة
تليفون: ٤٤٨٩٠٠١٣ فاكس: ٤٤٨٩٠٥٩٩

مكتبة ابن سينا
للنشر والتوزيع والتصدير
نافذتك على الفكر العربي والعالمي من خلال ما تقدمه لك من روائع الفكر العالمي والكتب العلمية والأدبية والطبية ونوادر التراث واللغات الحية. شعارنا: قدم الجديد..
وبسعر رخيص
يشرف عليها ويديرها
مهندس
مصطفى عاشور

٧٦ شارع محمد فريد ـ النزهة ـ مصر الجديدة ـ القاهرة
تليفون: ٢٦٣٧٩٨٦٢ - ٢٦٣٥٢٢٨٢ فاكس: ٢٦٣٨٠٤٨٢
Web site: www.ibnsina-eg.com
E-mail : info@ibnsina-eg.com

جميع الحقوق محفوظة للناشر
لا يجوز طبع أو نسخ أو تصوير أو تسجيل أو اقتباس أي جزء من الكتاب أو تخزينه بأية وسيلة ميكانيكية أو إليكترونية بدون إذن كتابي سابق من الناشر.

مقدمة

لولا الكهرباء لما كان بين يديك هذا الكتاب، فإعداده يحتاج لضوء المصابيح ولماكينة للطباعة، وكلاهما يعمل بالكهرباء. فالكهرباء تُمثِّل ضرورة هامة من ضروريات حياتنا اليومية قد لا نعرف قيمتها الكبيرة إلا عندما ينقطع وصول التيار الكهربي لمنازلنا. فما هى "الكهرباء" من الناحية العلمية؟ وما خصائصها؟

تعالوا ياأصدقاء نلعب ونتسلى ونقوم بتجارب علمية ونتعرف على معلومات طريفة مدهشة عن الكهرباء الساكنة كالتي تتولد من احتكاك ملابسك ببعضها والكهرباء السارية التي تغذي منازلنا. ومن الطريف كذلك أن نعرف أن الكهرباء موجودة بالفعل بأجسامنا وبأجسام غالبية الحيوانات حيث تلعب دورًا هامًا في القيام بكثير من الوظائف الحيوية والتعرف على البيئة المحيطة.

فلنبدأ رحلتنا العلمية الثقافية التي أرجو أن تستمتعوا بها وتستفيدوا منها.

مع خالص تحياتي
المؤلف

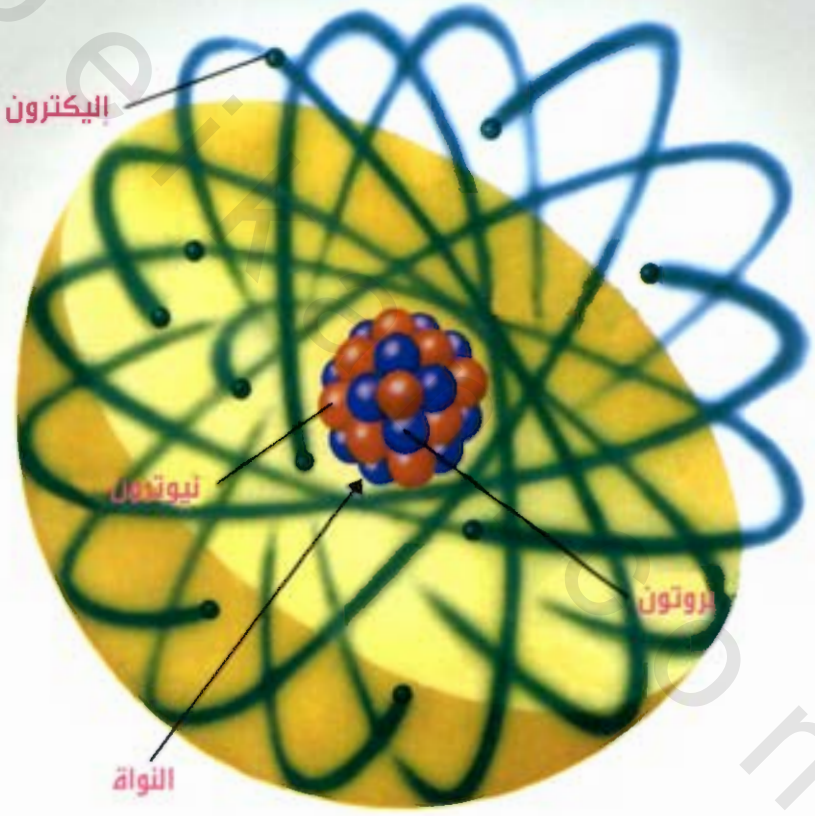
obeikan.com

obeikan.com

ما المقصود بالكهرباء؟

الطاقة المُخزَّنة:

الكهرباء (Electricity) هى نوع غير مرئي من الطاقة والتي تُخزَّن بالإليكترونات و البروتونات.. وهذه عبارة عن أجسام صغيرة جدًا بالذرة.. والذرة هى وحدة بناء كل المواد.. كما تظهر من الشكل التالي.



تركيب الذرة

ولكن متى تصدر هذه الكهرباء المُخزَّنة؟

ذلك يحدث عندما تكون هناك حالة من عدم التوازن بين الإليكترونات التي تحمل شحنة كهربية سالبة والبروتونات موجبة الشحنة.

الكهرباء نوعان:

وهناك نوعان من الكهرباء.. فعندما تتحرك الإليكترونات في صورة تيار يمر خلال سلك كهربي ينشأ ما يسمى بالكهرباء السارية أو المتحركة (Current Electricity) كالكهرباء التي تغذّي منازلنا.

أما النوع الثاني فيسمى بالكهرباء الساكنة أو الاستاتيكية (Static Electricity) وفيه لا يحدث تدفق أو سريان للإليكترونات.

من أين جاءت كلمة (كهرباء) بالإنجليزية؟

"ويليام جيلبرت"

الإغريق هم الذين اكتشفوا الكهرباء وذلك منذ نحو 2000 سنة.

يُذكر أن العالم الإغريقي "ثاليس" لاحظ أن قطعة من صمغ العنبر (أو الكهرمان) وهى عُصارة الشجر المتحجرة التي مرّ عليها سنوات طويلة جَذَبت إليها القَش أو الريش بعدما قام بحكّها بملابسه.

وجاءت كلمة كهرباء (Electricity) نسبة إلى كلمة "عنبر" باليونانية وهى (Electron) وفي سنة 1600م استخدم طبيب الملكة إليزابيث الأولى "ويليام جيلبرت" لأول مرة كلمة (Electric) بمعنى: كهربي. حيث قام بتجارب عديدة واكتشف من خلالها أن المواد مثل الماس والزجاج له نفس خاصية صمغ العنبر السابقة.

الكهرباء الساكنة تصنع لنا ظواهر غريبة!

أشياء تحتاج تفسيرًا!

ألم تتساءل من قبل في دهشة عن سبب حدوث هذا الضوء المبهر في السماء، والمسمى بالبرق، في الجو العاصف الممطر؟!

ألم يحدث لك من قبل عند خلع ملابسك أن سمعت صوت "خَرْوشة" بسبب احتكاك ملابسك بعضها ببعض.. أو لاحظت حدوث انجذاب بين القميص النايلون والبنطلون الصوف مثلاً؟!

ألم يحدث لك من قبل أن لاحظت بعد استخدام مشط الشعر واحتكاكه بفروة رأسك أن وجود المشط بالقرب من قصاصات ورق يجذب القصاصات للمشط؟!

إن تفسير هذه المشاهدات الغريبة قائم على تولُّد كهرباء ساكنة بالأجسام بسبب احتكاك مادة بأخرى.

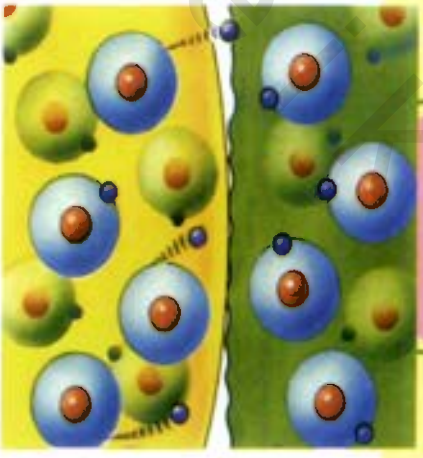
كيف تنشأ الكهرباء الساكنة؟

إنها تنشأ من إليكترونات ذرات المواد، تعال نوضح ذلك..

إنه عندما يحدث احتكاك (Friction) بين مادتين مختلفتين غير معدنيتين، فإن الطاقة الناتجة عن الاحتكاك تعطي الإليكترونات طاقة زائدة وهو ما يجعل بعضًا منها يتحرر من التجاذب المستمر المتزن إلى النواة موجبة الشحنة (أو البروتونات الموجبة بها) وقد تنتقل بعض الإليكترونات من مادة لأخرى. وبحدوث ذلك تكتسب مادة إليكترونًا إضافيًا فتصبح سالبة الشحنة بينما تصبح المادة الأخرى التي فقدت إليكترونًا موجبة الشحنة. وهو مايؤدي لحدوث تجاذب بين المادتين.

وهذه الشحنات تبقى على سطح المادة في صورة ساكنة (Static) لبعض الوقت ثم يزول التجاذب بين المادتين وتتمائل الشحنة بين المادتين.

ذرات المادة في صورتها الطبيعية.. وتظهر الإليكترونات سالبة الشحنة قريبة من النواة موجبة الشحنة.



حدوث احتكاك بين المادتين يمنح بعض الإليكترونات طاقة زائدة وتتحرك بعيدًا عن النواة.

تنتقل بعض الإليكترونات من مادة لأخرى فتتولد شحنة سالبة وأخرى موجبة.

الكهرباء الساكنة تعمل كقطبي مغناطيس:

ولكن ماذا يحدث إذا قمنا بعمل احتكاك لمادتين متماثلتين بمادة مختلفة؟

في هذه الحالة تنجذب المادتان للمادة المختلفة لوجود اختلاف في الشحنة.

ولكن المادتين المتماثلتين تصبحان متشابهتين في الشحنة ولذا إذا وضعا في وضع قريب حَدَث بينهما تنافر.

إذن فالجسمان المختلفان في الشحنة الكهربية يتجاذبان والجسمان المتماثلان في الشحنة الكهربية يتنافران.. وهو ما يحدث تمامًا للأقطاب المغناطيسية؛ فالقطبان المختلفان يتجاذبان.. والقطبان المتماثلان يتنافران.

اكتشف بنفسك

شعر الرأس الذي ينتصب!

خُذ بالونة وقم بحكِّها بملابسك ثم ضعها بالقرب من رأس صديقك..

ماذا تلاحظ؟

إن شعر رأسه ينتصب!

لأن الاحتكاك جعل البالونة تكتسب شحنة كهربية جذبت الشعر لأعلى.

يمكنك تجربة ذلك بنفسك أمام المرآة.

obeikan.com

البالونة التي تتعلق بتيار الماء!

أَدِرْ صنبور الماء حتى يتدفق الماء في صورة تيار هادئ منتظم.

قُم بحك بالونة منفوخة بملابسك لإكسابها شحنة كهربية.

حرِّك البالونة برفق تجاه تيار الماء وراقب ما يحدث.

دَعْ البالونة تلامس الماء ملامسة خفيفة ثم أبعدها مرة أخرى..

ماذا تلاحظ؟

ألا تلاحظ حدوث انجذاب للبالونة بتيار الماء

وكأنها تتعلق به؟!

شفَّاط المشروبات الذي يهرب من القلم!

في هذه التجربة نلاحظ شيئًا مختلفًا.. حاول تفسيره.

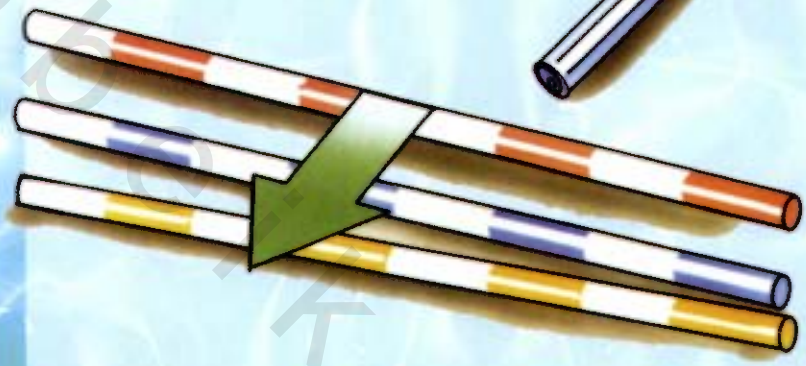
خُذ قلمًا من البلاستيك وادعكه بقطعة صوف ليكتسب شحنة كهربية.

قرِّب القلم من ثلاثة شفاطات للمشروبات. ماذا تلاحظ؟

beikan.com

ستبتعد الشفاطات عن القلم.. أي يحدث تنافر. هل تعرف السبب؟

إن القلم والشفَّاطات أجسام مصنوعة من البلاستيك ولها نفس الشحنة.. ولذا فإنها تتنافر.



البالونات التي تلتصق بالحائط!

انفخ مجموعة من البالونات وادعكها بقطعة صوف، قرِّب البالونات من حائط. ماذا تلاحظ؟

ستلتصق البالونات بالحائط بشكل مثير للدهشة!

إن سبب حدوث ذلك هو اكتساب البالونات لشحنة كهربية تختلف عن الشحنة الكهربية الموجودة بالحائط مما أدى لانجذابها تجاهه.

تظل البالونات ملتصقة بالحائط حتى تفرغ شحنتها تدريجيًا وبعد ذلك تسقط على الأرض.

علِّق قلمًا من البلاستيك مربوطًا بخيط في وضع حر.

خُذ أجسامًا مختلفة من الزجاج، والبلاستيك، والمعدن، والخشب.. وادعك كلاً منها بقطعة من نسيج مختلف كالصوف، والقطن، والحرير.

والآن قم بتقريب كل جسم تجاه القلم.

ماذا يحدث؟

في حالة اكتساب الجسم لشحنة كهربية فإن القلم سيتجه ناحيته وينجذب إليه. ستلاحظ أن بعض الأنسجة تعمل جيدًا في توليد شحنة كهربية وبخاصة الصوف، والحرير، والفراء، والألياف الصناعية.

كيف ترتبط ظاهرة (البرق والرعد) بالكهرباء الساكنة؟!

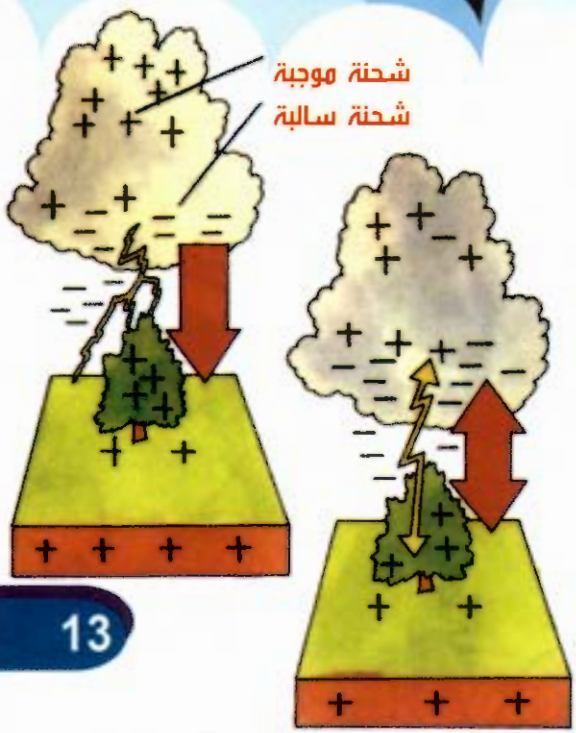
الشحنات الموجبة والشحنات السالبة بالسُّحب:

إن الضوء القوي الذي نراه للحظات في السماء في الجو العاصف الممطر هو عبارة عن شرارة كهربية ضخمة تنشأ بسبب تكوُّن كهرباء ساكنة بالسُّحب وتقفز خلال الهواء. وقد تنتقل من سحابة لأخرى أو قد تنتقل تجاه الأرض.. وفي الحالة الثانية قد تسبب خطرًا.

إن السُّحب عبارة عن بخار ماء متصاعد من الأرض ومتكثِّف على هيئة قطرات صغيرة من الماء وبللورات من الثلج ويختلط ذلك بغبار وأتربة.

obeikan.com

وفي المناخ العاصف الممطر يحدث احتكاك ما بين مكونات السحابة من بللورات الثلج وذرات الغبار مع قطرات المطر فتنشأ بالسحابة كهرباء ساكنة تكون فيها الشحنات السالبة تجاه الأرض «الموجبة» فتحدث شرارة البرق، والتي يصحبها حرارة عالية تجعل الهواء المحيط بها يدوِّي محدثًا صوت الرعد.



ويستمر انبعاث تلك الشرارات حتى تتماثل الشحنات مرة أخرى داخل السحابة.

ولعلك لاحظت أننا نرى دائمًا البرق أولاً ثم نسمع الرعد.. وذلك لأن سرعة الضوء تفوق سرعة الصوت، وبالتالي نرى البرق قبل سماع صوت الرعد.

وتستمر عملية إطلاق البرق والرعد حتى تتعادل الشحنات الكهربية بالسُّحب.

ضع صينية من الصفيح فوق ورقة كبيرة من البلاستيك.. واستخدم قطعة صلصال في حك جوانب الصينية دون لمسها باليد. أمسك بشوكة معدنية بالقرب من حافة الصينية.. ماذا يحدث؟ إنه من المتوقع انبعاث شرارة ناتجة عن نشوء كهرباء ساكنة وتقفز الشرارة من الصينية إلى الشوكة.

obeikan.com

بنجامين فرانكلين يقوم بتجربته

أغرب التجارب العلمية في التاريخ!

العَالِم الأمريكي بنجامين فرانكلين (1706-1790م) أراد إثبات أن البرق عبارة عن شرارة كهربية ضخمة ناتجة عن تولد كهرباء ساكنة بالسحب في المناخ العاصف الممطر.

وليفعل ذلك قام بإطلاق طائرة ورقية بخيط طويل نحو السماء ورَبَط بالقرب من نهاية الخيط مفتاحًا معدنيًا.. فماذا حدث؟

عندما ظهر البرق في السماء امتدت الشرارة الكهربية إلى الخيط وانتقلت للمفتاح المعدني الذي أحدث شرارة كهربية واضحة.

وهى تجربة خطرة لأنه من الممكن أن تصل الشرارة للقائم بالتجربة فتصعقه. وقد حدث بالفعل أن قام شخص آخر بإعادة تلك التجربة فمات مصعوقًا بالكهرباء!

وهذه التجربة أثارت فكرة اختراع ما يسمى بموصلات البرق(**Lightning Conductors**) .. فما هى؟ هذا ما سنعرفه لاحقًا.

كيف نوفر الحماية للأبنية المرتفعة ضد شرارة البرق الكهربية؟

بعض المباني المرتفعة في الدول المتقدمة مثل المباني السكنية والأبراج والكنائس يمكن أن تمتد إليها الشرارة الكهربية الناتجة عن تكوُّن كهرباء ساكنة بالسُّحب. ولأجل حماية المباني من هذا الخطر تُزوَّد هذه المباني بموصلات البرق.. وهى عبارة عن أجسام معدنية رفيعة تمتد من قمة المبنى حتى الأرض.. فإذا امتد البرق إلى المبنى قام

هذا الجسم المعدني ينقل الكهرباء بأمان حتى الأرض وبالتالي يمكن تفادي خطرها.

ومن الطريف أن قمة الجسم المعدني الناقل للكهرباء يمكن أن تلتوي بسبب الحرارة الشديدة المصاحبة للشرارة الكهربية.. كما يظهر في الشكل المقابل.

الكهرباء الساكنة تنسخ لك الأوراق من خلال ماكينة التصوير الضوئى

كيف نستفيد من ظاهرة الكهرباء الساكنة؟

الكهرباء الساكنة ليست مجرد ظاهرة مُسلِّية تجعلنا نقوم بتجارب وألعاب مثيرة.. لكننا نستفيد منها في بعض المجالات التي تفيدنا وتنفعنا. فهل تعلم أن ماكينة التصوير الضوئي (Photo Copy) التي تنسخ لنا صورًا طبق الأصل للأوراق المختلفة تعتمد على الكهرباء الساكنة؟

ولكن، كيف؟

توجد داخل ماكينة التصوير الضوئي أسطوانة دوَّارة لها شحنة موجبة.. وتوجد أسطوانة أخرى أصغر حجمًا (أو خرطوش) تحمل بودرة للطباعة سالبة الشحنة.

وعندما توضع الورقة المراد تصويرها بالجهاز تنجذب البودرة سالبة الشحنة للأسطوانة موجبة الشحنة فتنقل على ورقة الطباعة صورة الأجزاء السوداء الموجودة بالورقة (الكتابة أو الرسومات).

اكتشف بنفسك

كيف تطبع صورة جسم كماكينة التصوير الضوئي؟

الأشياء المطلوبة:

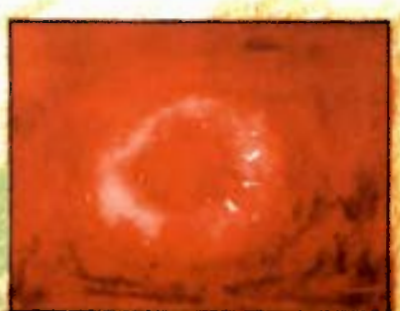
- بالونة منفوخة
- قلم فلوماستر
- ورق مقوَّى بلون غامق
- قُفَّاز من الصوف
- كمية من بودرة التلك
- صينية

الطريقة:

اكتب على البالونة حرف (X) بالقلم الفلوماستر.. وانتظر حتى يجف الحبر.

ضع القفاز في إحدى اليدين وقم بحك سطح البالونة بمكان الكتابة.. فذلك يؤدي لاكتساب السطح المحكوك شحنة كهربية.

انثر كمية من بودرة التلك على الصينية.. واطلب من صديق أن يقوم بنفخ سطح الصينية من مسافة بعيدة بحيث تنتشر البودرة مكونة شكلاً أشبه بالسحابة كما بالشكل التالي.



أمسك البالونة وقرِّبها من سطح الصينية.. ستلاحظ أن سطح البالونة الذي اكتسب شحنة كهربية جذب إليه كمية من البودرة.

والآن قم بتدوير البالونة على قطعة الورق لتطبع عليه البودرة شكل الحرف الذي رسمته.

كيف يسرى التيار الكهربى؟

الإلكترونات المتحركة:

الكهرباء يمكن أن تنتقل وتسري داخل أسلاك كهربية مثلما يسري الماء داخل أنابيب، ويسمى سريانها بالتيار الكهربي(Electric Current). وهذا التيار عبارة عن بلايين الإلكترونات التي تنفصل عن ذراتها وتقفز من ذرة لذرة أخرى تالية بشكل أشبه بصفٍ من قطع «الدومينو» فعندما تسقط قطعة في أول الصف على القطعة التي تليها يتساقط الصف كله.

إلكترونات تتحرك داخل سلك كهربي

حركة الإلكترونات أشبه بانتقال حركة قطع الدومينو

obeikan.com

ونحن نستفيد من هذا التيار الكهربي استفادة كبيرة فهو ببساطة يضيء حياتنا اليومية.

ولكن، كيف ينشأ هذا التيار الكهربي؟

إنه ينشأ من كيماويات خاصة تستعمل في صنع البطاريات الكهربية أو من خلال محطات توليد الكهرباء.

ما المقصود بالفولت؟

إن الكهرباء لكي تسري وتتدفق في صورة تيار تحتاج لقوة دفع.. وتقاس قوة دفع التيار خلال السلك الكهربي بوحدة «فولت» نسبة إلى العالم الإيطالي «اليساندرو فولتا» الذي اخترع أول بطارية كهربية.

ما المقصود بالأمبير؟

أما "الأمبير" فهو وحدة قياس مقدار التيار الكهربي نفسه. والأمبير الواحد يساوي مقدار 6 مليون مليون مليون إليكترون يتدفق خلال نقطة بالسلك الكهربي في الثانية الواحدة.

وجاءت هذه الوحدة نسبة إلى العالم الفرنسي أندريه ماري أمبير (1775 - 1836م) الذي يعتبر أول من وضع قيمًا حسابية للتيار الكهربي.

obeikan.com

كيف تعمل البطارية الكهربية؟

الطاقة الكيميائية التي تتحول لطاقة كهربية :

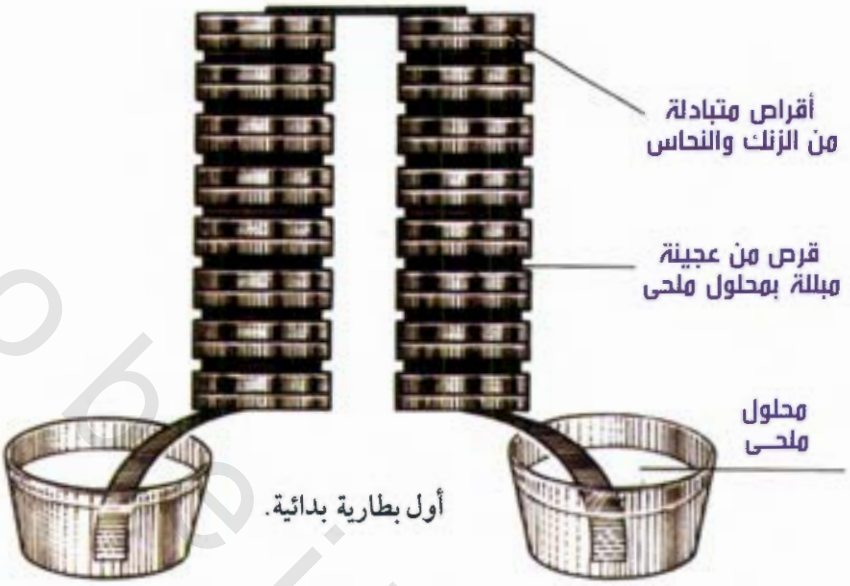
البطارية الكهربية عبارة عن جسم لتخزين الطاقة. عندما تكوِّن البطارية جزءًا من دائرة كهربية (Circuit) تتدفق وتسري هذه الطاقة في صورة إليكترونات من القطب السالب للبطارية وتمضي خلال الدائرة وتعود للقطب الموجب للبطارية، وهكذا.

وتتركب البطارية من عجينة من مواد كيماوية تمثل مصدرًا لبلايين الشحنات الموجبة والشحنات السالبة، ويمر خلالها قضيب من الكربون وتُغَلِّف العجينة بغلاف من الزنك. ويعمل الكربون والزنك كقطبين كهربيين.. حيث يصل لأحدهما شحنات موجبة وهو القطب الأقل تفاعلاً. ويصل للقطب الآخر شحنات سالبة من خلال النشاط الكيميائي بالعجينة. وعندما تنفذ هذه الشحنات من العجينة بسبب استهلاكها لا تقوم البطارية بتوصيل الكهرباء.

وعندما يتصل هذان القطبان بطرفين معدنيين(كالأجزاء المعدنية داخل المصباح الكهربي للجيب، أو بطارية الجيب للضوء) يسري بينهما تيار كهربي.

من هو مخترع أول بطارية كهربية؟

في سنة 1800م اخترع العالم الإيطالي أليساندرو فولتا (1745-1827م) أول بطارية كهربية بعدما اكتشف أن وجود معدنين مختلفين يفصلهما كيماويات رطبة يمكن أن يولِّد شحنة كهربية. وكانت تلك هي أول خلية كهربية.



أول بطارية بدائية.

وقام فولتا بتكويم الخلايا فوق بعضها البعض على الجانبين لعمل أول بطارية والتي اكتسبت اسم كومة أو مركم فولتا (Volta Pile) وذلك كما يظهر من الشكل الموضح لأول بطارية بدائية.

اكتشف بنفسك

كيف تصنع بطارية كهربية مشابهة لمركم فولتا؟

الأشياء المطلوبة:

- ورق مطبخ نشَّاف قوي
- ورق مطبخ ألومنيوم (Foil)
- مصباح صغير بقاعدة ومسمارين
- سلكان كهربيان من النحاس المغطى بالبلاستيك
- مقص
- ملح طعام وماء
- عملات معدنية من النحاس

obeikan.com

الطريقة:

أذب الملح في الماء.

قُص الورق النشَّاف والورق الألومنيوم على هيئة قطع مربعة الشكل تزيد في الحجم قليلاً عن حجم العملات المعدنية.. وذلك بعدد 6 قطع لكل نوع.

غطِّس الورق النشَّاف في الماء المالح بحيث يكاد يبتل به.

اعمل كومة(أو ركمة) على المائدة تبدأ من العملة المعدنية ثم ورق الألومنيوم ثم الورق النشَّاف، وهكذا..

ضع طرف السلك الكهربي العاري أسفل المركم ووصل الطرف الآخر بأحد المسمارين بقاعدة المصباح.. وصّل السلك الآخر بالمسمار الآخر للقاعدة ثم ثبت طرفه الآخر بقمة المركم.

ماذا يحدث؟

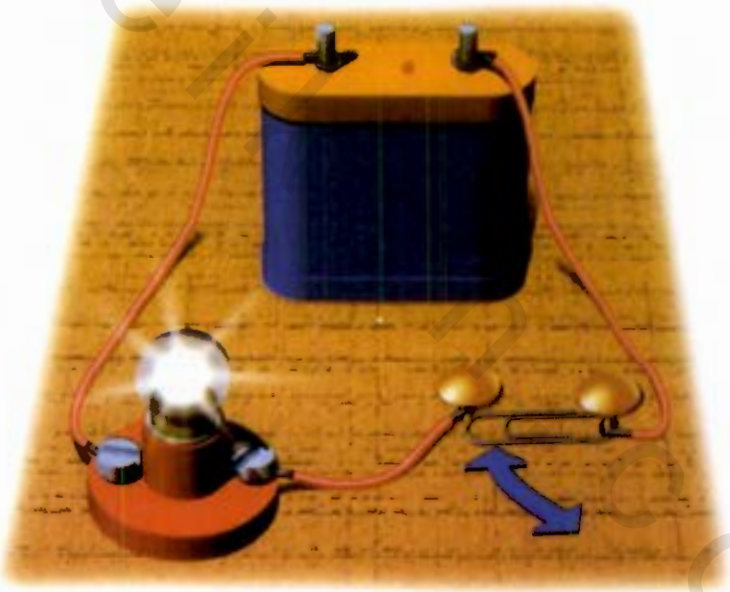
سيضاء المصباح الكهربي بسبب تولُّد تيار كهربي يمر بالسلك الكهربي.

obeikan.com

كيف تعمل مفتاح كهرباء (سويتش)؟

الأشياء المطلوبة:

- بطارية صغيرة بقطبين بارزين(بقوة حوالي 4.5 فولت)
- مصباح صغير بقاعدة بمسمارين
- سلكان كهربيان
- دبابيس ضغط من المعدن
- كلبس ورق
- قطعة كبيرة من الورق الكرتون أو الفلين



اعمل دائرة كهربية كالموضحة بالشكل السابق مع توصيل الطرفين الحرين للسلكين الكهربيين بزوج من دبابيس الضغط بعد غرسهما بقطعة الفلين أو الكرتون.. مع لف كلبس الورق حول أحد الدبوسين.. بينما يبقى الطرف الآخر للكلبس حرًا. في هذه التجربة يعمل الكلبس كمفتاح للدائرة الكهربية (سويتش) .. فعندما يلامس طرف الكلبس الحر الدبوس الآخر يسري التيار الكهربي ويضئ المصباح.. وعندما يُزاح بعيدًا عنه يتوقف مرور التيار الكهربي وينطفئ المصباح.

obeikan.com

أنواع المفاتيح الكهربية (السويتش):

كل أنواع المفاتيح الكهربية تعمل بنفس الكيفية، فهي تغلق أو تفتح الدائرة الكهربية.

بعض المفاتيح تكون مخبأة غير ظاهرة لنا. فعندما تفتح باب الثلاجة يعمل مفتاح الدائرة الكهربية فيضاء مصباح الثلاجة.. وعندما تقفل باب الثلاجة ينضغط المفتاح ويقفل الدائرة فينطفئ المصباح.

إن كل زر على لوحة الكمبيوتر هو في الحقيقة مفتاح لدائرة فعندما تضغط على الزر تُستكمل الدائرة.

كيف تصنع بطارية من ثمرة ليمون؟!

خُذ ثمرة ليمون.. واغرس بها جسمين معدنيين صغيرين (مثل كلبس ورق أو دبُّوس ضغط) مع مراعاة عدم تلامسهما. قم بتوصيل كل جسم بطرف سلك كهربي، كما بالشكل الموضح.

ضع طرفي السلكين على طرف لسانك بماذا تشعر؟

ستشعر بشكشكة أو تنميل.

إن لسانك يقوم بتوصيل الكهرباء التي تتولد داخل ثمرة الليمون بفعل التفاعل الكيميائي الذي حدث بين المعدن وعصارة الليمون. (هذا التيار الكهربي المُتولد ضعيف للغاية ولا يضر الجسم. لا تُجرِّب القيام بذلك باستخدام سلك كهربي بالمنزل).

أشكال البطاريات المختلفة:

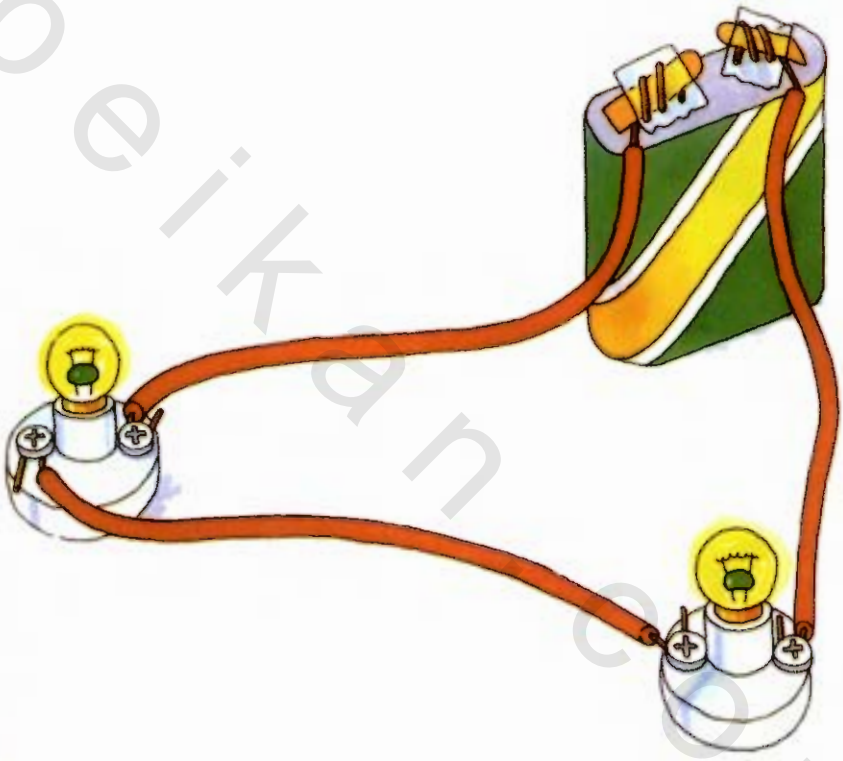
إن البطاريات الكهربية لها أشكال وأحجام مختلفة ابتداء من قرص البطارية الصغير الذي يدير ماكينة الساعة اليدوية حتى البطاريات أسطوانية الشكل ومستطيلة الشكل كالتي تستخدم في تشغيل مصابيح الجيب و لعب الأطفال وحتى البطارية الكهربية الكبيرة التي تدير السيارات.

ولكن في الحقيقة أن كل هذه الأشكال تعمل بنفس الطريقة حيث تتخزن بها طاقة كيميائية تتحول إلى طاقة كهربية.

والبطاريات عمومًا لها قوة دفع كهربية منخفضة ولذا فإنها ليست خطرة مقارنة بقوة التيار الكهربي الذي يغذي منازلنا ولكن عندما تُستهلك الكيماويات الموجودة بالبطارية وتتوقف البطارية عن العمل فإنه لا ينبغي الاحتفاظ بالبطارية ويجب التخلص منها لأن هذه الكيماويات يمكن أن تتسرب منها وتؤدي لأضرار صحية.

كيف تضيء أكثر من مصباح؟

يمكنك عمل دوائر كهربية لإضاءة مصباحين أو أكثر.. تعال نتعرف على طريقتين مختلفتين للتوصيل الكهربي.



التوصيل على التوالي:

أحضر بطارية صغيرة (بقوة 4.5 فولت).. وثلاثة أسلاك كهربية.. ومصباحين بقاعدة. قم بتوصيل سلكين بقطبي البطارية وبقاعدتي المصباحين. ثم صل المصباحين بسلك آخر كما بالشكل التالي. لاحظ إضاءة كل مصباح.. هل تبدو إضاءة جيدة معتادة؟

obeikandl.com

إن إضاءة المصباح تكون خافتة ضعيفة لأن التيار الكهربي وفق هذه الكيفية للتوصيل يمر خلال مصباح ثم يمر خلال مصباح آخر.. ولذا تُكلِّف البطارية بعمل شاق لإضاءة المصباحين.

والآن استخرج أحد المصباحين.. ماذا يحدث للمصباح الآخر؟

إنه سينطفئ لأنك بذلك قطعت الدائرة الكهربية. تُسمى هذه الطريقة للتوصيل الكهربي بتوصيل الدائرة على التوالي (Series Circuit)

التوصيل على التوازي:

في هذه المرة نقوم بتوصيل الدائرة بطريقة مختلفة. قم بتوصيل السلكين بقطبي البطارية واربط الطرف الحر لكل منهما بطرف مضموم لسلكين قصيرين، قم بتوصيل طرفي السلكين الصغيرين بقاعدتي المصباحين، كما بالشكل الموضح.

لاحظ درجة إضاءة المصباحين.. هل تبدو أفضل من الدرجة السابقة؟

إن درجة الإضاءة وفق هذه الكيفية للتوصيل الكهربي تكون أقوى لأن التيار الكهربي يمر في ممرين مختلفين.

والآن استخرج أحد المصباحين من قاعدته. ماذا يحدث للمصباح الآخر؟

إنه سيظل مضاءًا.. وذلك لأنه يحصل على التيار الكهربي من ممر آخر. تسمى هذه الطريقة للتوصيل الكهربي بعمل دائرة على التوازي (Parallel Circuit)

obeikandl.com

الكهرباء تُصدر لنا أصواتًا!

كيف يعمل الجرس؟

إن الكهرباء لا تضيء لنا المصابيح فحسب، وإنما يمكن أن تصدر صوتًا كذلك. والضوء والصوت كلاهما نوع مختلف من الطاقة.

كيف تعمل دائرة كهربية تصدر صوتًا؟

تحتاج لتنفيذ ذلك إلى بطارية، وزوج من الأسلاك الكهربية، وجرس صغير بقوة 6 فولت(يمكنك شراؤه من المتجر الخاص بذلك) .. كالموضح بالصورة

قم بتوصيل طرف أحد السلكين بأحد قطبى البطارية وتوصيل الطرف الآخر بأحد سلكي الجرس مع وضع شريط لاصق. وقم بتوصيل السلك الآخر بالسلك الآخر للجرس.

obeikan.com

قـم بملامسة الطرف الحر للسلك الثاني بقطب البطارية ليعمل الجرس.

كيف يصدر الصوت؟

إن الصوت الذي تسمعه ناتج من حـدوث اهتزاز سريع لشريحة معدنية رقيقة داخل الجرس وهذه الحركة الاهتزازية هى في الحقيقة الصوت نفسه. ويمكنك الإحساس بهذا الاهتزاز الـنـاتـج بملامسة جسم الجرس بيدك.

obeikan.com

أشكال أخرى من الطاقة:

إن الحرارة والحركة نوعان آخران من الطاقة يمكن أن تتسبب في حدوثهما الكهرباء. فالكهرباء تجعل المكواة تسخن وتولد طاقة حرارية نستفيد بها في كي ملابسنا.

والكهرباء تُشغِّل الموتور الكهربي الصغير الموجود داخل بعض اللعب التي تتحرك وذلك باستخدام بطارية كهربية.

تعال نكتشف ذلك..

تحتاج لعمل التجربة إلى ثلاثة أسلاك كهربية صغيرة، وبطارية كهربية، ومصباح مزود بقاعدة، وورق ألومنيوم (Foil)، ووعاء مملوء بالماء، وملح طعام.

قم بتوصيل سلك بأحد قطبي البطارية وبقاعدة المصباح.. ثم قم بتوصيل سلك آخر بقاعدة المصباح واترك طرفه حرًا.

قم بتوصيل السلك الثالث بقطب البطارية واترك طرفه حرًا. قم بقص شريحتين من ورق الألومنيوم واشبكهما بالطرفين الحرين للسلكين. ضع الطرفين الحرين في وعاء الماء، ولكن دون ملامسة شريحتي الورق لبعضهما.

هل يضيء المصباح؟ إنه لن يضيء!

والآن قم بإذابة 4 ملاعق كبيرة من الملح في الماء ماذا يحدث؟

إن المصباح يضئ بعد إضافة الملح.

التفسير:

إن الماء في الحقيقة يقوم بتوصيل الكهرباء لكن التيار الكهربي المنقول بالماء ضعيف وغير كاف لإضاءة المصباح. وبعدما يضاف الملح للماء يصبح هذا المحلول الملحي موصلاً أقوى للكهرباء بالنسبة للماء الصرف، ولذا يسري التيار الكهربي بدرجة كافية لإضاءة المصباح.

والآن ضع طرفي السلك المزودين بورق الألومنيوم في ملامسة الملح الجاف لمعرفة ما إذا كان التيار الكهربي يسري خلاله.. هل يضيء المصباح؟

إنه لا يضيء لأن الملح الجاف لا ينقل الكهرباء. إذن فالكهرباء تسري خلال الماء المالح ولكنها لا تسري خلال الملح نفسه.

obeikan.com

احترس من الكهرباء في وجود الماء!

في التجربة السابقة يستخدم تيار كهربي ضعيف ولذا لايوجد خطر من نقله بالماء.. أما في المنزل يكون التيار الكهربي قويًا ولذا فإن ملامسة مصدر كهربي بيد مبللة بالماء يجعل الماء ينقل هذا التيار الكهربي القوي للجسم مما يمثل خطرًا على صحتنا وحياتنا وقد يؤدي للوفاة.

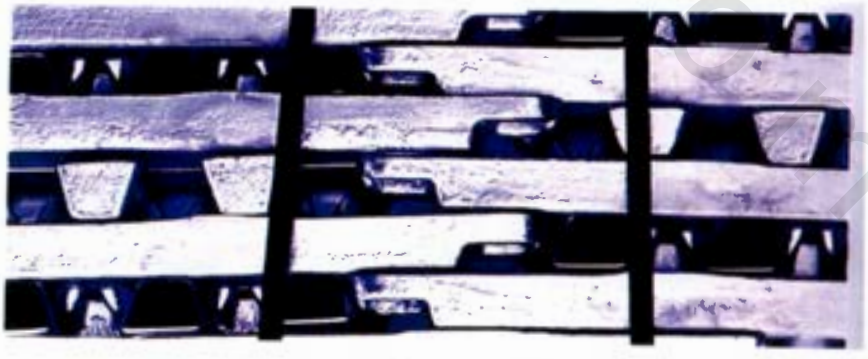
فاحترس من التعامل مع أسلاك كهربية أو مصادر الكهرباء الموجودة بالحوائط بأيدٍ مبللة بالماء.

كيف نستخدم الكهرباء في تنقية وطلاء المعادن؟

التحليل الكهربي:

في البطارية الكهربية تتفاعل الكيماويات الموجودة بها لتوليد تيار كهربي. فهل من الممكن حدوث العكس؟!

نعم، فمن الممكن أن يؤدي التيار الكهربي لحدوث تفاعلات كيمائية تؤدي لفصل كيماويات مادة عن بعضها البعض.. ويسمى ذلك بالتحليل الكهربي (Electrolysis) وتستخدم هذه الخاصية في تنقية المعادن مثل الألومنيوم. فيوجد الألومنيوم في صخور تسمى بوكسيت (Bauxite) وباستخدام التحليل الكهربي يمكن فصله في صورة نقية عن حجر البوكسيت.



شرائح الألومنيوم النقي مُعدَّة بالتحليل الكهربي

طلاء المعادن بالتحلل الكهربي

كما يستخدم التحليل الكهربي في طلاء معدن بآخر (Electroplating) فمثلاً: لدهان جسم معدني (مثل ملعقة) بالفضة، تثبت الملعقة بالطرف السالب لدائرة كهربية وتُغمر في سائل يحتوي على جزيئات من الفضة موجبة الشحنة والمتحللة من مركب من الفضة، وعندما تدار الدائرة الكهربية تتحرك جزيئات الفضة الموجبة نحو الطرف السالب فتُطلى الملعقة. كما بالشكل التالي.

لماذا نختار سلكاً معدنياً لتوصيل الكهرباء؟

المواد الموصّلة للكهرباء والمواد العازلة لها:

في بعض المواد، مثل المعادن، تكون الإليكترونات حرة الحركة مما يسمح بانتقال الكهرباء خلالها بسهولة. وتسمى هذه المواد بالمواد الموصّلة للكهرباء (Conductors) أما في مواد أخرى، كالبلاستيك، تكون الإليكترونات مثبتة بالذرة بشكل لا يمكنها من الحركة الحرة، وتسمى هذه المواد بالمواد العازلة للكهرباء(Insulators) ويعد معدن الفضة من أفضل أنواع المعادن لتوصيل الكهرباء ولكن نظرًا لارتفاع ثمنه فإن الأسلاك الكهربية تصنع من معدن النحاس ويُغلف السلك الكهربي بطبقة عازلة من المطاط أو البلاستيك لتجعله آمنًا أثناء الاستخدام.

سلك كهربي

اكتشف بنفسك

تعرَّف على المواد الموصلة للكهرباء:

قم بتجميع عدة أجسام مصنوعة من مواد مختلفة كالمعادن، والبلاستيك، والخشب، والزجاج، والمطاط، والفلين.. كما بالشكل السابق أعلاه.

اعمل دائرة كهربية كالتي سبق عملها مع استخدام سويتش عبارة عن كلبس من الورق.. ولكن مع استبدال الكلبس بكل جسم من هذه الأجسام لاستكمال الدائرة ماذا تلاحظ؟

ستجد أن المصباح الموجود بالدائرة يضيء مع استخدام مواد معينة، وهى المواد الموصلة للكهرباء، بينما لا يضيء مع استخدام مواد أخرى، وهى المواد العازلة للكهرباء.

كيف يضيء المصباح الكهربى؟

ما اسم المعدن الذي نختاره لصناعة المصابيح الكهربية؟

إن الأسلاك الكهربية تصنع من معدن النحاس أو قد تصنع الكابلات الضخمة التي توزع الكهرباء على المدن من سبيكة من المعادن.. وفي الحالتين يمر التيار الكهربي بحرية أو بأقل قدر من المقاومة(Resistance).

المصباح الكهربي وبداخله
لفات رقيقة من التنجستين

ولكن ماذا يحدث إذا مرّ التيار الكهربي بسلك معدني يتميز بمقاومة مرتفعة؟

في هذه الحالة لن تختفي الطاقة الكهربية ولكن سيتحول أغلبها إلى طاقة حرارية تتوهج وتضيء. ونحن نستفيد من هذه الظاهرة في إضاءة المصابيح.. حيث يمرالتيار الكهربي بداخلها خلال نوع من المعادن يسمى تنجستين يتميز بمقاومة مرتفعة كما يتميز بأنه عندما يسخن جدًا لا ينصهر على عكس أغلب المعادن الأخرى. ويوجد في صورة لفات رفيعة جدًا يمكنك مشاهدتها داخل المصباح. فلكي تمر الكهرباء خلاله يجب أن تندفع بقوة.. أو يمكن أن نقول بشكل آخر إن الإلكترونات عندما تصل إلى ذرات هذا المعدن وترتطم بها تجعلها تهتز أكثر وأكثر وتزيد سخونتها. وهذا يجعل السلك الرقيق يسخن بشدة ويتوهج ويضئ بحرارة "بيضاء" نراها في صورة ضوء.

هل يحتوي المصباح الكهربي على هواء من الداخل؟

إن المصباح إذا احتوى على هواء من الداخل حدث تفاعل بين أكسجين الهواء ومعدن التنجستين وأدى ذلك لاحتراق المعدن. ولذا فإن المصباح الذي كُسر زجاجه لا يمكن أن يضئ مرة أخرى.

ولذا تحتوي المصابيح على نوع خاص من الغازات غير النشطة أي غير المتفاعلة.. وعادة ما تكون من نوع غاز الأرجون الخامل.

اكتشف بنفسك

ما المقصود بالمقاومة الكهربية؟

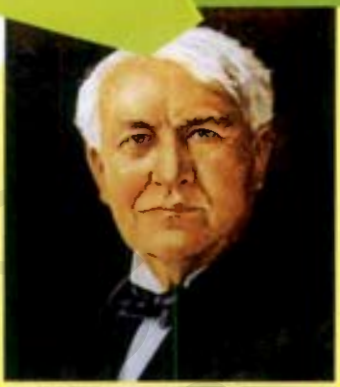
خُذ قلمين من الرصاص أحدهما قصير والآخر طويل.. وقم بتهذيب طرفيهما.

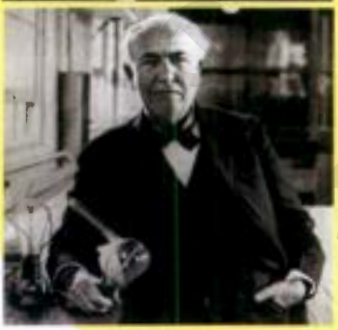
كوِّن دائرة كهربية، كالتي سبق عملها، وبدلاً من وضع كلبس الورق بين دبُّوس الضغط ضع في مرة القلم القصير وضع في مرة أخرى القلم الطويل. إن مادة القلم التي تقوم باستكمال الدائرة الكهربية مصنوعة من الرصاص الأسود(جرافيت) وهي مادة موصلة للكهرباء ولكن بدرجة ضعيفة أي أنها تتسبب في وجود مقاومة كبيرة أمام التيار الكهربي(مثل معدن التنجستين الموجود داخل المصباح الكهربي). لاحظ درجة إضاءة المصباح الموجود بالدائرة الكهربية مع استعمال القلم القصير ومع استعمال القلم الطويل.. أيهما أكثر إضاءة؟

إن القلم الطويل يجعل درجة الإضاءة أقل منها بالنسبة للقلم القصير.. وسبب ذلك هو زيادة المقاومة.

obeikan.com

من هو مخترع أول مصباح كهربى؟





من هو مخترع أول مصباح كهربي؟

يرجع الفضل في اختراع أول مصباح كهربي إلى العالم الأمريكي توماس اديسون(1847-1931م) وكان ذلك في سنة 1879م وقد قام اديسون للتوصل إلى ذلك الاختراع بتجربة مواد كثيرة، بما في ذلك سيقان البامبو، لاختيار أفضلها للإضاءة واستخدم في أول مصباح صنعه خيطًا من القطن وكان يضيء لمدة 13 ساعة فقط. أما في وقتنا الحالي تستمر إضاءة المصباح لمدة تصل إلى 1000 ساعة أو أكثر!

ما العلاقة بين الكهربية والمغناطيسية؟

اكتشافات "أورستد" و"فاراداي":

هل تعلم أنه عندما يمر تيار كهربي بسلك كهربي ملفوف يُولِّد حوله مجالاً مغناطيسيًا؟! هذه الظاهرة تسمى: المغناطيسية الكهربية (Electromagnetism) واكتشفها عالم فيزياء دنمركي اسمه "هانز كريستيان أورستيد" في سنة1819م . وقد وجد أن السلك الملفوف يعطي مجالاً مغناطيسيًا أقوى من السلك المفرود. كما وجد أن وضع جزء حديدي(كمسمار) داخل لفات السلك يزيد من التأثير المغناطيسي حيث يصبح هذا المسمار بمثابة مغناطيس كهربي(Electromagnet) ولكن هل يمكن أن يحدث العكس؟ بمعنى أن يُولد مغناطيس تيارًا كهربيًا. هذا يمكن أن يحدث بالفعل واكتشف ذلك العالم الانجليزي "ميشيل فاراداي" في سنة 1831م فعندما قام بتحريك مغناطيس داخل وخارج لفَّة من سلك كهربي سرت كهرباء داخل لفات السلك وأطلق على هذا الاكتشاف اسم: التأثير الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Induction)

اكتشف بنفسك

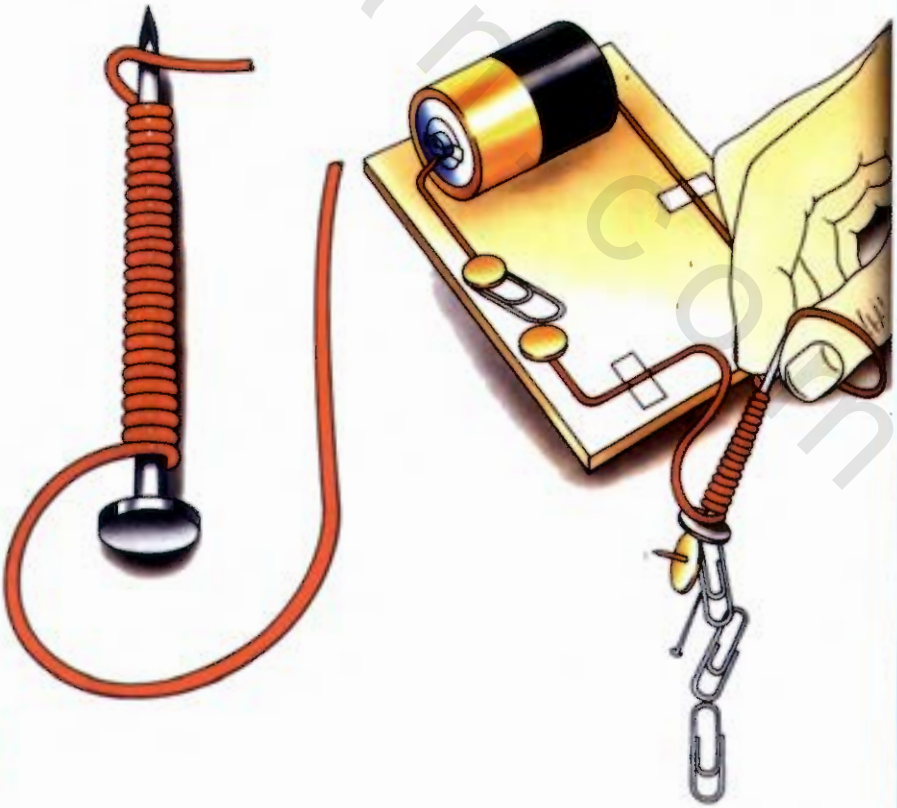
كيف تصنع مغناطيسًا كهربيًا؟

الأشياء المطلوبة :

- سلك كهربي طويل بسمك 2 مم
- مسمار كبير
- مجموعة من الكلبسات والمسامير الصغيرة ودبابيس الضغط
- بطارية كهربية صغيرة
- مفتاح لغلق وتشغيل الدائرة الكهربية في صورة كلبس ورق(على غرار التجربة السابقة).

الطريقة :

لف السلك حول المسمار الكبير مع بقاء رأس المسمار حر غير ملفوف... ثم قم بتوصيل طرفيه بموجب وسالب البطارية لإمرار التيار الكهربي مع جعل مفتاح الدائرة (الكلبس) متصلاً بالدائرة.



قرب رأس المسمار الحر من مجموعة المسامير والكلبسات. ماذا تلاحظ؟

سيجذب المسمار الكبير له المسامير الصغيرة والكلبسات لأنه أصبح مغناطيسًا كهربيًا.

والآن افصل مفتاح الدائرة الكهربية ليتوقف مرور التيار الكهربي.

ماذا تلاحظ؟ سيفقد المسمار الكبير خاصيته المغناطيسية وتبعًا لذلك تسقط المسامير الصغيرة والكلبسات.

فوائد المغناطيس الكهربى:

إننا في الحقيقة نستفيد من تمغنط الحديد بالكهرباء (المغناطيس الكهربي) في أوجه عديدة فعلى سبيل المثال تعتمد الرافعة التي ترفع الأجسام الحديدية أو مخلفات الحديد على مغناطيس كهربي. فعندما يتم تشغيل الكهرباء يتحول الجزء المعدني الضخم بالرافعة(كالذي يظهر بالصورة) إلى مغناطيس يجذب إليه الأجسام الحديدية ويمكن بذلك انتقاء الأجسام الحديدية من بين الأجسام المعدنية الأخرى التي لا تنجذب للمغناطيس مثل الألومنيوم.

كيف نحصل على الكهرباء التى تصل لمنازلنا؟

محطات توليد الكهرباء:

أغلب الكهرباء التي نحصل عليها والتي تغذي منازلنا تتولد من محطات توليد الكهرباء.

في هذه المحطات تتولد الكهرباء بناء على العلاقة بين الكهربية والمغناطيسية، كما سلف ففي هذه المحطات تُدار مغناطيسات كبيرة بين لفات من السلك الكهربي فيسري بالسلك تيار كهربي. ويستخدم في تدوير هذه المغناطيسات توربينات تدور ببخار ساخن ناتج من حرق وقود كالفحم، أو البترول، أو الغاز الطبيعي أو بالوقود

النووي.. أو تُدار بتيار من الماء أو بفعل الرياح.وتوزع الكهرباء الناتجة من خلال شبكة كبيرة من الكابلات الكهربية.

كيف نستفيد من الرياح في توليد الكهرباء؟

لعلك لاحظت في بعض البلدان وجود أعمدة طويلة تنتهي بألواح تدور أشبه بالمراوح وتوضع على مناطق مرتفعة في مهب الريح كالتلال أو الجبال. هذه عبارة عن توربينات لتوليد الكهرباء. إنها تعمل ببساطة بحركة الرياح، فالرياح تدير ألواح التوربينات وهذه بدورها تدير مغناطيسات داخل لفات من السلك الكهربي فيتولد به تيار كهربي.

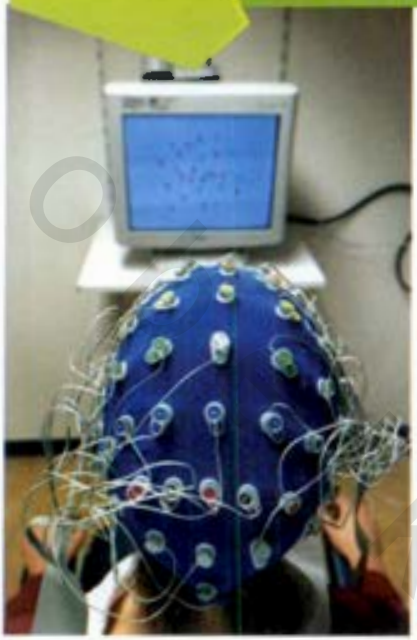
كيف تُدار الأقمار الصناعية؟

إنه لا يزال هناك مصدر آخر مهم لتوليد الكهرباء وهو الطاقة الشمسية.. وتوجد أكبر محطة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية.

إن الطاقة الشمسية هى في الحقيقة التي تمد الأقمار الصناعية بالكهرباء التي تدير أجهزتها.

ففي القمر الصناعي يوجد على الجانبين ألواح شمسية (Solar Panels) ويُغطي كل لوح بآلاف الخلايا الشمسية Solar Cells والتي تقوم بتحويل ضوء الشمس (أو طاقة الشمس) إلى طاقة كهربية وبعض الطاقة الكهربية المتولدة يتخزَّن في صورة كيميائية داخل بطاريات بحيث يُعاد شحنها مرة أخرى.

هل تعلم أن أجسامنا تحتوى على كهرباء وكذلك أغلب الحيوانات؟!



تصوير الموجات الكهربية بالمخ

الذبذبات الكهربية العجيبة!

إن المخ وشبكة الأعصاب الهائلة بأجسامنا تنتقل بينهما الرسائل والمعلومات في صورة ذبذبات كهربية وهذه الذبذبات تدير عمل القلب، وتُحرك العضلات، وتجعلنا نتخذ ردود الأفعال المناسبة. فعندما نلمس بأصبعنا نارًا على سبيل المثال يبعث المخ برسالة فورية على هيئة ذبذبات كهربية تأمر عضلات اليد بالانقباض والابتعاد عن النار. ويستطيع الأطباء من خلال تصوير الموجات الكهربية للقلب والتي تتحكم في طريقة عمله، وذلك من خلال استخدام جهاز رسم القلب الكهربي معرفة بعض الاضطرابات التي تصيب عمل القلب ووضع التشخيص المناسب والعلاج المناسب ونفس الشيء يمكن عمله بجهاز رسم المخ الكهربي والذي يفيد في تشخيص بعض الحالات المرضية مثل مرض الصرع

الكهرباء بين الحيوانات:

إن أغلب الحيوانات تعتمد كذلك مثل الإنسان على شبكة تمدها بمعلومات عن البيئة المحيطة وتسيطر على طريقة عملها وردود أفعالها لكنها توجد بالطبع في صورة أبسط بالنسبة للإنسان.

الأخطبوط:

ففي اللافقاريات (Invertebrates) مثل الأخطبوط توجد شبكة عصبية بسيطة تجعل الأخطبوط يستشعر ما حوله من خلال مجسات بأرجله العديدة ويتخذ رد الفعل المناسب للنجاة من الخطر.

الحـــوت:

وتستطيع الحيتان أن تلتقط الإشارات الكهربية الصادرة من عضلات الأسماك الأخرى الأصغر حجمًا وتعتمد على ذلك في الانقضاض على فريستها و التهامها.

الأسماك الكهربية:

وبعض الحيوانات البحرية مثل ثعابين البحر الكهربية وبعض فصائل أسماك القرموط وسمك السَّفَن كالموضح بالصورة لديها أعضاء كهربية كبيرة تنتج نبضات كهربية تكون كفيلة بقتل الأسماك الصغيرة بل قد تقتل إنسانًا!

وهناك نوع مميز غريب الشكل من الأسماك يسمى " أنف الفيل" يصدر بصورة شبه مستمرة تيارًا كهربيًا يعتمد عليه في معرفة طريقه أثناء السباحة وفي التواصل مع غيره من الأسماك من نفس فصيلته.

obeikan.com

obeikan.com

المراجع

المراجع العربية :

- الموسوعة المبسطة في العلوم. دكتور أيمن أبو الروس
- الفيزياء الممتعة. دكتور أيمن أبو الروس
- كنوز المعرفة (مكتبة الأسرة) . دكتورأيمن أبو الروس

المراجع الأجنبية

- 101 Physics Tricks, Terry Cash
- Science Encyclopedia, P
- Science Activities, Usborne
- Science Experiments, Armadillo
- First Encyclopedia Of Science, Kingfisher
- The Encyclopedia Of Science, Aladdin
- Encyclopedia Of Science Projects, Infinity Books

obeikan.com

الفهرس

مقدمة	3
ما المقصود بالكهرباء؟	5
الكهرباء الساكنة تصنع لنا ظواهر غريبة!	7
كيف ترتبط ظاهرة "البرق والرعد" بالكهرباء الساكنة؟	12
الكهرباء الساكنة تنسخ لك الأوراق من خلال ماكينة التصوير الضوئي!	16
كيف يسري التيار الكهربي؟	19
كيف تعمل البطارية الكهربية؟	21
أنواع المفاتيح الكهربية(السويتش)	25
كيف تُكون دوائر كهربية مختلفة	27
الكهرباء تُصدر لنا أصواتًا!	30
هل الكهرباء تسري خلال الماء؟	33
كيف تستخدم الكهرباء في تنقية وطلاء المعادن؟	35
لماذا نختار سلكًا معدنيًا لتوصيل الكهرباء؟	36
كيف يضيء المصباح الكهربي؟	37
ما العلاقة بين الكهربية والمغناطيسية؟	40
كيف نحصل على الكهرباء التي تصل لمنازلنا؟	42
هل تعلم أن أجسامنا تحتوي على كهرباء، وكذلك أغلب الحيوانات؟!	44
المراجع	47

obeikan.com