الظواهر الكهربائية

الكفاءة

يوظف مفهوم التيار الكهربائي لتفسير بعض الظواهر الكهربائية في الحياة اليومية

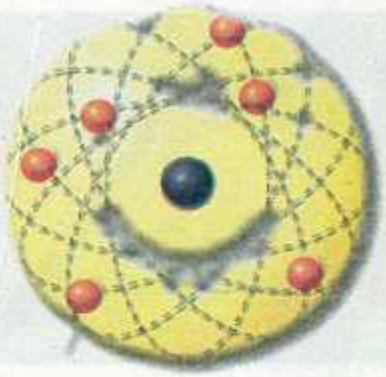
الوحدة 05

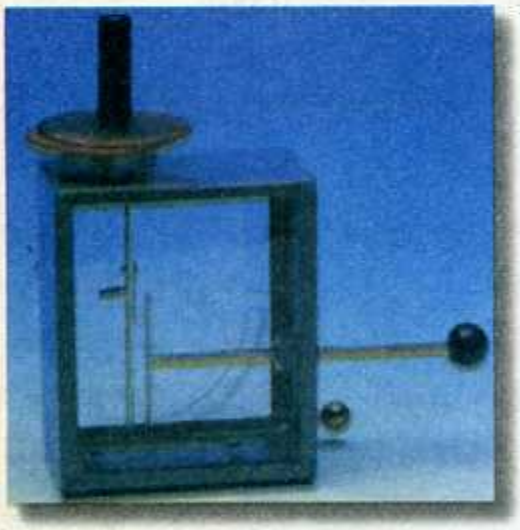
التكهرب

L'électrisation

تُظهر الصورة تجاذبا بين نواس كهربائي وقضيب من البلاستيك،
كيف يمكن تفسير ظاهرتي التجاذب والتنافر في الكهرباء؟

قدم كل من العالم طومسون والعالم رذرفورد نموذجين للذرة. فما هو الفرق بين هذين النموذجين؟





كيف نكشف عن العازل والناقل الكهربائيين باستعمال الكاشف الكهربائي؟ كيف نميز بينهما؟

Electrisation	تكهرب
Frotter	دلك
Attraction	تجاذب
Répulsion	تنافر
Charge élémentaire	شحنة عنصرية
Electroscope	كاشف كهربائي
Noyau	نواة
Electron	إلكترون

1 ـ الشحنة الكهربائية

■ **التكهرب .**

1. كيف أكهرب جسما بالدّلك؟

وثيقة 1: أدوات التجربة

• حضّر الأدوات التالية : مسطرة من البلاستيك، قصاصات من الورق، مناديل ورقية (**وثيقة 1**).

• أدلك المسطرة بالمنديل الورقي ثم قربها من القصاصات دون ملامستها.

– ماذا تلاحظ؟

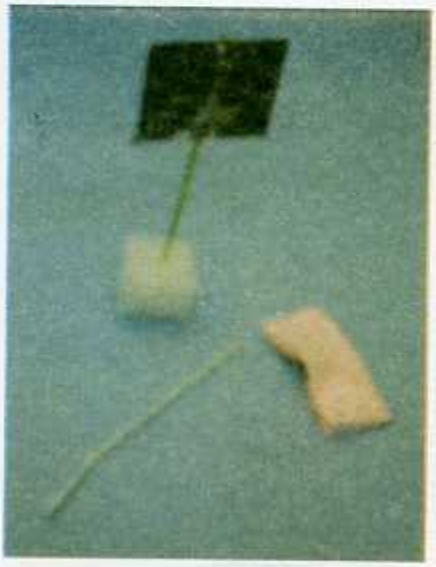
– قرّب الجزء غير المدلوك للمسطرة من القصاصات.

– ماذا يحدث ؟

– ماذا تستنتج؟

– كيف نسمي حالة المسطرة بعد دلكها؟

2. كيف أكهرب جسما باللمس؟



وثيقة 2: التجهيز المستعمل

• غلّف وجها لقطعة من الورق المقوى مستطيلة الشكل، بورق الألمنيوم بحيث يبرز قليلا من الوجه الآخر ثم علق شريطا من ورق الألمنيوم إلى خطاف من سلك معدني مثبت بالوجه المغلف للقطعة المستطيلة.(يمكن للشريط أن يدور في مستو شاقولي، عموديا على الورق) (**وثيقة 2**).

• خذ قصيبة بلاستيك و كهربها بالدلك بواسطة منديل ورقي (كما فعلت بالمسطرة سابقا) ثم مرّرها عدة مرات على الحافة الأفقية العلوية للإطار ، مع تدويرها دون ملامسة الشريط.

– ماذا تلاحظ؟

• قرّب القصيبة من الشريط .

– ماذا تلاحظ؟

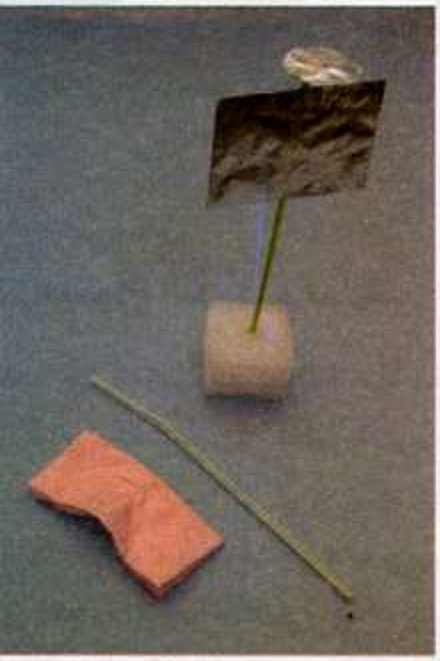
• قرب المنديل الورقي من الشريط.

ماذا تلاحظ؟

– ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

3. كيف أكهرب جسما بالتأثير؟

• قص قرصا من الورق المقوى و غلّفه بورق الألمنيوم وثبّت بمركزه ماسكا للورق وركّبه على الحافة العلوية



وثيقة 3: أدوات التجرب

للإطار المستعمل سابقا (وثيقة 3).

ألمس القرص بالسبابة و قرّب منه (دون ملامسته) قصيبة مكهربة بالدّلك بواسطة منديل ورقي.

- أبعد في اللحظة نفسها السبابة والقصيبة عن التركيب.

– ماذا تلاحظ؟

- قرّب القصيبة من شريط الألمنيوم.

– ماذا تلاحظ؟

– ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

■ الشحنة الكهربائية الموجبة والشحنة الكهربائية السالبة.

4. هل تتكهرب الأجسام بالكيفية نفسها ؟

وثيقة 4: أدوات التجرب

- حضّر الأدوات التالية : قطعتين من الطبشور، قصيبتين للمشروبات، قضيبين زجاجيين رفيعين وخفيفين، منديل ورقي.
- أدلك قصيبتي البلاستيك بالمنديل الورقي وضعهما فوق قطعتي الطبشور المتوازيتين والأفقيتين، بحيث تكون القصيبتان عموديتين عليهما وأفقيتين. وتبعد عن بعضهما بحوالي 6cm (وثيقة 4).
- قرّب (بظفرين من يدك) إحدى القصيبتين من الأخرى مع إبقائهما متوازيتين.

– ماذا تلاحظ؟

- أعد التجربة نفسها مع استبدال الماصتين بالقضيبين الزجاجيين.

– ماذا تلاحظ؟

- أدلك الآن الماصة وضعها فوق قطعتي الطبشور، ثم قرّب منها القضيب الزجاجي المدلوك أيضا.

– ماذا تلاحظ؟

– ماذا تستنتج؟

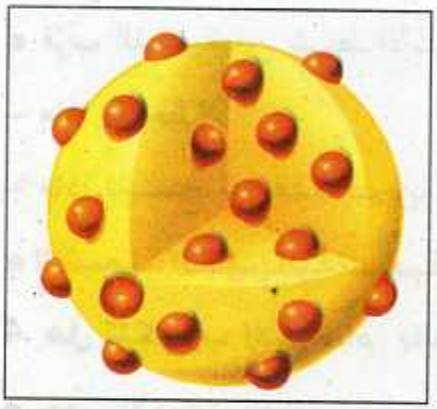
– كيف يمكن التمييز بين التشحن الكهربائي للزجاج و التشحن الكهربائي للإبونيت؟

2 ـ نموذج مبسّط للذرة

5. النموذج الكوكبي للذرة.

لقد أحيا العالم دالتون(Dalton) فكرة ديمقريطس(Démocrite) حول انقسام المادة وبنيتها المجهرية الذرية، فافترض بأن ذرات نوع كيميائي واحد تكون متماثلة فيما بينها وذات نفس الكتلة، بينما ذرات أنواع مختلفة تكون بدورها مختلفة واعتبر أن الذرة متعادلة كهربائيا.

وفي نهاية القرن التاسع عشر، طوّر طومسن (J.J.Thomson) نموذج الذرة فقال بأن الذرة على شكل كرة صغيرة مشحونة بشحنة كهربائية موجبة محشوة بدقائق ذات شحنة كهربائية سالبة (**وثيقة 5**).



وثيقة 5: نموذج طومسون

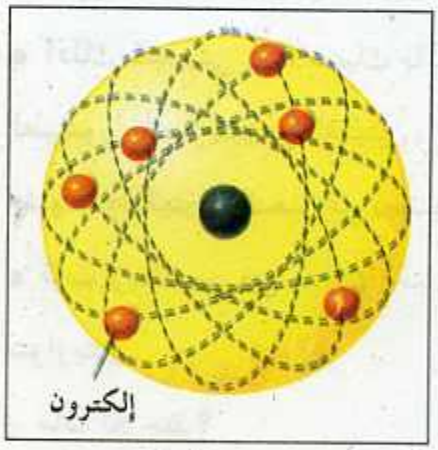
وفي سنة 1895م، اكتشف طومسن الإلكترونات ذات الشحنة السالبة.

لقد أجرى أرنست رذرفورد (E.Rutherford) تجربة في سنة 1909 حيث قذف ورقة رفيعة من الذهب بدقائق α (و هي دقائق تحمل شحنة كهربائية موجبة) . خلال هذه التجربة، لاحظ ما يلي :

– معظم الدقائق α عبرت ورقة الذهب دون أن يعترض طريقها أي حاجز، كأن الذرة متكونة أساسا من الفراغ.

– عدد ضئيل من الدقائق α انحرفت عن مسارها كأنها اصطدمت بجسم صلب.

فاستنتج من هذا بأن الذرة تحتوي على نواة كثيفة وذات شحنة موجبة تدور حولها الكترونات ذات شحنة سالبة: إنه نموذج كوكبي(**وثيقة 6**) يشبه المجموعة الشمسية حيث تدور الكواكب حول الشمس.



وثيقة 6: نموذج رذرفورد

في سنة 1913م، اكتشف رذرفورد البروتون، و هو دقيقة توجد بالنواة و شحنتها عنصرية وموجبة ومساوية إلى $e=+1,6.10^{-19}C$ ، تدور الإلكترونات حول النواة و يحمل الإلكترون شحنة كهربائية مماثلة لشحنة البروتون و لكنها ذات إشارة معاكسة $e^- = -1,6.10^{-19}\ C$

بقي التساؤل مطروحا حول تواجد هذه الشحن الموجبة في النواة رغم التنافر فيما بينها.

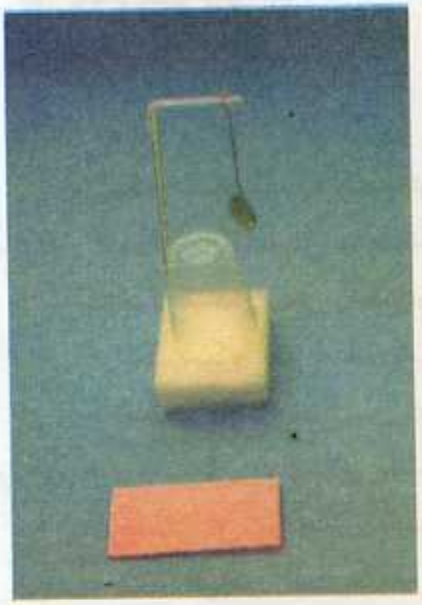
في سنة 1932م، توصل شادويك (Chadwick) إلى تقديم إجابة أولى باكتشافه للنترون (و هو دقيقة متعادلة كهربائيا وكتلته تقارب كتلة البروتون). و يسمح النترون بالحد من التنافر بين البروتونات في النواة.

– ما سبب انحراف الدقائق α عن النواة؟

– ما هي الملاحظات التي تستخلصها من تجربة قذف الدقائق α على ورقة الذهب؟
– أين تقع الإلكترونات في نموذج رذرفورد الذرة ؟
– هل يسمح نموذج طومسن بتفسير الملاحظات الناتجة عن تجربة رذرفورد؟ إشرح.
– مثّل ذرة الكربون باستعمال نموذج رذرفورد علما بأن لديها 6 إلكترونات.

6. الشحنة العنصرية.

• بما أن الذرة متكونة من نواة ذات شحنة موجبة والكترونات تدور حول هذه النواة، كيف يمكنك تفسير تكهرب الأجسام بالدلك؟
– ما هي أصغر دقيقة يمكن نزعها (أو إضافتها) للذرة؟
– ما هي إشارتها؟
– كيف نسمي الشحنة الكهربائية التي تحملها هذه الدقيقة؟



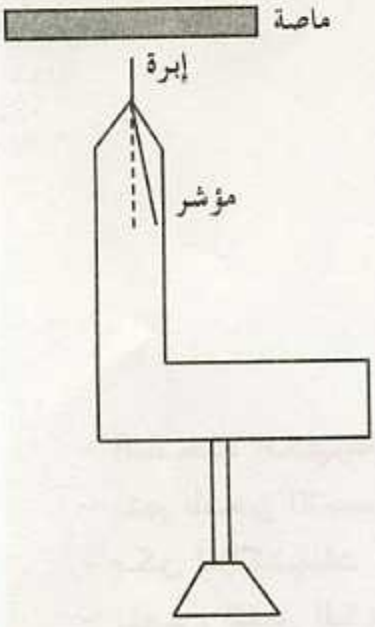
وثيقة7: نواس كهربائي

7. وحدة الشحنة الكهربائية.

• وحدة قياس الشحنة الكهربائية في النظام الدولي للوحدات هي : الكولوم (Coulomb) ويرمز لهذه الوحدة بـ: C.
– علما بأن قيمة الشحنة العنصرية تساوي $e=1,6.10^{-19}C$ ، كم يجب من الشحنات الكهربائية العنصرية حتى نتحصل على 1C؟
– ماذا تستنتج؟

8. من تجارب الكهرباء الساكنة.

• حضّر المواد والأدوات التالية :
قصيبات المشروبات، مسطرات بلاستيكية، عجين مدرسي، وصلات معدنية، مساكات الورق، غراء سائل وأشرطة لاصقة، خيوط من حرير(النايلون)، مناديل من ورق، ورق ألمنيوم، ورق مقوى.
– أنجز التركيبين التاليين :
– نواس كهربائي (**وثيقة 7**) وتجهيز مضاد للصواعق (**وثيقة 8**).



وثيقة8: مضاد الصواعق

. اهتزاز نواس كهربائي :

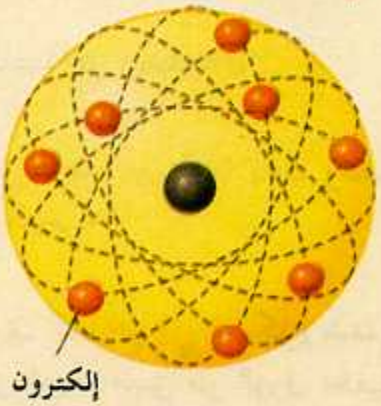
• أحضر نواسا كهربائيا ثم كهربه واجعل قرصه بين كفة يدك وقصيبة مشحونة، – ماذا تلاحظ؟كيف تفسر هذه التجربة؟

. مضاد الصواعق:

• أنجز مضاد الصواعق باستعمال ورق مقوى كما هو في الشكل(**وثيقة 8**) وثبّت به ابرة معدنية، ثم انجز المؤشر بلصق شريط ضيق من الورق الخفيف والرفيع على الورق المقوى .ثبّت الكل بقصيبة من البلاستيك مغروزة في العجينة.
قرّب قصيبة أو عدة قصيبات مشحونة من الإبرة دون لمسها، حرك االقصيبة ببطء (تلعب القصيبة دور سحابة مشحونة)
– أضرب ضربا خفيفا الورق المقوى حتى ينحرف المؤشر.
– ماذا تلاحظ؟
– كيف تفسر هذه التجربة؟

الأهم

. يمكن كهربة الأجسام بعدة طرق:
الدلك . اللمس بأجسام مكهربة. التأثير بأجسام مكهربة .
.يوجد نوعان من الكهرباء:
- الكهرباء الموجبة: هي الكهرباء المحمولة على الزجاج المكهرب.
- الكهرباء السالبة: هي الكهرباء المحمولة على الإيبونيت المكهرب.
- جسمان يحملان شحنتين كهربائيتين متعاكستين في الإشارة يتجاذبان.
- جسمان يحملان شحنتين كهربائيتين متماثلتين في الإشارة يتنافران.
.وحدة قياس الشحنة الكهربائية في النظام الدولي للوحدات هي الكولوم (Coulomb)
و يرمز لها بـ C .
.في نموذج رذرفورد، تتكون الذرة من نواة مركزية ذات شحنة موجبة، تدور حولها إلكترونات ذات الشحنة السالبة.
- إن الذرة متعادلة كهربائيا (أي عدد الشحنات الموجبة = عدد الشحنات السالبة).
مثال: تمثل ذرة الأكسجين في نموذج رذرفورد كما يلي:



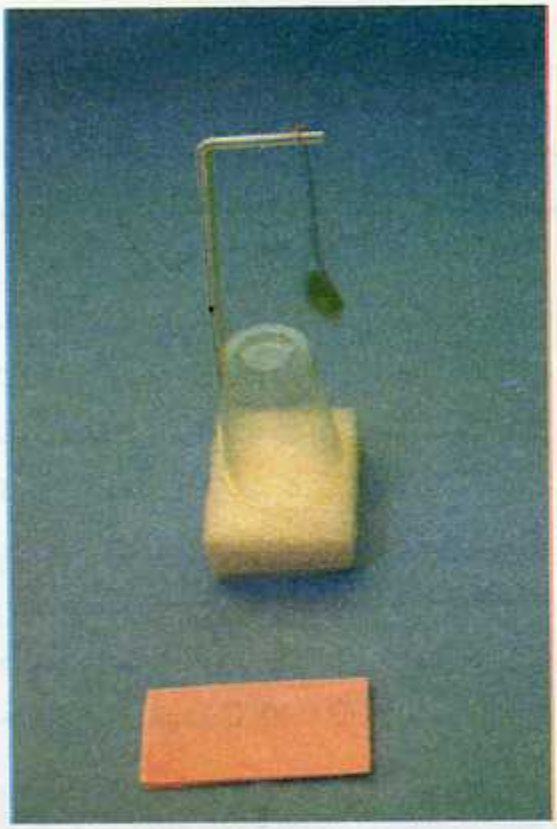
- الشحنة الكهربائية للإلكترون $e^- = -1,6.10^{-19}C$
- يتم شحن الاجسام بانتقال الإلكترونات.
- يمكن للإلكترونات أن تنتقل في النواقل (مثل المعادن) و لا يمكنها الانتقال في العوازل.
- ينمذج التيار الكهربائي في النواقل المعدنية بالحركة الإجمالية للإلكترونات الحرة.

بطاقة تجريبية

النواقل و العوازل

. الأدوات المستعملة:

نواس كهربائي يتكون من خيط من حرير يحمل في نهايته قرصا من الألمنيوم الرفيع (**وثيقة 9**) ، مسطرة من البلاستيك، قضيب من النحاس، قضيب من الخشب، منديل ورقي، قصيبة للمشروبات.



وثيقة 9 : نواس كهربائي

. التجربة :

● ضع المسطرة من البلاستيك أفقيا فوق حامل بحيث تكون احدى نهايتيها ملامسة للقرص من الألمنيوم، أدلك القصيبة عدة مرات بالمنديل، ثم المس النهاية الأخرى من المسطرة بالقصيبة.

– ماذا تلاحظ؟ هل تأثر القرص؟

– أعد التجربة بتعويض المسطرة بالقضيب النحاسي.

– ماذا تلاحظ؟

● أعد التجربة باستعمال القضيب من الخشب و قضبان من مواد أخرى.

– ماذا تلاحظ في كل حالة؟

– كيف نسمي الأجسام التي تسمح بالتأثير على هذا القرص؟

– صنف المواد التي استعملتها إلى نوعين.

التفسير:

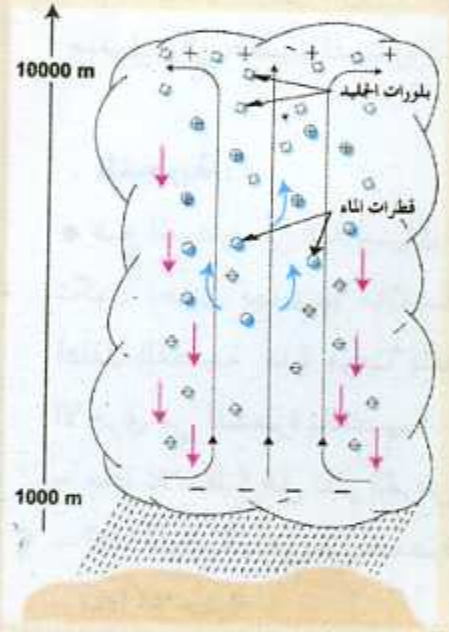
– فسر مختلف الوضعيات السابقة باستعمال الرسومات التوضيحية التي تبين مختلف الشحنات الكهربائية وكيفية انتقالها.

بعض الظواهر والتطبيقات في الكهرباء الساكنة

البرق والمضاد للصواعق:

تكوُّن السحابة الرعدية:

غالبا ما تكون السحابة المتسببة في الرعود العنيفة هي الكميلو نامبيس (cumulo-nimbus) المتشكلة من تصاعد الهواء الساخن والرطب. وعند وصوله إلى قمة السحابة، على ارتفاع 10000m، يتكثّف الماء إلى بلورات جليدية. لمّا تكبر هذه البلورات، تسقط ويتسبب تلامسها مع قطرات الماء الصاعدة في انتقال شحنات كهر بائية، فتتشحن البلورات الجليدية سلبيا في الحين الذي تكتسب فيه القطرات المائية شحنات موجبة. فتصبح هكذا قاعدة السحابة سالبة كهربائيا وقمتها تأخذ شحنة موجبة.



السحابة الرعدية

البرق والصاعقة: يبرز التفريغ الكهربائي للسحابة عبر ظاهرة ضوئية وهي البرق وظاهرة صوتية وهي الرعد.

وتمثّل ظاهرة التفريغ الكهربائي بين السحابة والأرض بالصاعقة. تقارب درجة حرارة البرق قيمة 30 000°C .

غالبا ما تصيب الصاعقة الأجسام الحادة والناقلة للكهرباء مثل الأعمدة والأشجار ورؤوس الخيم.ولذلك، ومن أجل تفادي اخطار الصواعق، يجب الابتعاد عن الأجسام السالفة الذكر.

المضاد للصواعق: تم اختراعها من طرف بن يمين فرنكلن (Benjamin Franklin) في 1779م، وهدفها توجيه الصاعقة نحو الأرض بحمل الكهرباء عبر ناقل كهربائي حتى الأرض

مضاد الصواعق.

التطبيقات في الكهرباء الساكنة:

الطلاء الكهروستاتيكي: يمكن الطلاء الكهروستاتيكي بوضع طبقة أولى من الطلاء بمردود أحسن مقارنة بالمتحصل عليه بوضع الغبرة مباشرة.

يقذف الطلاء بواسطة مسدس كهروستاتيكي موصل إلى القطب السالب لمولد ذي توتر مرتفع، فتكتسب قطرات الطلاء شحنة سالبة. يوصل هيكل السيارة إلى القطب الموجب للمولد فيكتسب شحنة كهربائية موجبة

الطلاء الكهروستاتيكي

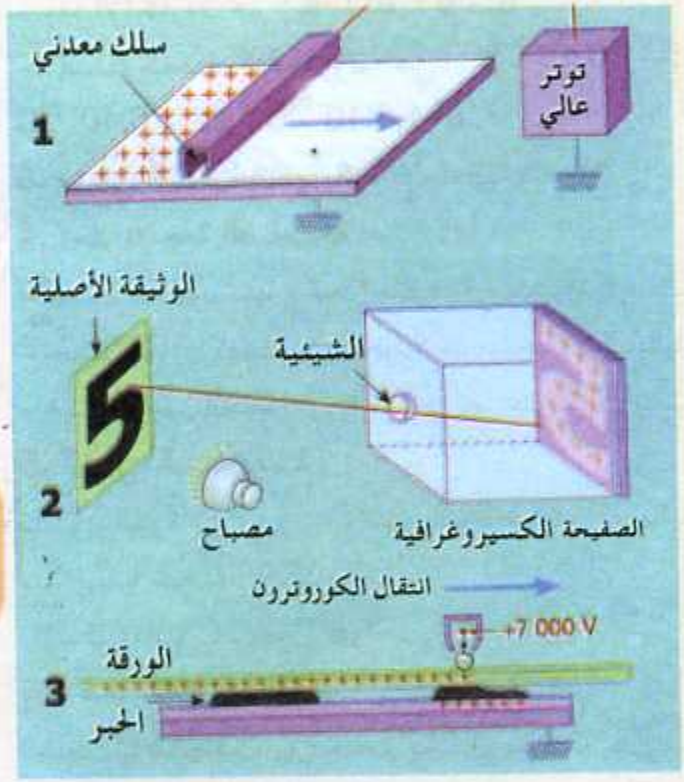
ويجذب هكذا الطلاء.

إن هذه الطريقة تسمح بالاقتصاد في الطلاء وتجنب بعثرته.

نسخ الصور بالطريقة الكهروستاتيكية:

اخترعت طريقة نقل الصورة كهروستاتيكيا في سنة 1938م وأخذت مكان الطريقة الكيميائية في الستينيات.

يتمثل الجزء الأساسي لآلة النسخ الكهروستاتيكية في اسطوانة من الألمنيوم مغلفة بالسيلينيوم (الذي يتميز بكونه عازل في الظلام وناقل بحضور الضوء). يُشحن سطح الاسطوانة إيجابيا بواسطة سلك معدني (1)، ثم، و بواسطة جهاز ضوئي، تُسقط على الاسطوانة صورة الوثيقة المراد نسخها.تتفرغ مناطق السيلينيوم المضاءة بينما تحافظ المناطق غير المضاءة، المحتوية على النص، على شحنتها الموجبة (2). تقذف بعد ذلك، دقائق الحبر على الاسطوانة وتلتصق بالمناطق المشحونة فتشكل هكذا الصورة الغبارية.



مبدأ إشتغال آلة النسخ

تُشحن الورقة ثم توضع على الاسطوانة فتجذب حبيبات الحبر، ممكّنة هكذا بانتقال الصورة الغبارية إلى الورقة (3). أخيرا ، تمر الورقة على اسطوانة ضاغطة ومسخّنة ، فتذوب دقائق الحبر وتنفذ في الورقة، وتنتج صورة الوثيقة على الورقة.

الأسئلة

- إبحث في الموسوعات وعبر شبكة الانترنت عن الأضرار التي يمكن أن تتسبب فيها الصواعق عبر العالم.
- في أي جزء من سطح السيلينيوم تتوضع دقائق الحبر؟
- إبحث عبر شبكة الانترنت، عن الأجهزة الأولى للنسخ.

05

• أختبر معلوماتي

1. اختر الإجابة الصحيحة:

– الذرة (متعادلة / غير متعادلة) كهربائيا

– كتلة الإلكترونات (صغيرة جدا / كبيرة جدا)أمام كتلة النواة.

– الإلكترونات (تدور حول / ملتصقة مع) النواة.

2. اختر الإجابة الصحيحة:

– رمز الإلكترون هو : e^+ / e / e^- / -e

– قيمة شحنة الإلكترون هي: $q=-1,6.10^{-19}C$

$q=1,6.10^{-19}C$ ، $q=-1,6.10^{+19}C$

3. ما هي الشحنة الكهربائية الإجمالية للذرة؟

4. اختر الإجابة الصحيحة:

– للجسم المشحون سلبا (عجز/ فائض) في عدد الإلكترونات.

– الجسم المتعادل كهربائيا (مشحون/غير مشحون) كهربائيا.

–الجسم المشحون إيجابيا له (زيادة/عجز)في عدد الإلكترونات.

5. أكمل الجملة التالية:

تتكون الذرة من ... و ... .تحمل النواة شحنة كهربائية .... بينما شحنة الإلكترونات....

.الإلكترونات .... حول النواة .

6. أكمل الفقرات التالية:

–يحدث التجاذب بين جسم يحمل شحنة كهربائية .... و جسم يحمل شحنة كهربائية...

عندما يحمل الجسمان شحنتين كهربائيتين متماثلتي الإشارة، يحدث... بينهما.

–علما بأن جسما A مشحونا كهربائيا يتنافر مع جسما آخر B مشحونا كهربائيا و أن B يتجاذب مع جسما مشحونا كهربائيا C، إذن الجسم A ... مع الجسمC .

–إن شحنة نواة الصوديوم توافق 11 شحنة كهربائية عنصرية موجبة، لذرة الصوديوم إذن.... الكترون.

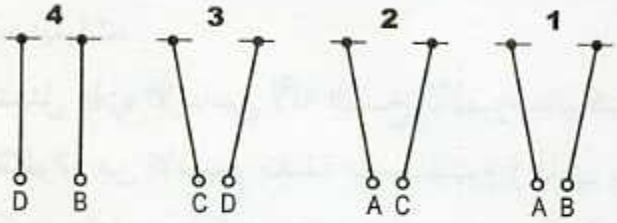
7.قالت إيمان لأخيها محمد :

الذرة لا تحتوي على شحنات كهربائية لأنها متعادلة كهربائيا.هل أصابت إيمان؟

• أستعمل معلوماتي

8. ما هي الدقائق المسؤولة عن نقل التيار الكهربائي في المعادن؟

9. علما بأن شحنة الكرية A سالبة، حدّد إشارة الشحنة الكهربائية للكريات الأخرى بالتجربة التالية:



10. أكمل الرسومات التالية بتحديد إشارة الشحنة الكهربائية المجهولة.

11. يشحن البلاستيك سلبا عند دلكه، وتلاحظ أن شعرك يعلق بالمشط عند تسريحه. لماذا؟

– لماذا ينتصب الشعر عندما نبعد قليلا المشط؟

– ما إشارة شحنة الشعر؟

12.إن قيمة شحنة الإلكترون هي $q = - 1,6.10^{-19}C$

يحمل جسم شحنة كهربائية قيمتها $q =4,8.10^{-12}C$

– ما هو عدد الإلكترونات الناقصة في هذا الجسم؟

– يحمل جسم آخر شحنة كهربائية $q = - 1,6.10^{-14}C$

– ما هو عدد الإلكترونات الزائدة في هذا الجسم؟

13. إليك الكريات المشحونة التالية: A,B,C,D,E. إذا علمت بأن C مشحونة إيجابيا،أوجد إشارة شحنات الكريات الأخرى مستغلا المعلومات التالية:

14. أجب بصح أو خطأ (و صحح الخطأ إن وجد)
– الذرة متعادلة كهربائيا.
– الإلكترونات دقائق لها شحنة كهربائية موجبة.
– قطعة من الحديد متعادلة كهربائيا.
– تحمل نواة الذرة شحنة كهربائية سالبة.

15. إن شحنة الإلكترون تساوي $q=-1,6.10^{-19}C$
– ما هي شحنة نواة ذرة الأكسجين علما بأن ذرة الأكسجين تحتوي على 8 إلكترونات.

16. أجب بصح أو خطأ :
– لا تحتوي الذرة على أي شحنة كهربائية.
– يوجد عدة أنواع من الإلكترونات.
– إن شحنة الإلكترون موجبة.
– إن كتلة البروتون أكبر من كتلة النيوترون.

17. علما بأن لذرة الفلور 9 إلكترونات :
– أُحسب الشحنة السالبة الإجمالية في هذه الذرة.
– أُحسب شحنة نواتها.
– إستنتج الشحنة الإجمالية لذرة الفلور.

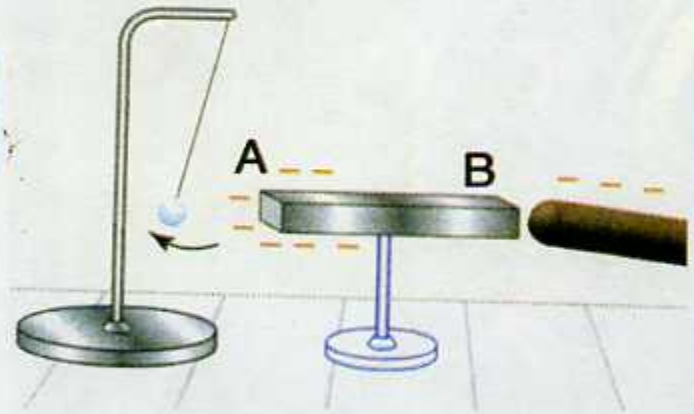
• أنمّي كفاءاتي

18. علما بأن كتلة ذرة الهيدروجين $1,67.10^{-24}g$.
أحسب عدد ذرات الهيدروجين المتواجدة في 1g من الهيدروجين.

19. علما بأن نصف قطر النواة يمثل جزء من مئة ألف من نصف قطر الذرة. إذا مثلنا النواة بكرية نصف قطرها 1cm ، ما هو نصف قطر الكرية الممثلة للذرة بهذا السلم؟ ماذا تستنتج؟

20. ننجز نواسا كهربائيا بربط خيط من القطن على حامل وفي النهاية السفلى من الخيط، نعلق كرية من البوليستيرين مغلفة بالألمنيوم .في البداية تكون الكرية المغلفة متعادلة كهربائيا، ثم نقرب منها قضيبا من الإبونيت مشحون سلبا.
– لماذا تظهر شحن موجبة على وجه الكرية المقابل للقضيب وشحن سالبة على الوجه الثاني؟
استعن برسم يوضح هذه الحالة.
– ماذا يحدث عند ملامسة الكرة بالقضيب؟

21. نحقق التجربة التالية :
نضع قضيبا معدنيا AB على حامل عازل ونضع نواسا كهربائيا عند النهاية A بحيث تلمس الكرية النهاية A
– نلمس النهاية B من القضيب بواسطة قضيب مكهرب من الأيبونيت، فنلاحظ ابتعاد النواس.
– علما بأن قضيب الأيبونيت يحمل شحنة كهربائية سالبة، لماذا تتوزع الإلكترونات على طول القضيب المعدني؟
– لماذا ينحرف النواس الكهربائي؟ ما هي إشارة الشحنة الكهربائية المحمولة من طرف كرية النواس؟
– نعيد التجربة بتعويض القضيب المعدني بمسطرة من الخشب، نلاحظ أن النواس الكهربائي لا يتحرك.فسّر ذلك.



22. أنقل الجدول التالي على كراسك واكمله :

الذرة	الكربون	الأزوت	الكبريت
عدد الإلكترونات	6		
الشحنة الإجمالية السالبة			$-25,6.10^{-19}C$
الشحنة الإجمالية الموجبة		$+11,2.10^{-19}C$	