

الفصل

الأول

1

Telegram
@alaahamed87

Electrostatic

الكهربائية الساكنة

مفردات الفصل



1-1 الكهرباء الساكنة.

2-1 الشحنة الكهربائية.

3-1 شحن المادة بالكهربائية.

4-1 الكشف الكهربائي.

5-1 شحن الكشف الكهربائي.

6-1 بعض التطبيقات العملية عن الكهرباء الساكنة.

7-1 اختلاف المواد من حيث التوصيل الكهربائي.

8-1 قانون كولوم.

9-1 المجال الكهربائي.

الأهداف السلوكية

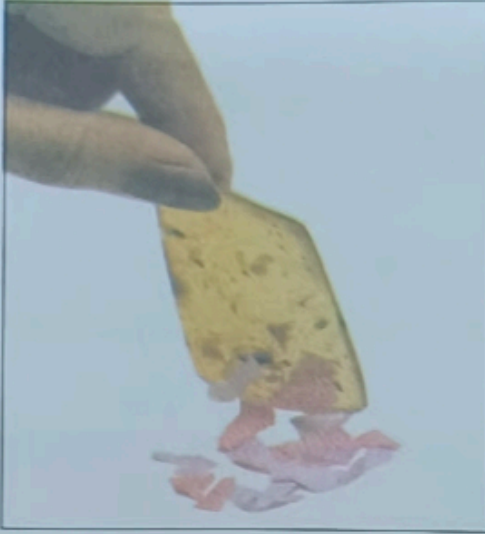
بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُعرف الكهرباء الساكنة.
- يميز بين الشحنة الكهربائية السالبة والموجبة.
- يوضح طرائق شحن الأجسام بالكهربائية الساكنة.
- يعدد أجزاء الكشف الكهربائي.
- يبين بتجارب شحن الكشف الكهربائي.
- يذكر تطبيقات الكهرباء الساكنة.
- يقارن بين المواد على وفق توصيلها للكهربائية.
- يستخدم قانون كولوم في حل المسائل الفيزيائية.

المصطلحات العلمية

Electrostatics	الكهربائية الساكنة
Electroscope	الكشاف الكهربائي
Conductor	الموصل
Insulator	العازل
Electric Charge	الشحنة الكهربائية
Coulomb's Law	قانون كولوم
Electric Field	المجال الكهربائي
Charging by Induction	الشحن بالحث
Attraction Force	قوة تجاذب
Repulsion Force	قوة تنافر

Introduction مقدمة



لقد وجد الحكيم الاغريقي أرسطو طاليس (عام 600 ق.م) ان مادة الكهرب عند دلكها بقطعة من الصوف تصير لها القابلية على جذب الاجسام الخفيفة (مثل قصاصات الورق ، قطع من القش)، وبعده وجد العالم الانكليزي وليم كلبرت (عام 1600م) ان كثيرا من المواد تشارك الكهرب في هذه الخاصية، لذا اطلق عليها اسم «الكهربائية» وهي عند الإغريق مشتقة من كلمة Electron التي اطلق عليها «الكهرمان Amber»

الكهربائية الساكنة Electrostatic

1-1

من الملاحظات المعروفة:

- إنجذاب قصاصات الورق الصغيرة إذا قربت منها مادة لدنة (بلاستيكية) كالمشط بعد دلكه بالشعر، لان المشط المدلوك يصير مشحونا بالشحنات الكهربائية الساكنة (عندما يكون الشعر جافا وبدون زيت) شكل (1).



الشكل (1)

- أو إنجذاب هذه القصاصات من بالون (نفاخة مملوءة بالهواء) بعد دلك البالون بقطعة من الصوف (سينشحن البالون بالشحنات الكهربائية الساكنة) الشكل (2).

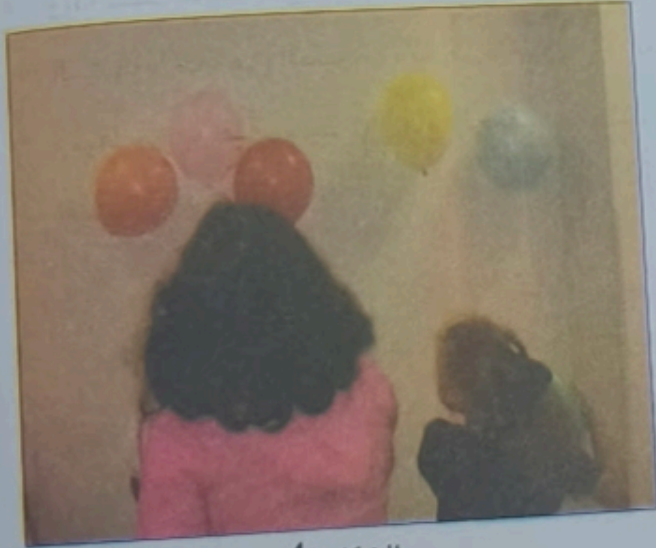


الشكل (2)



الشكل (3)

- كذلك الحال عندما تدلك بالوناً بقطعة من الصوف وتقربه من رأسك تجد ان البالون يجذب شعر رأسك (إذا كان شعرك جافاً ومن غير زيت) الشكل (3).



الشكل (4)

- وإذا دفعت البالون المشحون نحو جدار تجد أنه يلتصق بالجدار ويبقى ملتصقاً به لعدة ساعات إذا كان الجو جافاً. (لأن الهواء الرطب يساعد على تفريغ الشحنات الكهربائية بسرعة) لاحظ الشكل (4).



الشكل (5)

- وعندما تسير على سجادة من الصوف فان قدميك سيحتكان بالسجادة ويكتسبان شحنات كهربائية ساكنة، والشحنات الكهربائية المتولدة على جسمك يمكن أن تشعر بها بشكل صعقة طفيفة، عندما تتفرغ هذه الشحنات لحظة ملامسة يدك للمقبض المعدني لباب الغرفة لاحظ الشكل (5).



الشكل (6)

- ويحصل الشيء نفسه عند نزولك من السيارة بعد توقفها عن الحركة وملامسة يدك فوراً أي جزء معدني من السيارة، ستشعر بصعقة كهربائية طفيفة، أو إذا مسكت الجزء المعدني من المفتاح بيدك وقربته من الجزء المعدني للسيارة، ستحدث شرارة كهربائية صغيرة بين طرف المفتاح والسطح المعدني للسيارة لاحظ الشكل (6).



الشكل (7)

- وإذا دلكت مشطاً من البلاستيك بشعرك (أو دلكت هذا المشط بقطعة من الصوف) ثم قربته من ماء ينساب رفيعاً من حنفية، تجد أن ماء الحنفية ينجذب نحو المشط. لاحظ الشكل (7).



الشكل (8)

- وفي بعض المتنزهات العامة توجد أجهزة مسلية للأطفال، منها لعبة التزحلق البلاستيكية، لاحظ الشكل (8). ففي أثناء إنزلاق الطفل تحتك ملابسه مع أرضية اللعبة البلاستيكية، وسيكتسب جسمه شحنات كهربائية ساكنة. وعند ملامسة الطفل فوراً لأي عمود معدني قريب منه فإن الطفل سيشعر بصعقة كهربائية طفيفة نتيجة لتفريغ الشحنات التي إكتسبها جسمه بالاحتكاك.

هل تعلم

قد تكون الكهرباء الساكنة ذات الشدة العالية جداً كالبرق مثلاً الشكل (9)، خطيرة ومميتة إذا صعقت شخصاً. تتسبب الصاعقة في حدوث حرائق كبيرة في الغابات عندما تفرغ شحنتها في إحدى أشجارها. الشكل (10).



شكل (9)



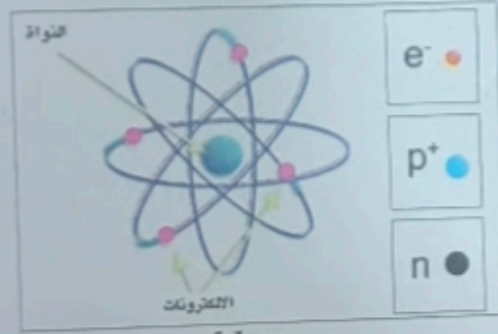
شكل (10)

من المعروف أن المادة تتألف من جسيمات صغيرة جداً تدعى بالذرات.

تحتوي الذرة إلكترونات سالبة الشحنة (e^-) تدور بسرعة عالية جداً حول النواة التي تحوي على بروتونات موجبة الشحنة (p^+) ونيوترونات (n) متعادلة الشحنة. الشكل (11).

وترتبط الإلكترونات بنواة الذرة بقوى مقاديرها متفاوتة حسب بعدها عن النواة.

وإن معظم ذرات المواد تكون متعادلة كهربائياً (عدد إلكتروناتها يساوي عدد بروتوناتها) لاحظ الشكل (12-a).

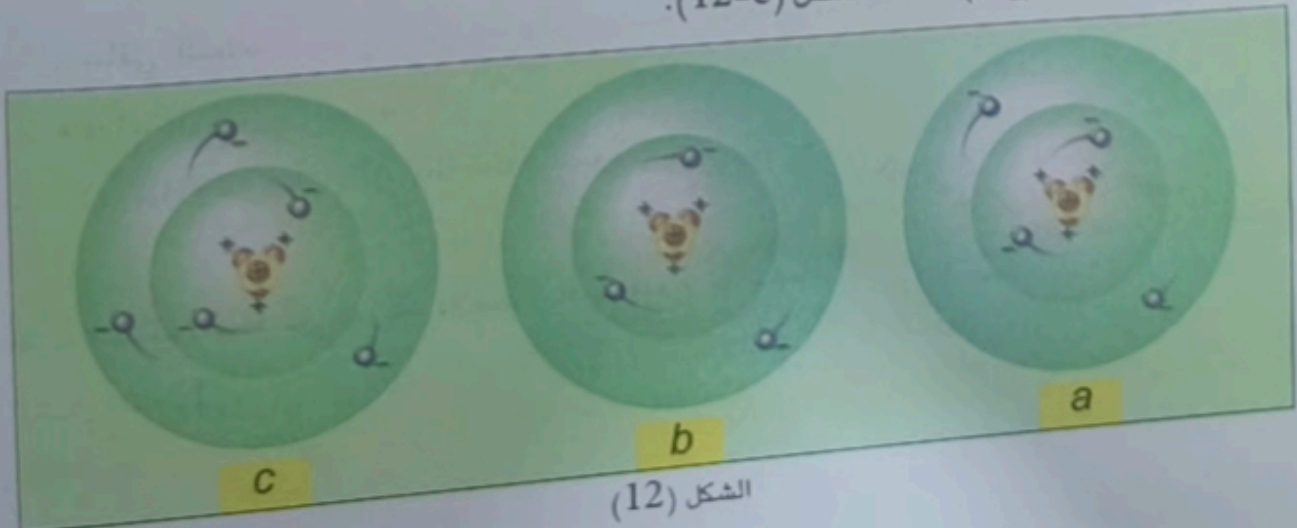


الشكل (11)

نوعا الشحنة الكهربائية @alaahamed87

هناك ذرات في مواد تفقد بعضاً من إلكتروناتها الخارجية بوجود مؤثر خارجي يساعدها على ذلك، فإذا حصل نقص في عدد الإلكترونات الذرة بسبب هروب بعض منها إلى خارج الجسم، تصبح الذرة أيوناً موجباً ويكون الجسم مشحوناً بالشحنة الموجبة ($+Q$) الشكل (12-b).

أما الجسم الذي تكتسب ذراته بعضاً من إلكترونات ذرات أجسام أخرى تصبح الذرة أيوناً سالباً ويكون الجسم مشحوناً بالشحنة السالبة ($-Q$). لاحظ الشكل (12-c).



الشكل (12)

من المهم أن تعرف المعلومات التالية:

- البروتون داخل نواة الذرة وشحنته موجبة ومقدارها يساوي مقدار شحنة الإلكترون.
- أن شحنة الإلكترون أو البروتون تعد أصغر وحدة قياس للشحنات.
- أن شحنة أي جسم مشحون تساوي مضاعفات صحيحة لمقدار شحنة الإلكترون

$$\left(\frac{\text{شحنة الجسم}}{\text{شحنة الإلكترون}} = \text{عدد الإلكترونات} \right)$$
- لقد أوضحت التجارب أن مقدار شحنة الإلكترون يساوي $(1.6 \times 10^{-19} \text{ Coulomb})$.
- وأن الكولوم هي وحدة قياس الشحنات الكهربائية.
- الكولوم الواحد (1 Coulomb) يعادل شحنة كمية من الإلكترونات عددها 6.25×10^{18} الكترون (electron).
- والكولوم وحدة كبيرة واجزائها الشائعة الاستعمال هي:
 المايكرو كولوم $(1 \mu\text{C} = 10^{-6}\text{C})$ والنانو كولوم $(1 \text{ nC} = 10^{-9}\text{C})$

قوى التجاذب والتنافر بين الشحنات الكهربائية

الشحنات المتشابهة تتنافر مع بعضها والشحنات المختلفة تتجاذب مع بعضها

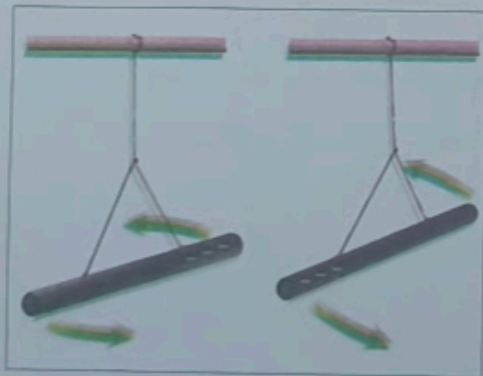
نشاط

أدوات النشاط: ساقان متماثلتان من المطاط الصلب، ساقان متماثلتان من الزجاج، قطعتان أحدهما من (الصوف أو الفرو) واخرى من الحرير، خيوط من القطن أو الحرير، حاملين.

الخطوات:

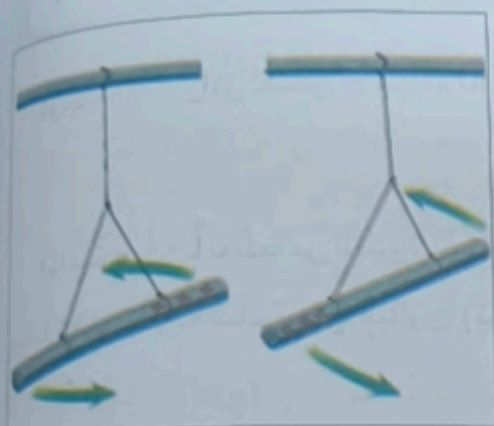
أولاً:

- نعلق ساقى المطاط بوضع أفقي بخيطين بوساطة حاملين ونجعلهما متقاربين من بعضهما.
 - ندلك كل منهما وعلى أفراد بوساطة قطعة الصوف. (ستشحن كل منهما بالشحنة السالبة)
 - نترك الساقين معلقتين بحرية، نلاحظ تنافرها مع بعضهما
- الشكل (a-13).



الشكل (a-13)

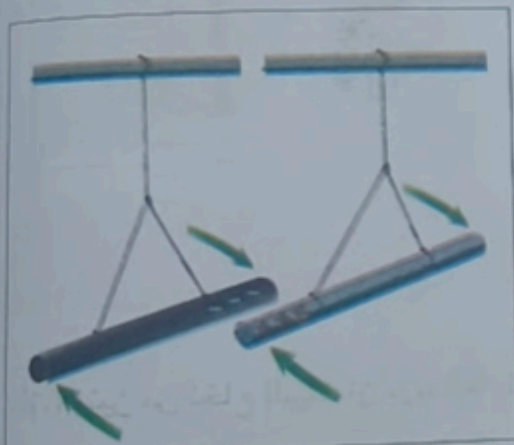
نستنتج من النشاط الأول: أن الشحنات المتشابهة تتنافر مع بعضها



الشكل (b) 13-

- نعلق ساقى الزجاج بوضع افقي بخيطين بوساطة حاملين ونجعلهما متقاربتين من بعضهما.
- ندلك كل منهما وعلى انفراد بوساطة قطعة الحرير.
- (ستتشن كل منهما بالشحنة الموجبة)
- نترك الساقين معلقتين بحرية، نلاحظ تنافرها لاحتظ الشكل (13-b).

نستنتج من النشاط الثاني: أن الشحنات المتشابهة تتنافر مع بعضها



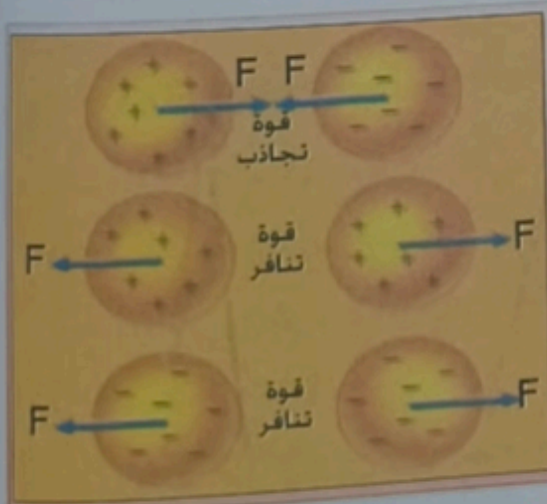
الشكل (c) 13-

- نعلق ساق من الزجاج وساق أخرى من المطاط بوضع أفقي بخيطين بوساطة حاملين ونجعلهما متقاربتين من بعضهما.
- ندلك ساق الزجاج بقطعة الحرير (ستتشن الساق بالشحنة الموجبة) وندلك ساق المطاط بقطعة الصوف ستتشن الساق بالشحنة السالبة).
- نترك الساقين معلقتين بحرية، نلاحظ تجاذبهما الشكل (13-c).

نستنتج من النشاط الثالث: أن الشحنات المختلفة تتجاذب مع بعضها

نذكر

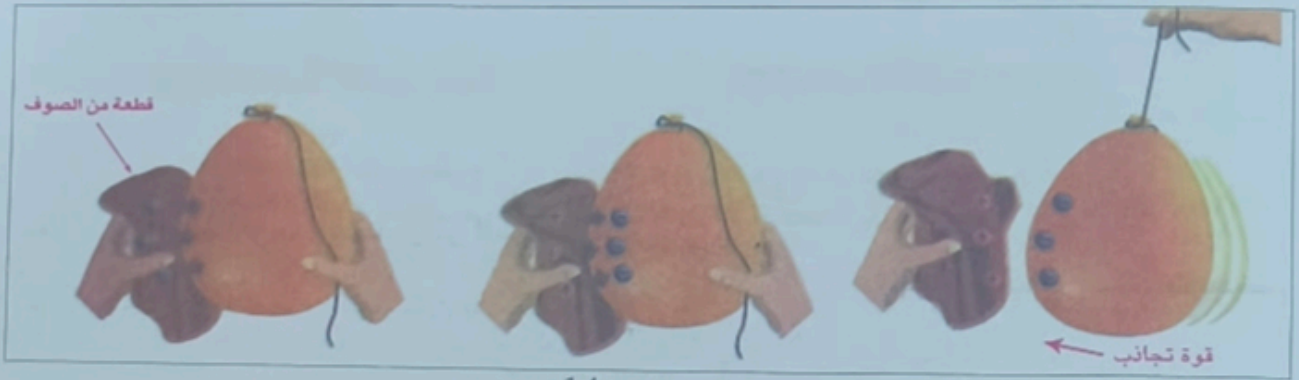
- الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب مع بعضها.
- الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر مع بعضها.



توجد ثلاث طرائق لشحن الأجسام بالكهربائية الساكنة هي:

a - الشحن بطريقة الدلك:

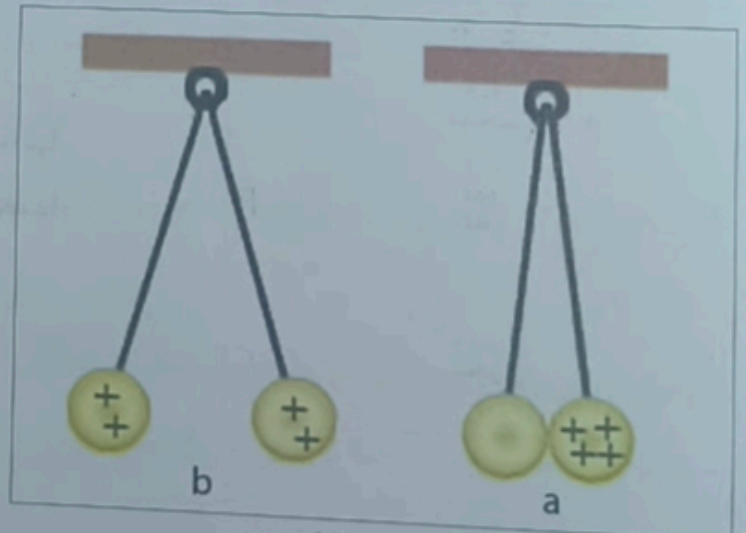
إذا دلكت بالوناً بقطعة من الصوف ستظهر شحنة موجبة على قطعة الصوف (نتيجة لفقدانها بعضاً من إلكتروناتها)، بينما تظهر شحنة سالبة على البالون (نتيجة لاكتسابه تلك الإلكترونات). وإذا علقت البالون المشحون بالشحنة السالبة بخيط من مادة عازلة وقربت منه قطعة الصوف المشحونة بالشحنة الموجبة، تجد أن قطعة الصوف هذه تجذب إليها البالون، الشكل (14).



الشكل (14)

b - الشحن بطريقة التماس:

علق كرتين من نخاع البيلسان بوساطة خيطين من مادة عازلة ومن نقطة واحدة. اشحن إحدى الكرتين بملامستها لساق من الزجاج مدلوكة بالحرير ثم اتركها لتلامس الكرة الأخرى غير المشحونة كما في الشكل (15-a)، تلاحظ بعد ذلك إبتعاد الكرتين عن بعضهما وهذا يدل على أن الكرة الثانية غير المشحونة قد اكتسبت جزءاً من شحنة الكرة الأولى بالتماس مما أدى إلى تنافر الكرتين شكل (15-b).

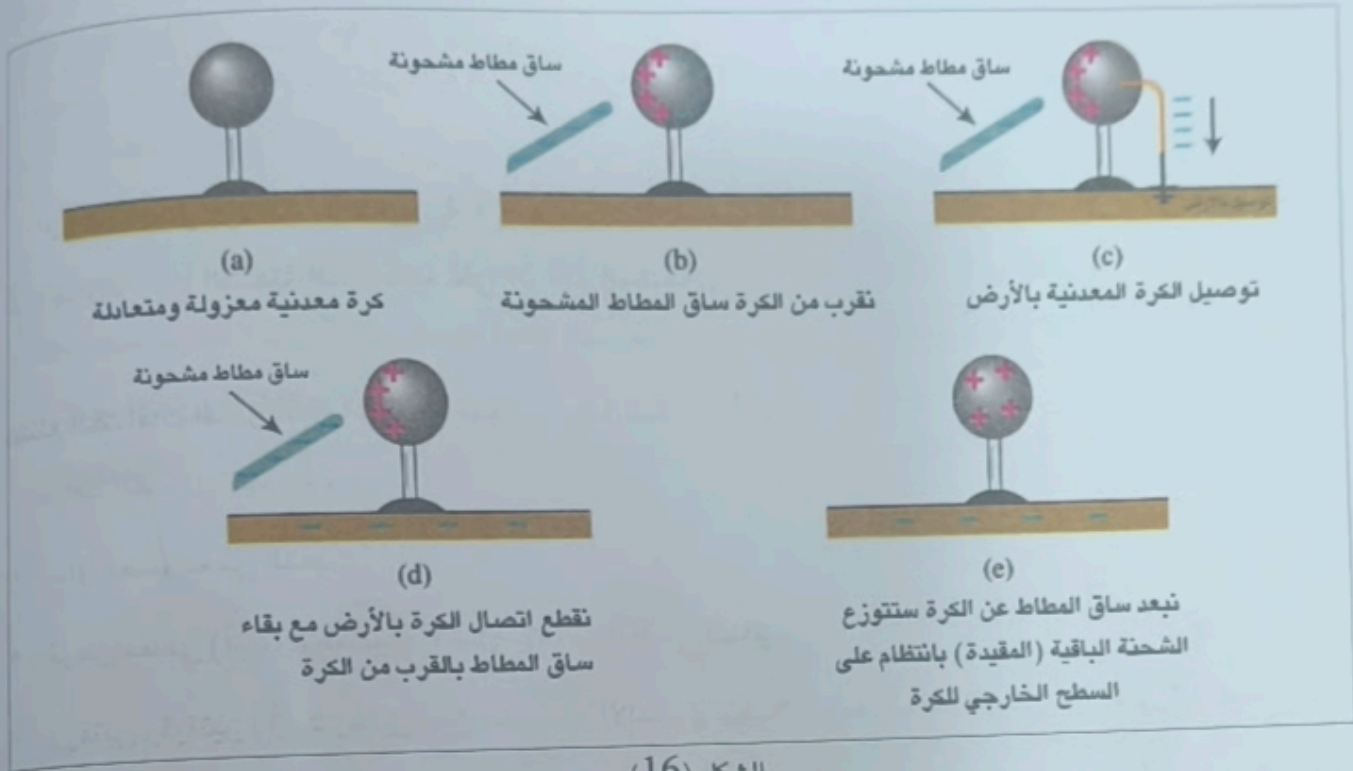


الشكل (15)

هل تعلم

أن الجسم المشحون المعزول يفقد شحنته الكهربائية عند تركه في الهواء، وإن سرعة تفريغ شحنته الكهربائية تزداد بزيادة رطوبة الجو.

C- الشحن بطريقة الحث:



الشكل (16)

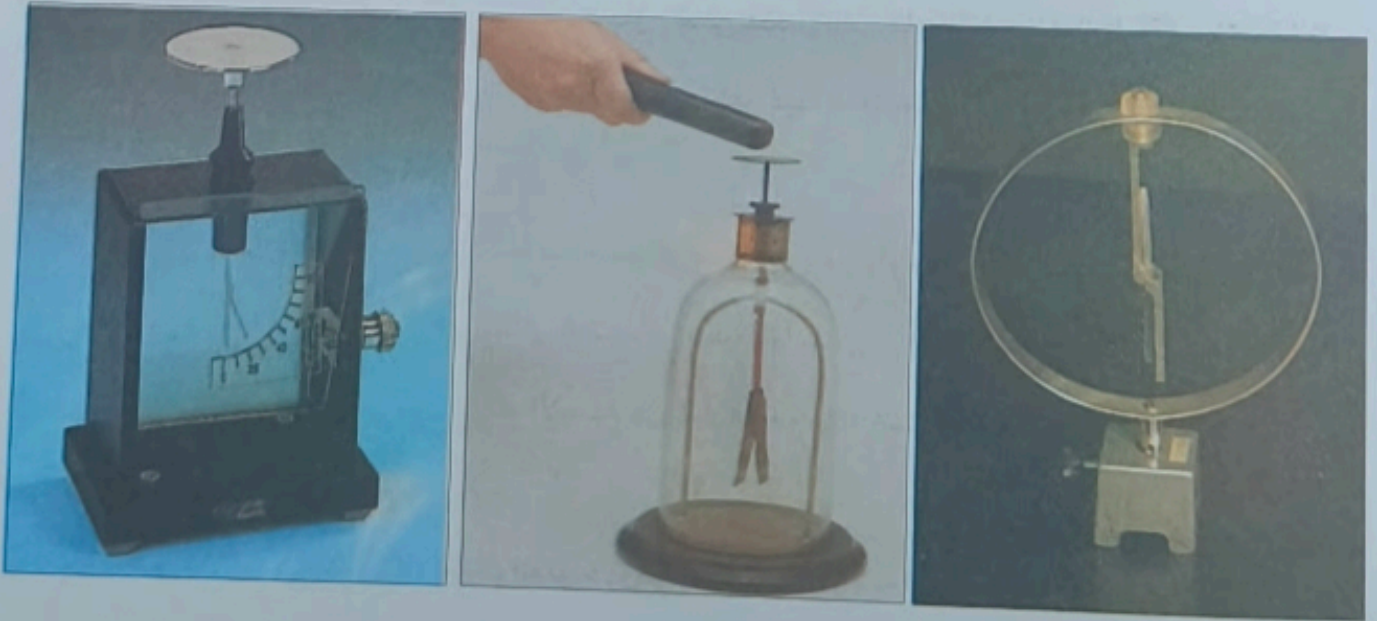
- عند تقريب ساق من المطاط الصلب مشحونة بشحنة سالبة (تصير شحنتها سالبة بعد ذلكها بالصوف) من سطح كرة معدنية متعادلة كهربائياً ومعزولة، فإن شحنة الساق السالبة (الإلكترونات) سوف تنافر بعضاً من الإلكترونات سطح الكرة وتدفعها إلى الجهة البعيدة عن الساق (تدعى هذه الإلكترونات بالشحنات الطليقة)، ونتيجة للنقص الحاصل في عدد الإلكترونات الجهة القريبة من الساق، تظهر فيها شحنة موجبة (تدعى هذه الشحنات بالشحنات المقيدة). لاحظ الشكل (16-b).
- نوصل الكرة المعدنية بالأرض بربط سطحها بسلك موصول بالأرض (أو بلامسة سطحها باصبع اليد) مع بقاء الساق المشحونة قريبة من الكرة، نجد أن الشحنات الطليقة قد تسربت إلى الأرض لاحظ الشكل (19-c).
- نقطع إتصال الكرة مع الأرض (نرفع الاصبع عن الكرة) مع بقاء الساق قريبة من الكرة نجد بقاء الشحنة المقيدة في موضعها. لاحظ الشكل (16-d).
- نبتعد الساق عن الكرة، نجد أن الشحنات المقيدة (وهي الشحنات الموجبة المخالفة لشحنة الساق) تتوزع بانتظام على السطح الخارجي للكرة. لاحظ الشكل (16-e). وان الاستدلال عن وجود الشحنة من عدمها على جسم ما يتم باستعمال جهاز الكشاف الكهربائي.

جهاز يستعمل في تجارب الكهرباء الساكنة لأغراض منها:

- 1 - الكشف عن وجود شحنة كهربائية على جسم ما.
 - 2 - لمعرفة نوع الشحنة الكهربائية على الجسم المشحون.
- تصنع الكشافات الكهربائية بأشكال مختلفة، لاحظ الشكل (17).

يتألف الكشاف الكهربائي من:

- ساق مصنوعة من المعدن.
- قرص معدني (أو كرة معدنية) يتصل بالطرف العلوي للساق.
- ورقتين رقيقتين (أو شريطين) من الذهب أو الألمنيوم تتصلان بالطرف السفلي للساق (أو ورقة رقيقة واحدة من الذهب أو الألمنيوم تتصل بالطرف السفلي للساق) أو (تعلق من منتصفها على محور في نهاية الساق لتكون طليقة الحركة).
- صندوق من الزجاج أو المعدن أو الخشب ذو نافذة زجاجية.
- سدادة من الفلين أو المطاط في الجزء العلوي من الصندوق لعزل الساق والورقتين عن الصندوق.



الشكل (17) أشكال مختلفة من الكشافات الكهربائية.

شحن الكشاف الكهربائي بطريقة التماس (التوصيل)

نشاط (a)

أدوات النشاط: كشاف كهربائي ، مشط من البلاستيك.

خطوات النشاط:

- نذلك المشط بالشعر (بشرط أن يكون الشعر جافاً وبدون زيت).
- نجعل المشط يلامس قرص الكشاف المتعادل كهربائياً.
- نلاحظ إبتعاد ورقتي الكشاف لاحظ الشكل (18).

تفسير النشاط:

عند حصول التماس بين المشط المشحون وقرص الكشاف المتعادل كهربائياً، تبتعد ورقتا الكشاف الكهربائي، بسبب ظهور قوة تنافر بينهما، لاكتساب الورقتين النوع نفسه من الشحنات (مماثلة لشحنة الجسم الملامس).



الشكل (18)

شحن الكشاف الكهربائي بطريقة الحث

نشاط (b)

أدوات النشاط: كشاف كهربائي ، ساق من الزجاج ، قطعة من الحرير.

خطوات النشاط:

- نذلك ساق الزجاج بقطعة الحرير
- (تظهر على الساق شحنة موجبة) الشكل (19-a).
- نقرب ساق الزجاج المشحونة من قرص كشاف متعادل كهربائياً.



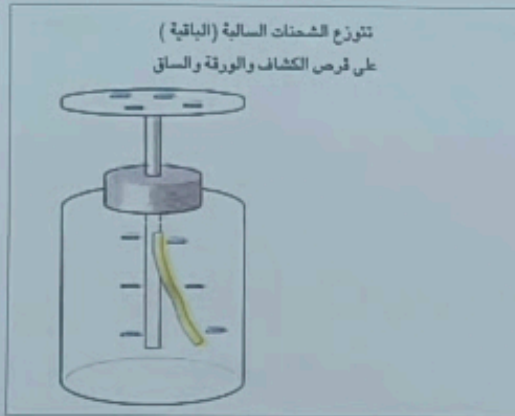
الشكل (19-a)



الشكل (b) 19-



الشكل (c) 19-



الشكل (d) 19-

تلاحظ تنافر ورقة الألمنيوم مع الساق المعدنية للكشاف
الشكل (b-19). وهذا دليل على أن الكشاف صار مشحوناً،
(ينشحن قرص الكشاف بالشحنة السالبة وهي الشحنة
المقيدة وتنشحن ورقة الألمنيوم بالشحنة الموجبة وهي
الشحنة الطليقة). أي دائماً ينشحن القرص بالشحنة المخالفة
لتجاذب شحناته مع شحنات المؤثر والورقة والساق بالشحنة
المشابهة لتنافر شحنتهما مع شحنة المؤثر.

- نصل قرص الكشاف بالأرض (بوضع إصبع اليد على
قرص الكشاف) مع بقاء ساق الزجاج المشحونة بالقرب
من قرص الكشاف نلاحظ إنطباق الورقة على ساق الكشاف
الشكل (c-19) (بسبب اكتساب الكشاف الإلكترونات من
الأرض).

- نقطع إتصال قرص الكشاف بالأرض (نرفع الإصبع عن
قرصه) مع بقاء ساق الزجاج المشحونة بالقرب من قرص
الكشاف. نجد بقاء الورقة منطبقة على ساق الكشاف.
أخيراً نبعد ساق الزجاج عن الكشاف، نلاحظ تنافر ورقة
الألمنيوم مع ساق الكشاف، الشكل (d-19).
وهذا يدل على توزع الشحنات الباقية (الشحنات التي كانت
مقيدة) على قرص الكشاف والساق والورقة.

هل تعلم

عند اتصال موصل ما مشحون
بالأرض بسلك معدني يقال له بأنه مؤرض
grounded، فتتبادل شحنته باعتبار
الأرض مستودع كبير لتصريف الشحنات
الكهربائية التي تنتقل منها وإليها بسهولة.



- الكشف الكهربائي المشحون بطريقة التماس تنفرج ورقته لآكتسابهما شحنة مماثلة لشحنة الجسم الملامس.



- الكشف الكهربائي المشحون بالحث تنفرج ورقته لآكتسابهما شحنة مخالفة لشحنة الجسم المقرب من قرص الكشف.

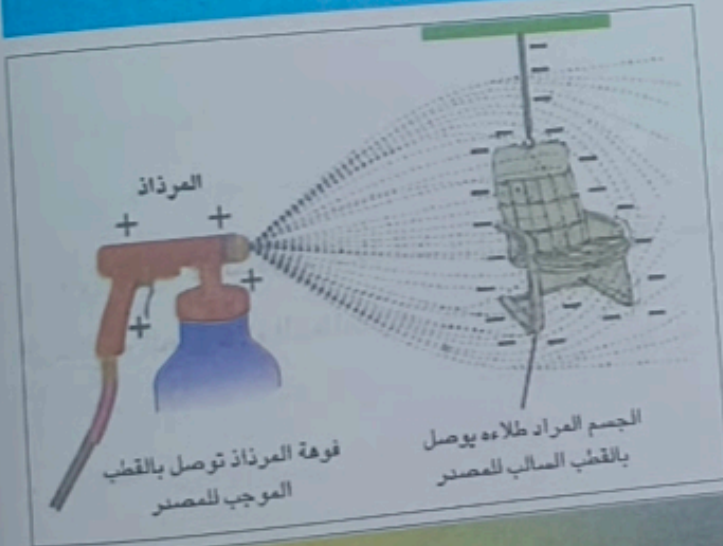
6-1

بعض التطبيقات العملية عن الكهربائية الساكنة

تستثمر الكهربائية الساكنة في عمل الأجهزة التالية:

المرذاذ:

من أمثله جهاز صبغ السيارات (أو صبغ أي جسم آخر موصل مثل الكرسي) لاحظ الشكل (20)، إذ توصل فوهة المرذاذ بالقطب الموجب للمصدر الكهربائي، وهذا يجعل جميع قطيرات الصبغة (الطلاء) الخارجة من فوهته مشحونة بشحنة موجبة، فتتبع بعض بعضها عن بعض بسبب قوى التنافر بينها.



الشكل (20)

اما الجسم الموصل المراد صبغه مثل السيارة أو الكرسي فيوصل مع القطب السالب للمصدر أو يوصل بالارض وهذا يساعد على إنجذاب قطيرات الصبغ إلى سطح ذلك الجسم مما يجعل عملية الصبغ هذه متجانسة وجيدة. وتستثمر الكهربائية الساكنة أيضا في تطبيقات أخرى مثل أجهزة الاستنساخ وفي أجهزة الترسيب التي تستعمل في معامل صناعة الأسمنت للتقليل من التلوث البيئي وكذلك في تثبيت مواد التجميل والعدسات اللاصقة.

اختلاف المواد من حيث التوصيل الكهربائي

7-1

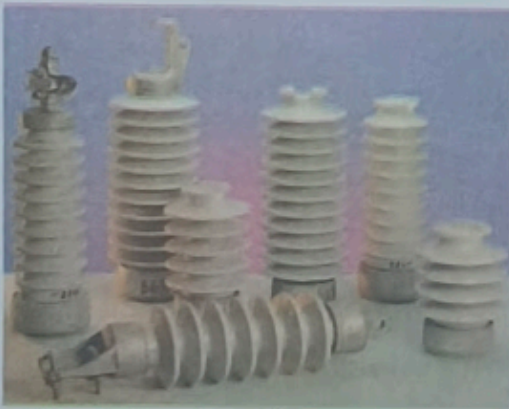


الشكل (21) مادة موصلة

تقسم المواد من حيث قابليتها على التوصيل الكهربائي إلى:

1- الموصلات (Conductors):

هي مواد تحتوي وفرة من الشحنات الكهربائية السالبة الشحنة (الالكترونات ضعيفة الارتباط بالنواة) من أمثلتها النحاس والفضة والألمنيوم وغيرها وتتحرك الالكترونات خلال هذه المواد بسهولة، فهي موصلات جيدة، الشكل (21).



الشكل (22) مادة عازلة

2- العوازل (Insulators):

هي مواد لا تتحرك فيها الشحنات الكهربائية بحرية، مثل الزجاج والصوف والمطاط وغيرها الشكل (22).

من المشاهدات التي تحتاج إلى تفسير :

- إذا مسكت بيدك ساق من النحاس من أحد طرفيها ودلكتها بقطعة من الصوف أو الفرو وقربتها من قصاصات صغيرة من الورق تلاحظ عدم إنجذاب تلك القصاصات إليها، وقد تعتقد ان ساق النحاس لم تنشحن. ولكن حقيقة ذلك هو: ان الشحنات الكهربائية المتولدة على ساق النحاس بالدلك والممسوكة باليد قد تسربت مباشرة إلى الارض عن طريق جسمك.

هل تعلم

توجد مواد تسمى اشباه الموصلات (مثل السيلكون والجرمانيوم) تمتلك قابلية توصيل كهربائي في ظروف معينة وتسلك سلوك العازل في ظروف أخرى.

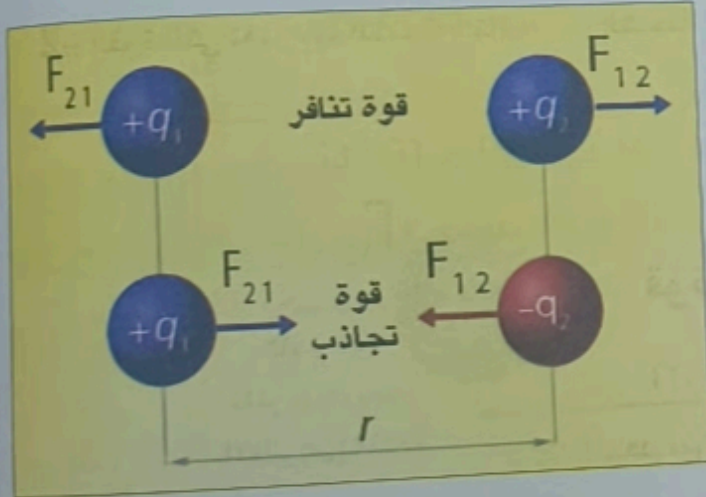


الشكل (23)

- لو مسكت ساق من النحاس نفسها من أحد طرفيها بمقبض من مادة عازلة (أو لبست كفا من المطاط)، شكل (23) ودلكت الساق بقطعة من الصوف أو الفرو ثم قربتها من تلك القصاصات الورقية، تجد أنها تنجذب نحو الساق، فنستنتج من ذلك أن ساق النحاس يمكن شحنها بالكهربائية الساكنة واحتفاظها بالشحنات لفترة قصيرة إذا كانت معزولة.

قانون كولوم Coulomb's law

8-1



الشكل (24)

لقد عرفنا أن الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر مع بعضها والشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب مع بعضها، وهذا يعني وجود قوى كهربائية متبادلة بين الشحنات تؤدي إلى تنافرها أو تجاذبها. الشكل (24).
لقد وجد العالم كولوم أن القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين ساكنتين تتناسب تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقداريهما وعكسياً مع مربع البعد بينهما.

والصيغة الرياضية لقانون كولوم هي:

القوة الكهربائية = ثابت $\times$ $\frac{\text{مقدار الشحنة الاولى} \times \text{مقدار الشحنة الثانية}}{\text{مربع البعد بين الشحنتين}}$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

حيث (F): القوة الكهربائية مقاسة بوحدة النيوتن (N).
 (q_2, q_1) مقدار كل من الشحنتين النقطيتين مقاسة بوحدة الكولوم (C).
 (r) البعد بين مركزي الشحنتين مقاساً بوحدة المتر (m).
 (k) ثابت التناسب يعتمد على نوع مادة الوسط بين الشحنتين ومقداره في الفراغ يساوي:

$$k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$$

مثال

وضعت شحنة كهربائية نقطية موجبة مقدارها ($+4 \times 10^{-6} C$) على بعد ($0.06m$) من شحنة كهربائية نقطية أخرى موجبة أيضاً مقدارها ($+9 \times 10^{-6} C$). احسب مقدار:

- 1- القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية. وما نوعها؟
- 2- القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى. وما نوعها؟



الحل:

نطبق قانون كولوم:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

1- لتكن (F_{12}) القوة التي تؤثر فيها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية:

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \times \frac{(+4 \times 10^{-6} C) \times (+9 \times 10^{-6} C)}{(0.06 m)^2} = \frac{9 \times 4 \times 9 \times 10^{9-6-6}}{36 \times 10^{-4}}$$

$$F_{12} = 90 N$$

بما ان القوة الكهربائية موجبة فهي قوة تنافر

2- لتكن (F_{21}) القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى:

$$F_{21} = 9 \times 10^9 \times \frac{(+9 \times 10^{-6} \text{C}) \times (+4 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.06 \text{m})^2} = \frac{9 \times 9 \times 4 \times 10^{9-6-6}}{36 \times 10^{-4}}$$

$$F_{21} = 90 \text{N}$$

والقوة هي قوة تنافر

بما ان القوى متبادلة بين الشحنات الكهربائية، فانها تخضع للقانون الثالث لنيوتن أي ان:

$$F_{21} = -F_{12}$$

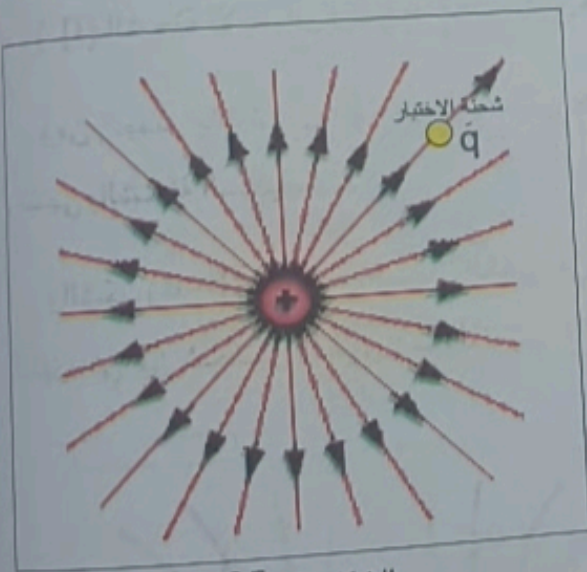
وهذا يعني ان القوة الكهربائية التي تؤثر فيها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية تساوي القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه.

9-1

المجال الكهربائي The electric field

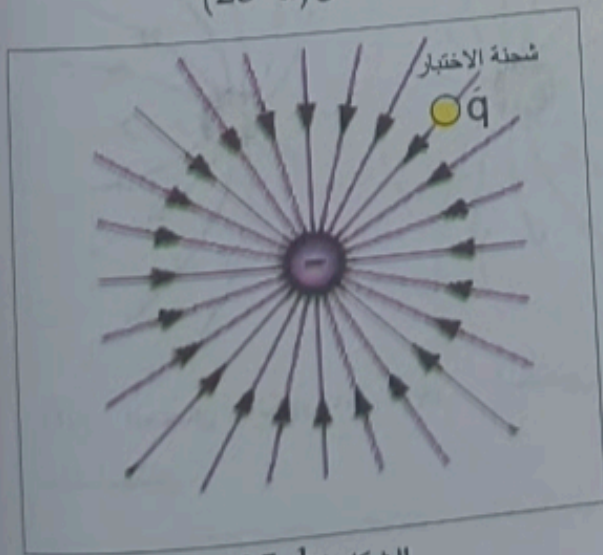
ماهو المجال الكهربائي؟ وكيف نستدل على وجوده؟

نفرض ان لدينا شحنة نقطية موجبة (q) في نقطة معينة. ان هذه الشحنة تحدث في الحيز المحيط بها تأثيراً يعرف بالمجال الكهربائي، ويختبر المجال الكهربائي عند أي نقطة بواسطة شحنة صغيرة موجبة تسمى شحنة الاختبار (Test charge) توضع في تلك النقطة وتقاس القوة المؤثرة فيها لمعرفة مقدار المجال الكهربائي.



الشكل (25-a)

يبين الشكل (25-a) شحنة نقطية موجبة ($+q$) تولد مجالاً كهربائياً، وشحنة (q) هي شحنة الاختبار.



الشكل (25-b)

والشكل (25-b) يمثل مجالاً كهربائياً لشحنة كهربائية سالبة ($-q$). وهذا يعني ان المجال الكهربائي عند نقطة ما، يعرف بدلالة القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة الاختبار الموضوعة في تلك النقطة.

لذلك فإن مقدار المجال الكهربائي في أية نقطة في الفضاء يعرف بأنه القوة الكهربائية لوحدة الشحنة المؤثرة في شحنة اختبارية صغيرة موجبة (q^+) موضوعة في تلك النقطة. ويمكن إيجاد مقدار المجال الكهربائي من العلاقة الآتية:

$$\text{مقدار المجال الكهربائي} = \frac{\text{القوة الكهربائية}}{\text{مقدار الشحنة الاختبارية}}$$

$$E = \frac{F}{q^+}$$

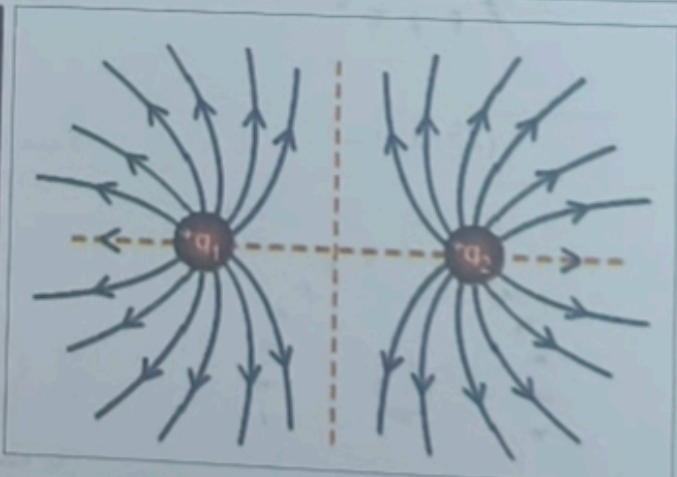
@alaahamed87

حيث أن:

(E) تمثل مقدار المجال الكهربائي مقاساً بوحدات $\frac{N}{C}$.
 (F) مقدار القوة الكهربائية مقاسة بوحدات (N).
 (q^+) الشحنة الاختبارية الموجبة مقاسة بوحدات الكولوم (C).

ومن الجدير بالذكر أن المجال الكهربائي يمثل بالرسم بخطوط قوى (غير مرئية) تبدأ من الشحنة الموجبة وتنتهي بالشحنة السالبة.

والشكل (26-a) يوضح المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين متشابهتين والشكل (26-b) يوضح المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين مختلفتين.

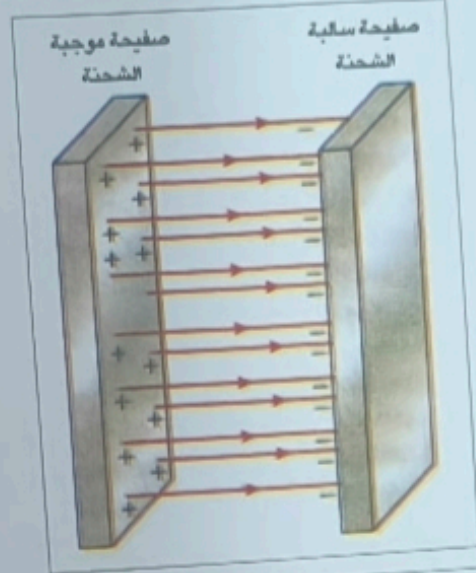
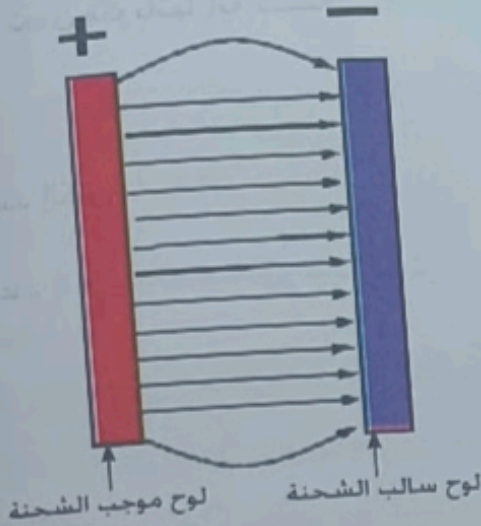


(a) المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين متشابهتين
 (b) المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين مختلفتين

الشكل (26)

المجال الكهربائي المنتظم:

المجال الكهربائي المنتظم المتولد بين لوحين معدنيين مستويين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين في النوع فتكون خطوط هذا المجال متوازية مع بعضها وتبعد عن بعضها بأبعاد متساوية وتكون عمودية على اللوحين، (أي هو المجال الثابت المقدار والاتجاه بجميع نقاطه)، لاحظ الشكل (27).



الشكل (27)

مثال

شحنة كهربائية نقطية موجبة مقدارها $(+2 \times 10^{-9} \text{ C})$ ، وضعت عند نقطة في مجال كهربائي فتأثرت بقوة مقدارها $(4 \times 10^{-6} \text{ N})$. ما مقدار المجال الكهربائي في تلك النقطة؟

الحل: لدينا من معطيات السؤال:

$$F = 4 \times 10^{-6} \text{ N}$$

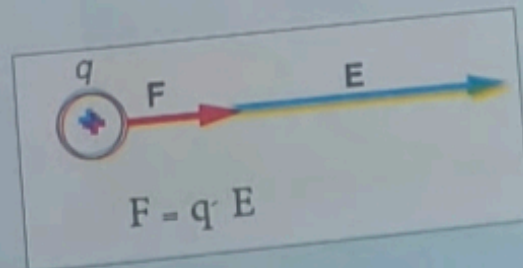
$$q = +2 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$E = \frac{4 \times 10^{-6} \text{ N}}{2 \times 10^{-9} \text{ C}}$$

$$E = 2 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

مقدار المجال الكهربائي



أسئلة الفصل الأول

إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

س1

1- الذرة المتعادلة هي ذرة:

- a- لا تحمل مكوناتها أية شحنة.
- b- عدد إلكتروناتها يساوي عدد بروتوناتها.
- c- عدد إلكتروناتها أكبر من عدد بروتوناتها.
- d- عدد إلكتروناتها يساوي عدد نيوتروناتها.

2- يصير الجسم مشحوناً بشحنة موجبة إذا كانت بعض ذراته تمتلك:

- a- عدد من الإلكترونات أكبر من عدد البروتونات.
- b- عدد من الإلكترونات أقل من عدد البروتونات.
- c- عدد من النيوترونات في النواة أكبر من عدد الإلكترونات.
- d- عدد من البروتونات في النواة أكبر من عدد النيوترونات.

3- عند فقدان شحنة مقدارها ($1.6 \times 10^{-9} \text{C}$) من جسم موصل معزول متعادل الشحنة فإن عدد الإلكترونات التي فقدت من هذا الجسم يساوي:

- a- 10^8 الكتروناً
- b- 10^{10} الكتروناً
- c- 10^9 الكتروناً
- d- 10^{12} الكتروناً

4- شحنتان نقطيتان موجبتان البعد بينهما (10cm) فإذا أُستبدلت إحدى الشحنتين بأخرى سالبة وبالمقدار نفسه فإن مقدار القوة بينهما:

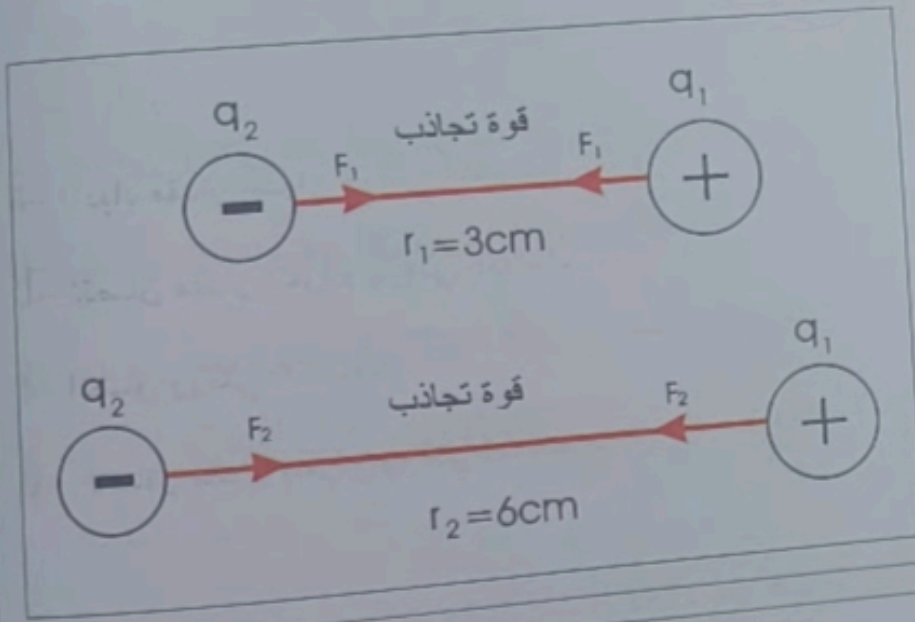
a- صفراً.

b- أقل مما كان عليه.

c- أكبر مما كان عليه.

d- لا يتغير.

5- شحنتان نقطيتان (q_1, q_2) إحداهما موجبة والأخرى سالبة وعندما كان البعد بينهما (3cm) كانت قوة التجاذب بينهما (F_1). فإذا أبعدت الشحنتين عن بعضهما حتى صار البعد بينهما (6cm) عندها القوة بينهما (F_2). تساوي:



$$F_2 = \frac{1}{2} F_1 \quad \text{a-}$$

$$F_2 = 2 F_1 \quad \text{b-}$$

$$F_2 = 4 F_1 \quad \text{c-}$$

$$F_2 = \frac{1}{4} F_1 \quad \text{d-}$$

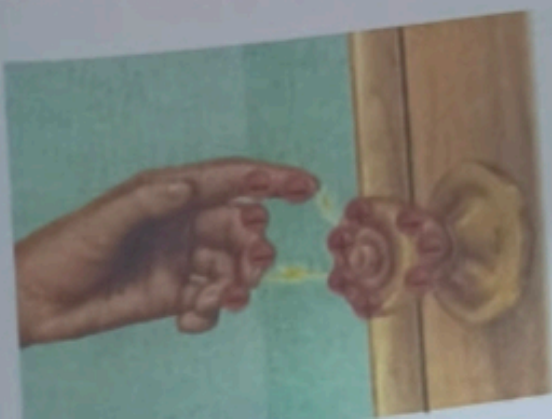
6- بعد سيرك على سجادة من الصوف ولامست جسماً معدنياً (مثل مقبض الباب)، فانك غالباً ما تصاب بصعقة كهربائية خفيفة، نتيجة للتفريغ الكهربائي بين إصبع يدك والجسم المعدني وسبب ذلك إن الشحنات الكهربائيّة قد:

a- ولدها جسمك.

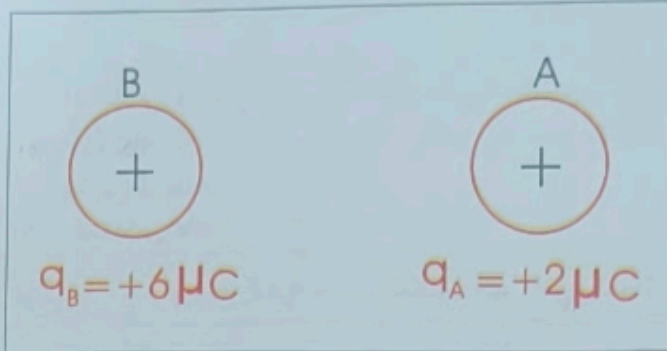
b- ولدتها السجادة.

c- ولدها الجسم المعدني.

d- تولدت نتيجة الاحتكاك بين جسمك والسجادة.



7- الجسم (A) مشحون بشحنة $(+2\mu C)$ والجسم (B) شحنته $(+6\mu C)$ فإن القوة الكهربائية المتبادلة بين الجسمين (A و B) هي:



$$3F_{AB} = -F_{BA} \text{ -a}$$

$$F_{AB} = +F_{BA} \text{ -b}$$

$$F_{AB} = -F_{BA} \text{ -c}$$

$$F_{AB} = -3F_{BA} \text{ -d}$$

8- عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من قرص كشاف كهربائي ذي الورقتين مشحون بشحنة موجبة أيضاً فإن ذلك يؤدي الى:

a- ازدياد مقدار انفراج ورقتي الكشاف.

b- نقصان مقدار انفراج ورقتي الكشاف.

c- إنطباق ورقتي الكشاف.

d- لايتأثر مقدار انفراج ورقتي الكشاف.

9- عند تقريب جسم مشحون بشحنة سالبة من قرص كشاف كهربائي متصل بالأرض:

a. تنفرج ورقتا الكشاف نتيجة ظهور شحنة سالبة عليهما.

b. تنفرج ورقتا الكشاف نتيجة ظهور شحنة موجبة عليهما.

c. تبقى ورقتا الكشاف على انطباقهما على الرغم من ظهور شحنة موجبة على قرصه.

d. تبقى ورقتا الكشاف على انطباقهما على الرغم من ظهور شحنة سالبة على قرصه.

علل ما يأتي:

س2

- 1- تجهز سيارات نقل الوقود بسلاسل معدنية في مؤخرتها تلامس الأرض.
- 2- تتعادل شحنة الجسم المشحون بالشحنة الموجبة أو السالبة عند إصاله بالأرض.
- 3- يزداد انفراج ورقتي الكشاف الكهربائي المشحون بالشحنة السالبة عند تقريب جسم مشحون بشحنة سالبة من قرصه.

وضح كيفية شحن كشاف كهربائي بشحنة موجبة باستعمال:

س3

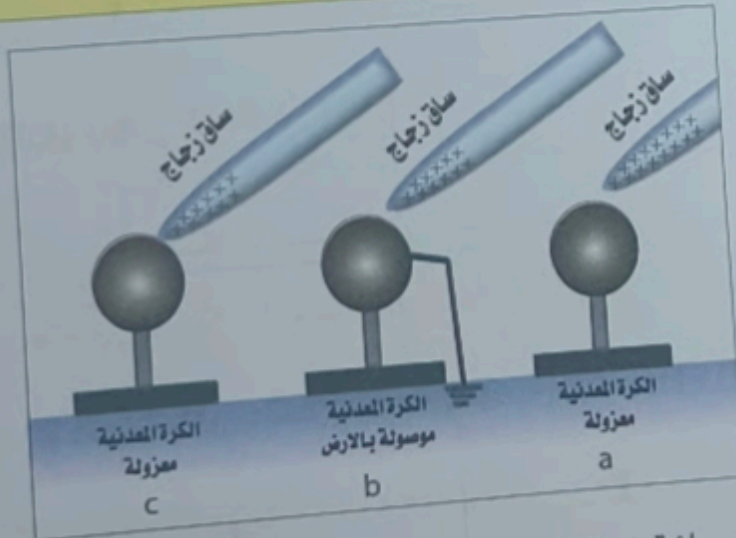
- a- ساق من الزجاج مشحونة بشحنة موجبة.
- b- ساق من المطاط مشحونة بشحنة سالبة.

عدد طرائق شحن الأجسام بالكهربائية الساكنة

س4

أستعملت ساق من الزجاج مدلوكة بالحريز (شحنتها موجبة) وكرة معدنية معزولة متعادلة. لاحظ الإشكال الثلاثة التالية (a-b-c):

س5



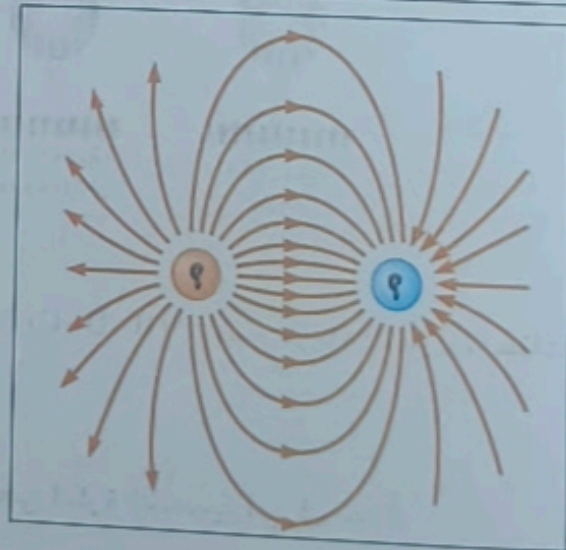
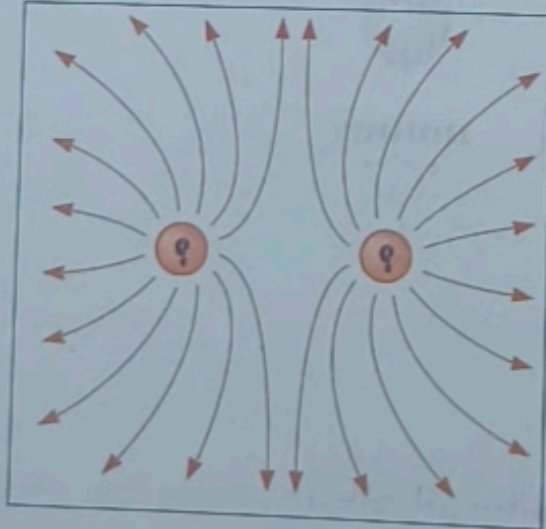
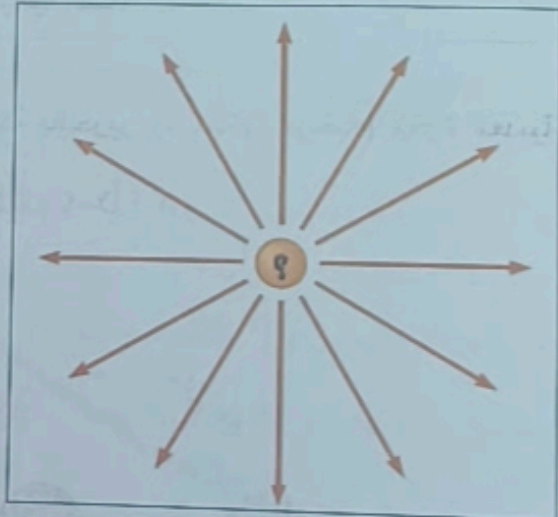
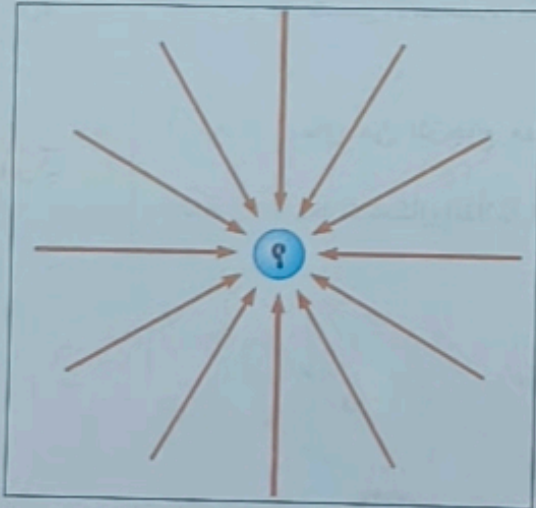
- 1- هل تنتقل شحنات كهربائية في الحالات الثلاث (a-b-c)؟ وضح طريقة إنتقال الشحنات إن حصلت.
- 2- حدد نوع الشحنات الكهربائية التي ستظهر على الكرة المعدنية في كل حالة.
- 3- ماذا يحصل لمقدار الشحنة الموجبة على ساق الزجاج في كل من الحالات الثلاث؟

أراد أحد الطلبة أن يشحن كشافاً كهربائياً متعادلاً بطريقة الحث فقرب من قرصه ساق من الزجاج مشحونة بشحنة موجبة ولمس القرص الكشاف بأصبع يده مع وجود الساق قريبة من قرصه. ثم أبعد الساق عن قرص الكشاف وأخيراً رفع إصبع يده عن قرص الكشاف. بعد كل هذه الخطوات وجد الطالب انطباق ورقتي الكشاف (أي حصل على كشاف غير مشحون). ما تفسير ذلك؟

س6

اكتب نوع الشحنة في الاشكال التالية:

س7



المسائل

س1	شحنتان كهربائيتان نقطيتان متماثلتان قوة التنافر بينهما تساوي $(9 \times 10^{-7} \text{N})$ عندما كان البعد بينهما (10cm) . احسب مقدار شحنة كل منهما؟
----	--

ج: $1 \times 10^{-9} \text{C}$

س2	شحنتان كهربائيتان نقطيتان موجبتان متماثلتان مقدار كل منهما $(3 \times 10^{-9} \text{C})$ والبعد بينهما (5cm) . احسب مقدار قوة التنافر بينهما.
----	---

ج: $3.24 \times 10^{-5} \text{N}$

مقدار قوة التنافر بين الشحنتين

@alaahamed87

س3	شحنة كهربائية مقدارها $+3 \mu\text{C}$ وضعت عند نقطة P في مجال كهربائي وكان مقدار المجال الكهربائي $4 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة فيها.
----	--

ج: 12N

مقدار القوة الكهربائية

* يرجى من المدرس توضيح طريقة ضرب وقسمة الاسس للطلبة قبل حل مسائل الفصل،
انظر صفحة (4).

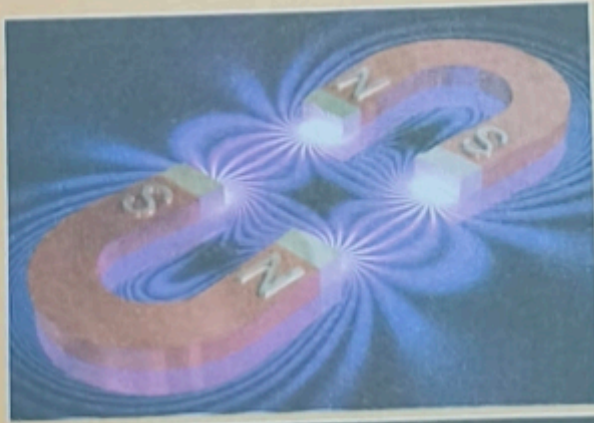
الفصل الثاني 2



Magnetism

المغناطيسية

مفردات الفصل



1-2 مفهوم المغناطيسية.

2-2 المواد المغناطيسية.

3-2 المجال المغناطيسي.

4-2 تمغنط المواد.

4-2 a - طريقة التمكنط بالدلك.

4-2 b - طريقة التمكنط بالحث.

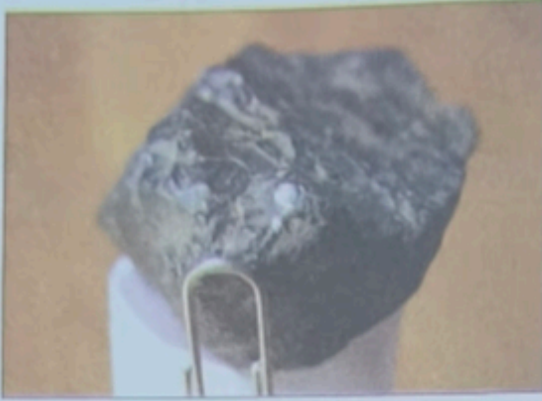
الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :

- يوضح الفرق بين الخواص المغناطيسية للمواد (الدايا المغناطيسية ، البارامغناطيسية ، الفيرومغناطيسية).
- يصف شكل خطوط المجال المغناطيسي.
- يستنتج أن المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال مواد مختلفة.
- يقارن بين المغناطيس المتولد من طريقة التمهط بالدك وطريقة التمهط بالحث (التأثير).

المصطلحات العلمية

Magnet	المغناطيس
Magnetic field	المجال المغناطيسي
Magnetic materials	المواد المغناطيسية
Magnetic induction	الحث المغناطيسي
Magnetic bar	ساق مغناطيسية
Lode stone	الحجر المغناطيسي
Magnetic Compass	البوصلة المغناطيسية
Compass Needle	إبرة البوصلة



الشكل (1) الحجر المغناطيسي

منذ 25 قرناً اكتشف اليونانيون معدناً يجذب اليه قطع الحديد أطلقوا عليه اسم المغنيت الذي يتركب من أكسيد الحديد الأسود (Fe_3O_4) وأصبح معروفاً بالحجر المغناطيسي (Lode stone) لاحظ الشكل (1).



الشكل (2) المغناط الصناعية

توجد انواع مختلفة من المغناط الصناعية منها بشكل ساق مغناطيسية ومنها مغناطيس بشكل حرف U. لاحظ الشكل (2).



الشكل (3)

تلعب المغناطيسية دوراً مهماً في حياتنا اليومية، وفي الصناعة، والمغناط الكهربائية الضخمة تستعمل لرفع قطع الفولاذ أو حديد الخرقة (السكراب) لاحظ الشكل (3).



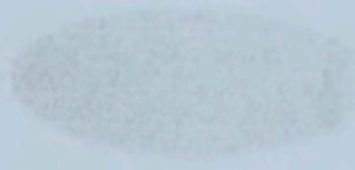
الشكل (4)

كما يستعمل في مولدات الصوت (السماعة) الشكل (4). والمولدات والمحركات الكهربائية والتلفاز وأجهزة التسجيل الصوتية.



الشكل (5)

ويستعمل أيضاً في الحروف المطبعية للآلة الكاتبة الشكل (5).



الشكل (6)

كذلك يستعمل المغناطيس في بوصلات الملاحة الشكل (6). إبرة البوصلة هي مغناطيس دائمي صغير يمكنه الدوران بحرية في مستوى أفقي حول محور شاقولي مذهب.

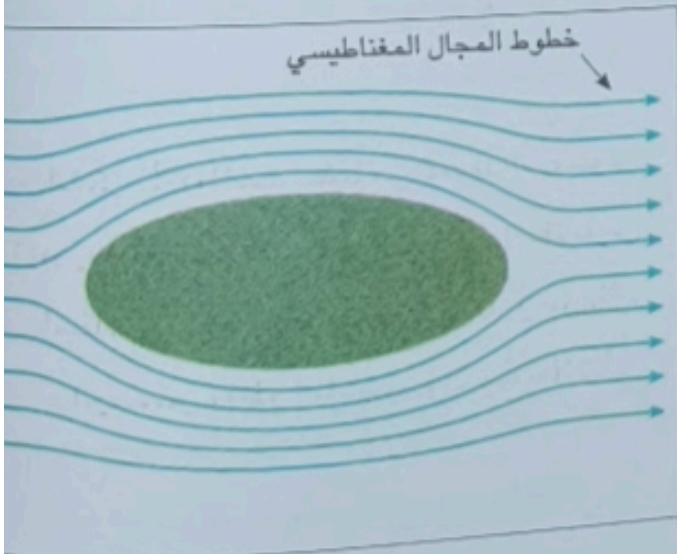
المواد المغناطيسية

2-2

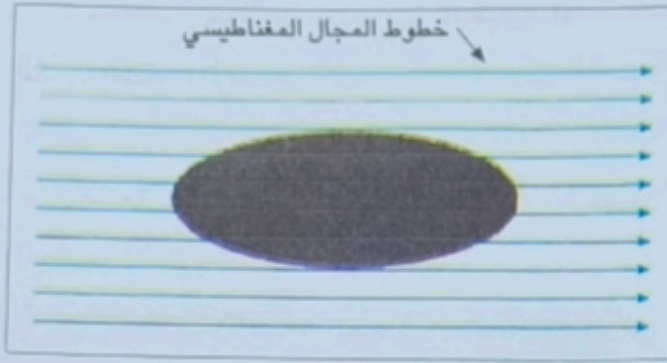
تصنف المواد المختلفة وفقاً لخواصها المغناطيسية إلى ثلاثة أنواع:

1- الدايا مغناطيسية:

هي المواد التي تتنافر مع المغناطيس القوي تنافراً ضعيفاً (مثل البزموث ، الإنتيمون، النحاس، السيليكون ، الفضة ... وغيرها) الشكل (7-a).



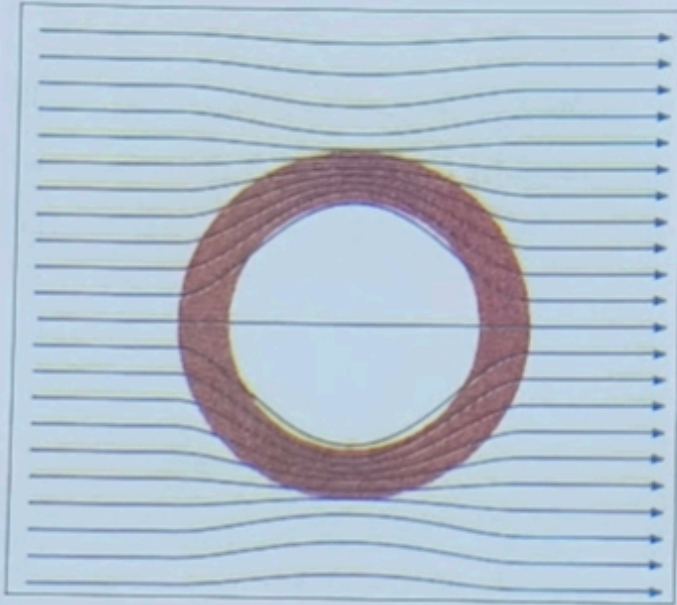
الشكل (7-a) مواد دايامغناطيسية



الشكل (7-b) مواد بارامغناطيسية

2- البارامغناطيسية:

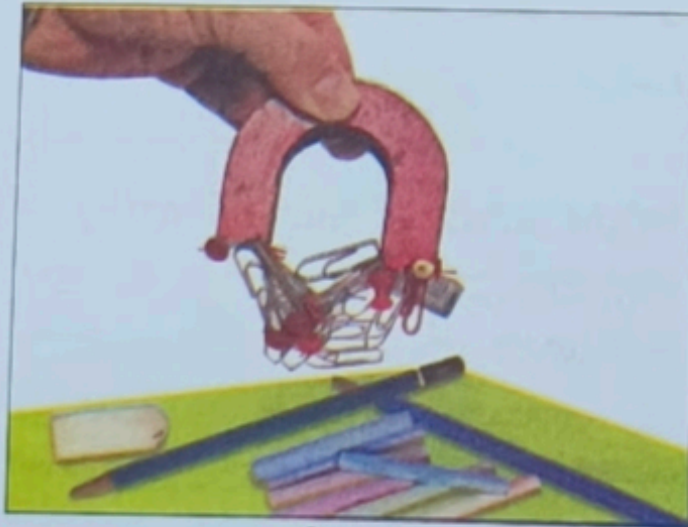
هي المواد التي تنجذب بالمغناطيس القوي تجاذباً ضعيفاً (مثل المنيوم ، كالسيوم ، صوديوم ، تيتانيوم ... وغيرها) الشكل (7-b).



الشكل (7-c) مواد فيرومغناطيسية

3- الفيرومغناطيسية:

هي المواد التي تنجذب بالمغناطيس الإعتيادي، فهي تمتلك قابلية تمغنط عالية. (مثل الحديد ، الفولاذ، النيكل ، الكوبلت... وغيرها) الشكل (7-c).



الشكل (8)

من الشكل (8) نلاحظ بعضاً من المواد المصنوعة من الفيرومغناطيسية تنجذب بقوة نحو المغناطيس (مثل ماسكات الأوراق والدبابيس والإبر... وغيرها). بينما قلم الرصاص وقطع الطباشير والممحاة لا تتأثر بالمغناطيس.

الأقطاب المغناطيسية:

المغناطيس يحتوي قطبين مغناطيسيين، أحدهما يسمى بالقطب المغناطيسي الشمالي (أو القطب الباحث عن الشمال) والآخر يسمى بالقطب المغناطيسي الجنوبي (القطب الباحث عن الجنوب).

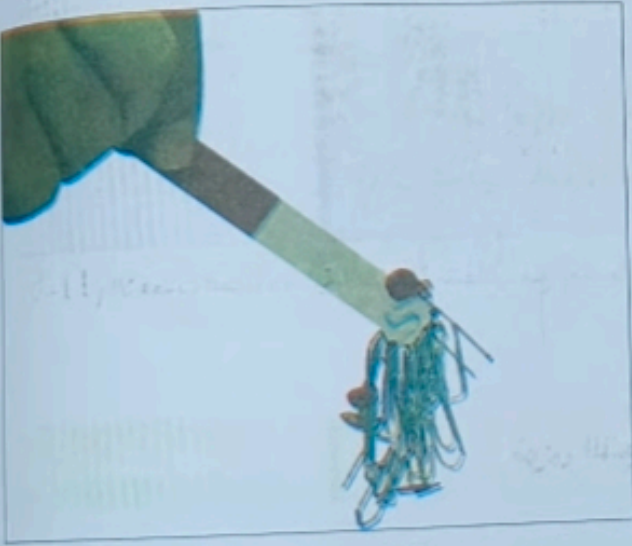
وتعرف الأقطاب المغناطيسية: بأنها مناطق في المغناطيس يكون عندها مقدار القوة المغناطيسية بأعظم ما يمكن لاحظ الشكل (9-a , b , c).



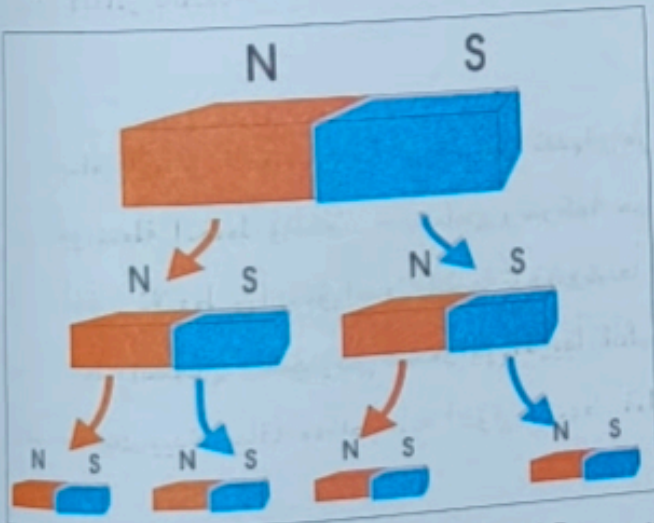
الشكل (9-a) يوضح تجمع برادة الحديد بتركيز عالي عند القطبين المغناطيسيين لساق مغناطيسية مستقيمة.



الشكل (9-c) تجمع برادة الحديد بتركيز عالي عند القطبين المغناطيسيين لمغناطيس بشكل حرف U.



الشكل (9-b) مغناطيس بشكل ساق مستقيمة.

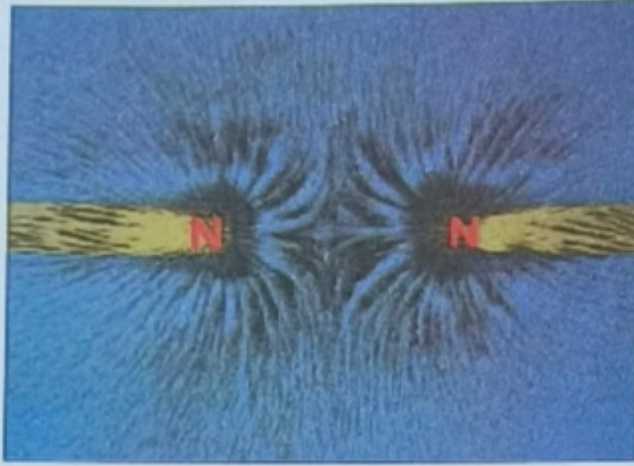


الشكل (10) على الرغم من تقطيع المغناطيس إلى عدة قطع فإن كل قطعة هي مغناطيس، تمتلك قطبين أحدهما شمالي والآخر جنوبي.

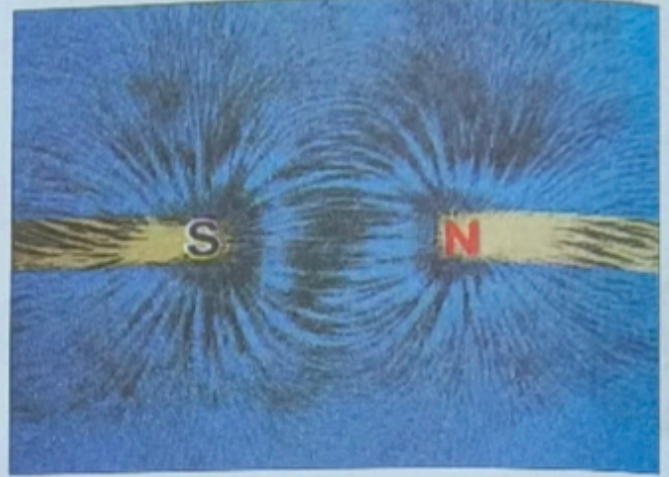
الأقطاب المغناطيسية، لا توجد بشكل منفرد، بل توجد بشكل أزواج متساوية بالمقدار ومختلفة في النوع (أحدهما قطب شمالي والآخر قطب جنوبي).
فاذا قُطع المغناطيس إلى عدة قطع كبيرة أو صغيرة ومهما كان عددها، نجد أن كل قطعة تمتلك قطبين مغناطيسيين هما (قطب شمالي وقطب جنوبي) الشكل (10).

القوى بين الأقطاب المغناطيسية:

المغناط تؤثر في بعضها البعض بقوة تشبه تلك القوى المؤثرة بين الشحنات الكهربائية. فكما عرفت (من دراستك للفصل الأول)، أن الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر مع بعضها والشحنات المختلفة تتجاذب مع بعضها، وكذلك فإن الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر مع بعضها والأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها. الشكل (11-a) و (11-b).



(11-a) الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر عن بعضها.



(11-b) الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها.

قوى التجاذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية

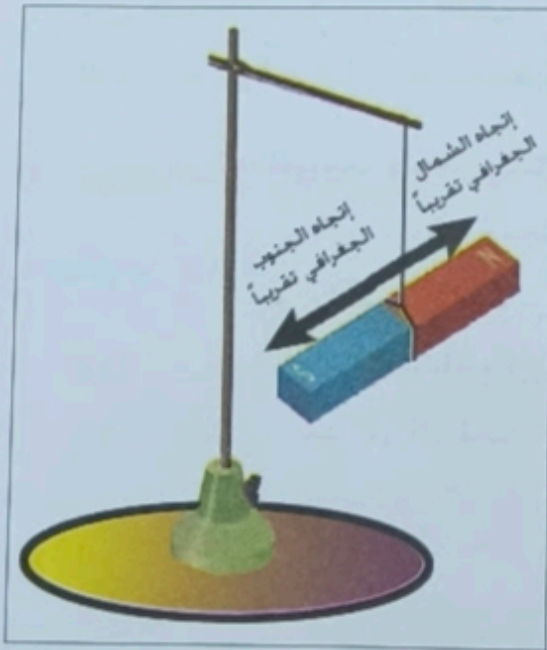
نشاط (1)

أدوات النشاط: ساقان مغناطيسيان ، خيط ، كلاب ، حامل (من مادة لا تتأثر بالمغناطيس).

الخطوات:

- نعلق الساق المغناطيسية من مركز ثقلها (من منتصفها) بواسطة الخيط والكلاب والحامل ونتركها حرة في وضع أفقي. نلاحظ أن الساق المغناطيسية تتخذ وضعاً أفقياً بموازاة خط (الشمال - الجنوب) الجغرافي تقريباً. الشكل (12).
- نمسك بيدنا ساقاً مغناطيسية أخرى ونجعل قطبها الشمالي (N) بارزاً من اليد.
- نقرب القطب الشمالي للساق المغناطيسية الممسوكة باليد من القطب الشمالي للساق المغناطيسية المعلقة الشكل (13-a).

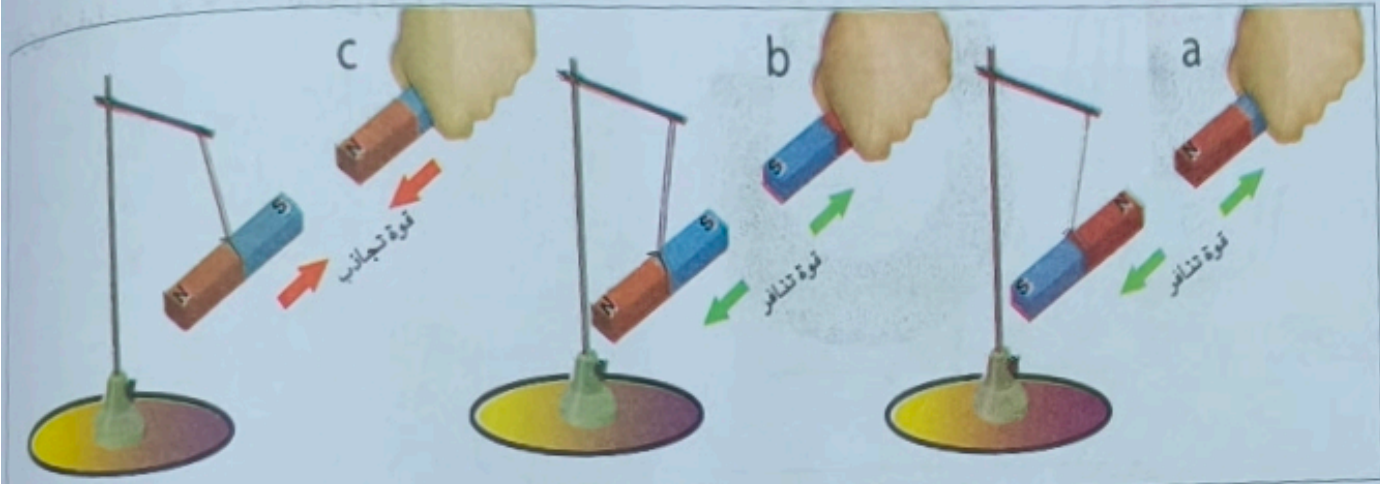
ماذا نلاحظ؟



الشكل (12)

- نجد أن القطب الشمالي للمغناطيس الطليق يبتعد عن القطب الشمالي للمغناطيس الممسوك باليد وهذا ناتج عن تنافرهما.

- نعكس قطبية الساق الممسوكة باليد (نجعل قطبها الجنوبي (S) هو القطب البارز من اليد في هذه المرة) ثم نقربه من القطب الجنوبي للساق المغناطيسية المعلقة الشكل (b-13). ماذا نلاحظ؟



الشكل (13)

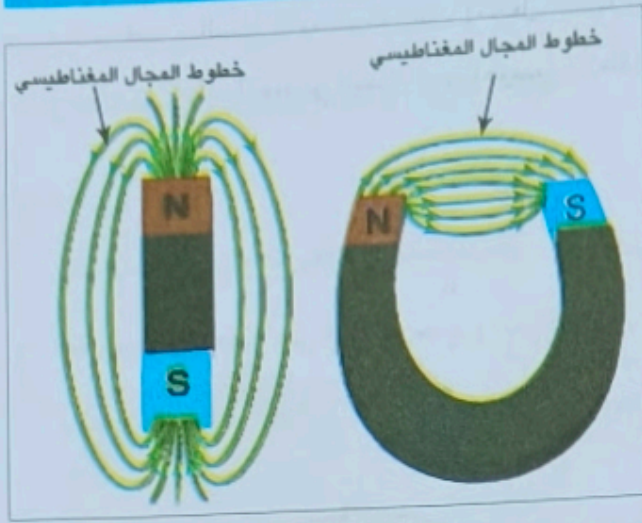
- نجد أن القطب الجنوبي للمغناطيس الطليق يبتعد عن القطب الجنوبي للمغناطيس الممسوك باليد، وهذا ناتج كذلك عن قوة التنافر بينهما.

- نكرر العملية السابقة ونقرب القطب الشمالي للساق المغناطيسية الممسوكة باليد من القطب الجنوبي للساق المعلقة الشكل (c-13). ماذا نلاحظ؟

- نجد أن القطبين يجذبان من بعضهما في هذه الحالة ، وهذا ناتج عن تآثرهما بقوة تجاذب.
نستنتج من النشاط:

الاقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر مع بعضها، بينما الاقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها.

المجال المغناطيسي



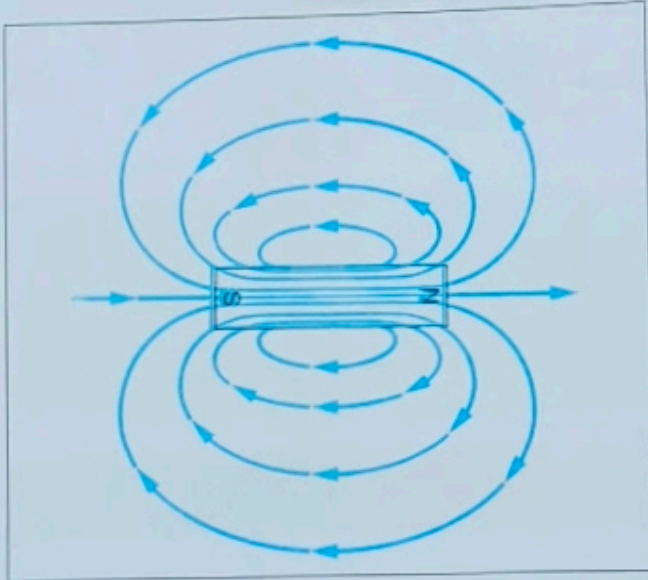
الشكل (14)

المجال المغناطيسي في منطقة ما، هو الحيز الذي يحيط بالمغناطيس والذي يظهر فيه تأثير القوى المغناطيسية. لاحظ الشكل (14).

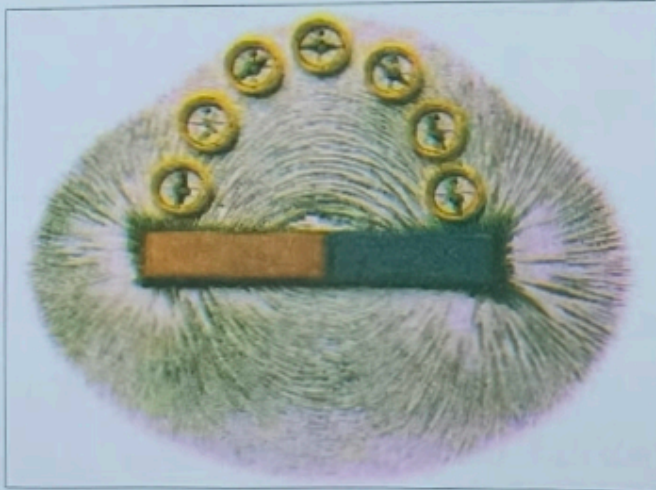
تمثيل المجال المغناطيسي:

يمثل المجال المغناطيسي بالرسم بخطوط متماز بكونها:

خطوط مغلقة غير مرئية تتجه من القطب الشمالي نحو القطب الجنوبي خارج المغناطيس ومكملة دورتها داخله. لاحظ الشكل (15).



الشكل (15)



الشكل (16) رسم خطوط المجال المغناطيسي

ترسم خطوط المجال المغناطيسي حول مغناطيس باستعمال البوصلة المغناطيسية أو مجموعة بوصلات مغناطيسية صغيرة وكذلك يمكن الكشف عنها باستعمال برادة الحديد. لاحظ الشكل (16).



ادوات النشاط:

ساق مغناطيسية ، لوح من الزجاج ، برادة الحديد.

الخطوات:

- نضع لوح الزجاج على الساق المغناطيسية وبمستوي افقي.
- نثر برادة الحديد على لوح الزجاج وننقر اللوح بلطف. ماذا نلاحظ ؟

نلاحظ أن برادة الحديد قد ترتبت بشكل خطوط وهذه الخطوط

تمثل خطوط المجال المغناطيسي حول الساق المغناطيسية الشكل (17).

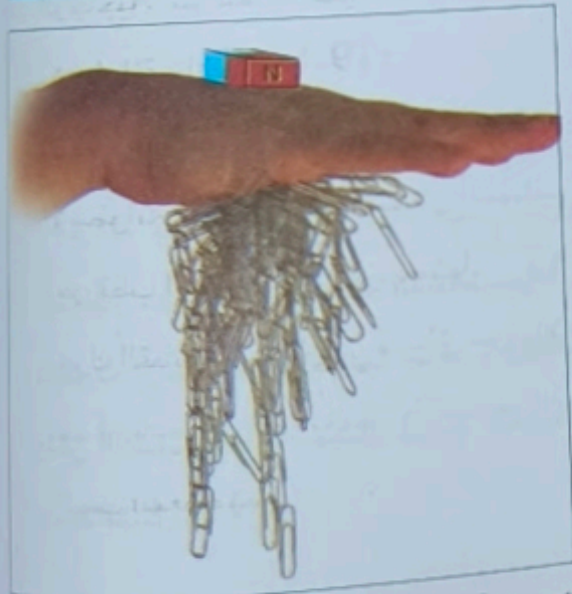
الشكل (17) خطوط المجال المغناطيسي كما تبينه برادة الحديد حول ساق مغناطيسية.

سؤال

هل المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال جسم الإنسان أو خلال بعض المواد الاخرى ؟ الإجابة عن هذا السؤال تتوضح في إجراء النشاطين الآتيين:

نشاط (1)

المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال جسم الإنسان



ادوات النشاط: مجموعة من مثبتات الورق مصنوعة من الفولاذ (مواد فيرومغناطيسية)، مغناطيس قوي.

الخطوات:

- نضع الساق المغناطيسية على كف يدينا.
 - نضع راحة يدينا على مجموعة من مثبتات الورق.
 - نرفع كف يدينا إلى الأعلى. ماذا نلاحظ ؟
- نجد أن مجموعة كبيرة منها قد انجذبت إلى راحة كف يدينا

الشكل (18). ما تفسير ذلك ؟

الجواب هو: أن المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال جسم الإنسان.

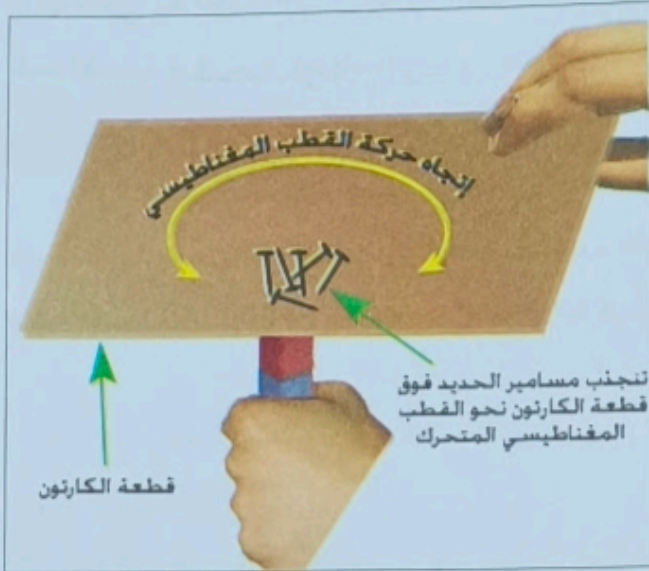
الشكل (18) المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ من خلال جسم الإنسان.

أدوات النشاط:

ساق مغناطيسية ، قطعة من ورق المقوى الكرتون أو قطعة من الخشب أو الزجاج ، مجموعة من مسامير الحديد ، اسطوانة من الزجاج ، ماء .

الخطوات / الجزء (a):

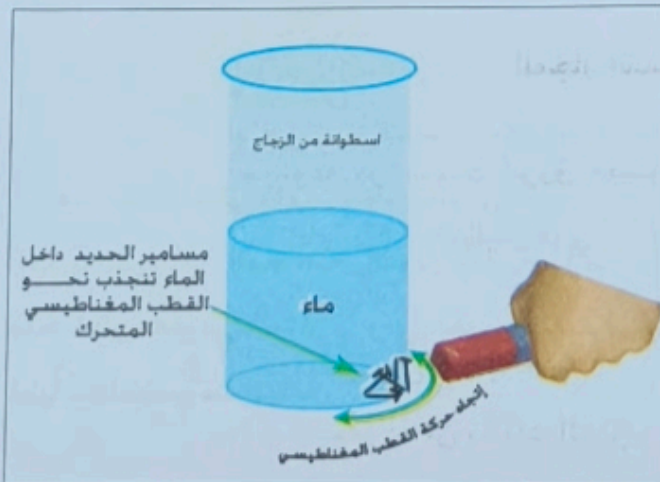
- نمسك الساق المغناطيسية بوضع شاقولي باليد ،
- نضع بعض مسامير الحديد بلطف على قطعة ورق المقوى .
- نمسك قطعة ورقة المقوى باليد الأخرى ونضعها فوق القطب العلوي للمغناطيس .
- نحرك الساق المغناطيسية تحت الورقة بمسار دائري أو بخط مستقيم . ماذا نلاحظ ؟
- تجد أن مجموعة المسامير تنجذب نحو القطب المغناطيسي للساق وتتحرك متبعة المسار نفسه لحركة القطب المغناطيسي ، لاحظ الشكل (19-a) .



الشكل (19-a)

الجزء (b):

- نضع مجموعة مسامير الحديد داخل الإسطوانة الزجاجية ، ثم نصب كمية مناسبة من الماء في الإسطوانة . الشكل (19-b)
- نقرب أحد قطبي الساق المغناطيسية من جدار الإسطوانة . ماذا نلاحظ ؟ تجد أن المسامير تنجذب نحو قطب المغناطيس القريب منها .
- نحرك القطب المغناطيسي للساق حول الإسطوانة . تجد أن المسامير تتحرك متبعة المسار نفسه لحركة القطب المغناطيسي .



الشكل (19-b)

نستنتج من هذا النشاط أن المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال مواد مختلفة (مثل ورق المقوى السميك والزجاج والماء) .

يمكن أن نحصل على المغناطيس الدائمة والمغناطيس المؤقتة بطريقتين:

a- طريقة التمكنط بالدلك:

يتم مغنطة قطعة فولاذ (مثلاً إبرة الخياطة) وذلك بدلكها بأحد قطبي مغناطيس، ويجب تحريك القطب المغناطيسي للساق المغناطيسية فوق إبرة الفولاذ باتجاه واحد فقط وبحركة بطيئة وتكرر بمرات عدة.

بعد الإنتهاء من العملية تصبح إبرة الفولاذ مغناطيساً، وأن القطب المغناطيسي المتولد في نهاية جهة الدلك لإبرة الفولاذ يكون دائماً بنوعية مخالفة للقطب المغناطيسي الدالك الشكل (20).

b- طريقة التمكنط بالحث:

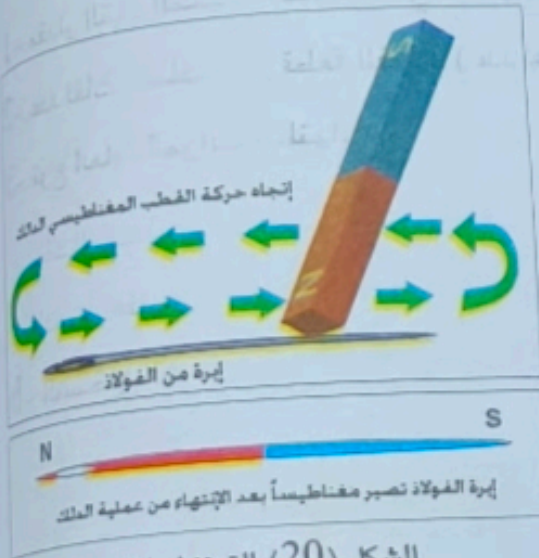
أولاً: التمكنط بالتقريب:

عند وضع مادة فيرومغناطيسية غير ممغنطة (مثل مسمار من الحديد) داخل مجال مغناطيسي قوي (أو بالقرب من مغناطيس قوي من غير حدوث تماس بين مسمار الحديد والمغناطيس) الشكل (21).

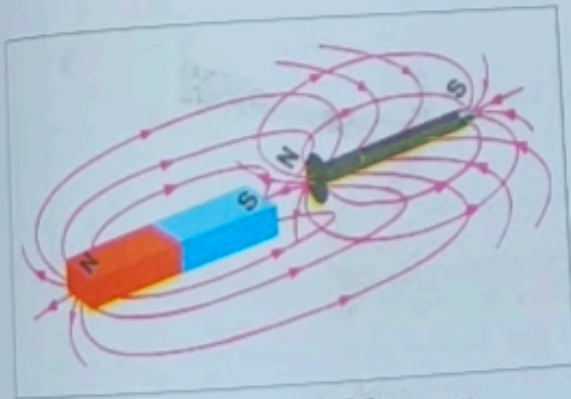
فان مسمار الحديد غير الممغنط سيكتسب المغناطيسية بالحث (أي بالتأثير) ويتولد على طرفي مسمار الحديد قطبان مغناطيسيان أحدهما قطب شمالي والآخر قطب جنوبي، علما بان طرف مسمار الحديد القريب من المغناطيس المؤثر يكون قطباً مخالفاً في النوع للقطب المغناطيسي المؤثر. وفي الطرف البعيد للمسمار يتولد قطباً مغناطيسياً مشابهاً له.

ثانياً: التمكنط بالتيار الكهربائي المستمر:

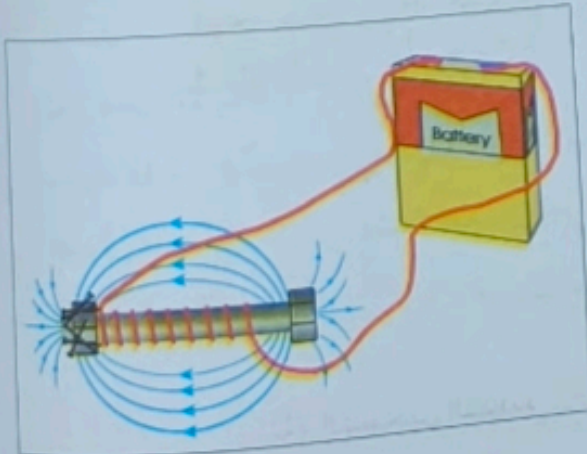
الطريقة المفضلة لمغنطة قطعة من مواد فيرومغناطيسية مثل (الفولاذ) يتم ذلك بوضعها داخل ملف مجوف (الملف عبارة عن سلك موصل معزول ملفوف بشكل لولبي) أو لف السلك الموصل المعزول مباشرة حول مسمار أو برغي من الفولاذ الشكل (22)



الشكل (20) التمكنط بالدلك



الشكل (21) الحث المغناطيسي



الشكل (22)

ويوصل طرفا السلك بقطبي بطارية (تكون فولطيتها مناسبة). نحصل على مغناطيس يسمى بالمغناطيس الكهربائي.

ومقدار قوة المغناطيس الكهربائي يعتمد على:

- 1- مقدار التيار المستمر المناسب في الدائرة الكهربائية.
- 2- عدد لفات السلك حول قطعة الفولاذ (عدد لفات الملف).
- 3- نوع المادة المراد مغنطتها.

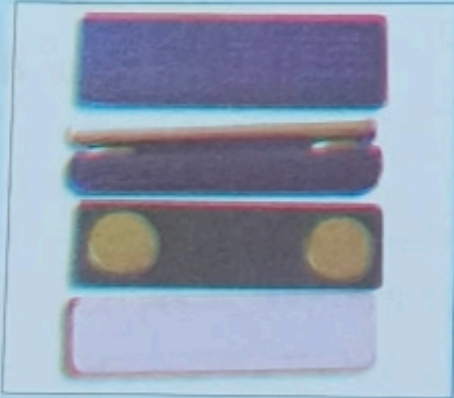
يفقد المغناطيس مغناطيسيته بطرائق عدة منها لاحظ الشكل (23):

a- الطرق القوي.

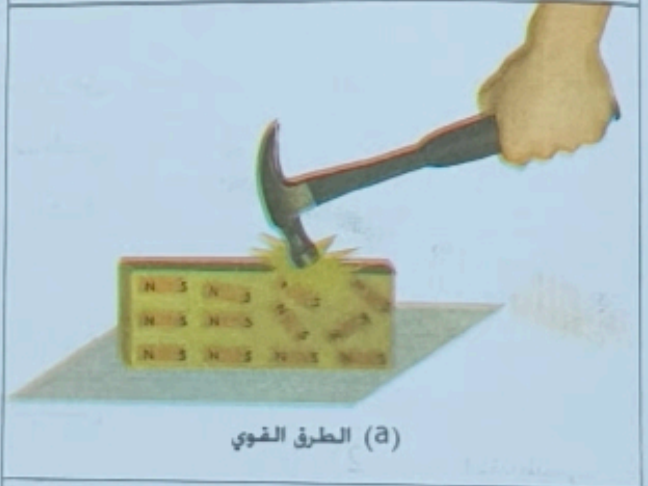
b- التسخين الشديد.

هل تعلم

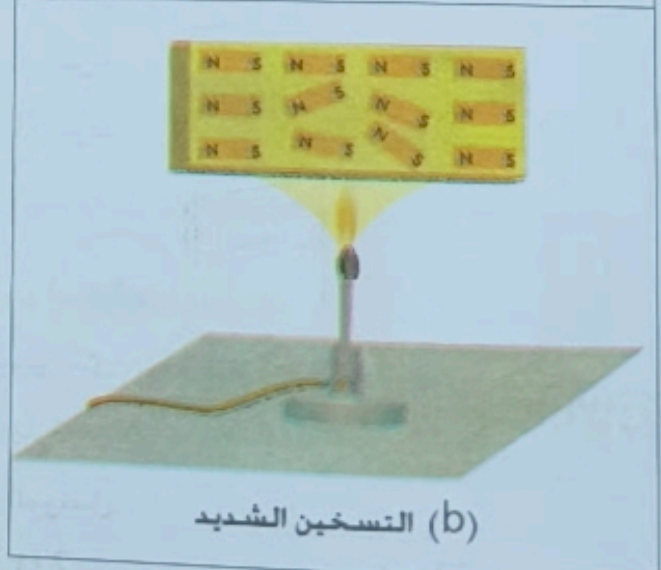
الحافظة المغناطيسية هي مادة فيرومغناطيسية تستعمل لحماية الاجهزة من التأثيرات المغناطيسية الخارجية (كالساعات) ولحفظ المغناطيس الدائمة من زوال مغناطيسيتها بمرور الوقت.



المغناطيس



(a) الطرق القوي



(b) التسخين الشديد

الشكل (23)

أسئلة الفصل الثاني

إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

س1

1- تستعمل البوصلة المغناطيسية لرسم خطوط المجال المغناطيسي حول مغناطيس معين، وذلك لأن

إبرة البوصلة هي:

a- مغناطيس دائم صغير يمكنه الدوران بحرية في مستوى أفقي حول محور شاقولي مدبب.

b- مغناطيس كهربائي يفقد مغناطيسيته بعد فترة زمنية من انقطاع التيار الكهربائي عنه.

c- مصنوعة من النحاس.

d- مغناطيس دائم صغير وبشكل حرف U.

2- المغناط الدائمة تصنع من مادة:

a. النحاس.

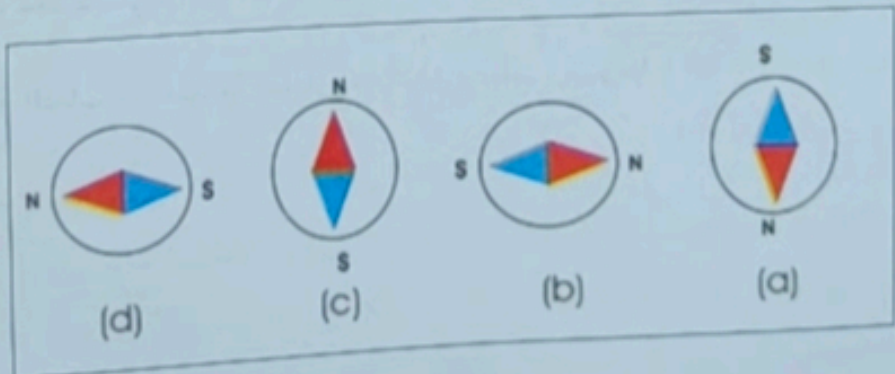
b. الألمنيوم.

c. الحديد المطاوع.

d. الفولاذ.

@alaahamed87

3- وضعت بوصلة مغناطيسية صغيرة بين قطبي مغناطيس دائم بشكل حرف U كما في الشكل ادناه اي من الاتجاهات التالية هو: الاتجاه الصحيح الذي تصطف به إبرة البوصلة داخل المجال المغناطيسي.



4- تصنف المواد المختلفة وفقاً لخواصها المغناطيسية إلى:

- a- الدايا مغناطيسية.
- b- البارامغناطيسية.
- c- الفيرومغناطيسية.
- d- الدايا مغناطيسية والبارامغناطيسية والفيرومغناطيسية.

5- يمثل المجال المغناطيسي بالرسم بخطوط تمتاز بانها:

- a- غير مغلقة.
- b- تتجه من القطب الشمالي نحو القطب الجنوبي خارج المغناطيس.
- c- تتقاطع فيما بينها.
- d- مرئية.

6 - عند تقطيع ساق مغناطيسية إلى قطع صغيرة.

- a- نحصل على قطع صغيرة غير ممغنطة.
- b- تمتلك كل قطعة منها قطب مغناطيسي واحد أما قطب شمالي أو قطب جنوبي.
- c- تمتلك كل قطعة منها أربعة أقطاب مغناطيسية قطبان شماليان وقطبان جنوبيان.
- d- تمتلك كل قطعة منها قطبين مغناطيسيين أحدهما شمالي والآخر جنوبي.

(c)

(c)

(b)

علل / في كثير من الأحيان تكون المغناطيس ملائمة للاستعمال في أبواب خزانات الملابس والثلاجة الكهربائية؟

س2

لو أعطيت لك ثلاث سيقان معدنية متشابهة تماماً أحدهما الألمنيوم والآخرى حديد والثالثة مغناطيس دائم، وضح كيف يمكنك أن تميز الواحدة منها عن الآخرين.

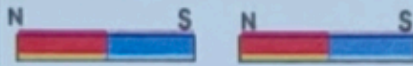
س3

أرسم مخططاً يوضح شكل خطوط المجال المغناطيسي للحالات الآتية:

س4



(c)



(b)



(a)

أشرح نشاطاً يمكنك فيه مشاهدة خطوط المجال المغناطيسي باستخدام برادة الحديد لساق مغناطيسية مستقيمة.

س5



الفصل الثالث 3

التيار الكهربائي Electric current

مفردات الفصل



3-1 حركة الشحنات الكهربائية.

3-2 التيار الكهربائي.

3-3 الدائرة الكهربائية.

3-4 قياس التيار الكهربائي.

3-5 فرق الجهد الكهربائي.

3-6 قياس فرق الجهد الكهربائي.

3-7 المقاومة الكهربائية ووحدة قياسها.

3-8 قانون أوم.

3-9 طرائق ربط المقاومات الكهربائية.

3-10 الدائرة القصيرة.

3-11 ربط الخلايا الكهربائية.

- بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :
- يميز بين التيار الإلكتروني والتيار الاصطلاحي.
 - يوضح الفرق بين طريقة ربط الأميتر والفولتميتر في دائرة كهربائية فيها حمل.
 - يشرح ما المقصود بالمقاومة الكهربائية.
 - يعبر عن قانون أوم بصيغة رمزية رياضية.
 - يعدد العوامل التي تتوقف عليها مقدار مقاومة موصل.
 - يستنتج الطريقة المفضلة لربط الأجهزة الكهربائية في المنزل.
 - يصمم دائرة كهربائية فيها أكثر من خلية كهربائية مربوطة بحيث تجهز الدائرة بتيار أكبر.

المصطلحات العلمية

Electric charge	شحنة كهربائية
Electric current	التيار الكهربائي
Conventional current	التيار الاصطلاحي
Ampere	أمبير
Electronic current	التيار الإلكتروني
Potential difference	فرق الجهد
Resistance	مقاومة
Resistances in parallel	المقاومات على التوازي
Resistances in series	المقاومات على التوالي
Ohm's law	قانون أوم
Electric energy	الطاقة الكهربائية
Electric circuits	الدوائر الكهربائية
Electric lamp	مصباح كهربائي
Volt	فولط
Conductors	الموصلات
Insulators	العوازل

حركة الشحنات الكهربائية

إقتصرت دراستنا للظواهر الكهربائية في الفصل الأول من هذا الكتاب على مفهوم الشحنات الكهربائية الساكنة. وسنتطرق في هذا الفصل لمفهوم الشحنات الكهربائية المتحركة خلال الموصلات لدراسة التيار الكهربائي.



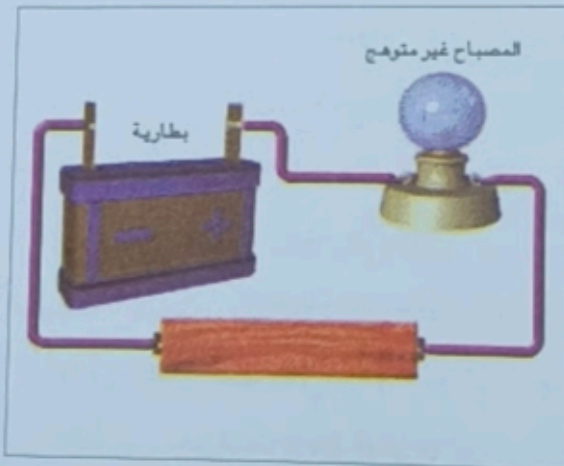
الشكل (1) أجهزة كهربائية

فالشحنات الكهربائية الساكنة لا تنجز شغلاً، ولكنها تنجز شغلاً إذا تحركت خلال أسلاك التوصيل التي تربط أي جهاز كهربائي بمصدر للطاقة الكهربائية المناسبة له، فتعمل على تشغيل ذلك الجهاز، فالتيار الكهربائي يعبر عنه كوسيلة لنقل الطاقة الكهربائية من مصادر توليدها (المولدات الكهربائية، البطاريات، الخلايا الشمسية) إلى الأجهزة الكهربائية التي تستثمر هذه الطاقة، إذ يتوهج المصباح الكهربائي عند إنسياب التيار الكهربائي فيه. ويشغل جهاز الغسالة الكهربائية والفرن الكهربائي ومحمصة الصمون والغلاية وغيرها من الأجهزة الكهربائية عندما ينساب فيها التيار الكهربائي المناسب لها لاحظ الشكل (1).

التيار الكهربائي

من المعروف أن الإلكترونات المدارات الخارجية (الكثرونات التكافؤ) في المواد الموصلة (conductors) تكون ضعيفة الارتباط بنواتها، فإذا تعرضت هذه الإلكترونات إلى مجال كهربائي خارجي فأنها ستتحرك بين ذرات الموصل باتجاه معاكس لإتجاه المجال الكهربائي المؤثر (E) لأن الإلكترونات سالبة الشحنة.

أما العوازل (Insulators) فتكون قوى ارتباط الكثرونات بنوى ذراتها كبيرة جداً فلا تتحرك الكثرونات بتأثير مجال كهربائي خارجي. لذا فإن المادة العازلة لا تسمح بانسياب التيار الكهربائي خلالها (كالخشب الجاف، البلاستيك، الزجاج، المطاط... وغيرها). لاحظ الشكل (2).

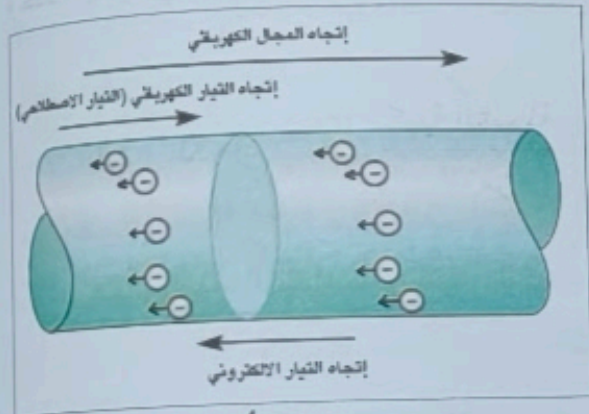


الشكل (2)

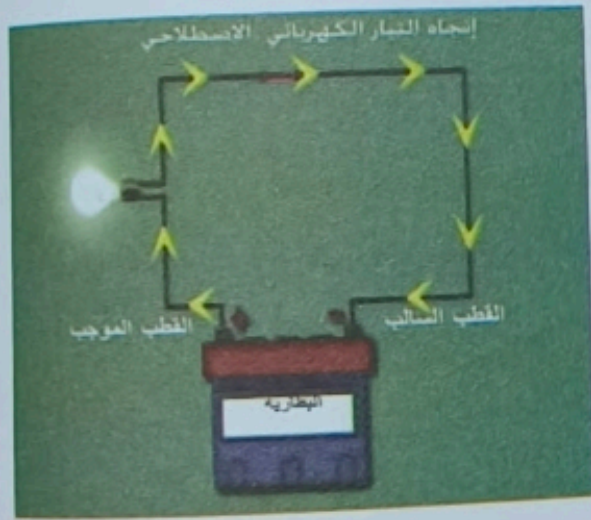
قطعة من الخشب لا تسمح بانسياب التيار



الشكل (3)



الشكل (4)



الشكل (5)



وعند ربط طرفي الحمل (مثل مصباح كهربائي) بوساطة أسلاك توصيل بين قطبي بطارية كهربائية فإن إتجاه حركة الإلكترونات يكون من القطب السالب للبطارية الى القطب الموجب (خلال اسلاك التوصيل) ويسمى هذا التيار بالتيار الإلكتروني. لاحظ الشكل (3).

لذا فإن إتجاه التيار الإلكتروني يكون معاكسا لإتجاه المجال الكهربائي المؤثر، لاحظ الشكل (4).

لقد أطلق على التيار الكهربائي عبارة التيار الاصطلاحي، الذي يكون إتجاهه مع إتجاه المجال الكهربائي المؤثر (اي يكون إتجاهه من القطب الموجب للبطارية الى قطبها السالب خلال أسلاك التوصيل).

ومن الجدير بالذكر ان التيار الاصطلاحي يعتمد في جميع الدوائر الكهربائية في دراستنا لتحديد إتجاه التيار الكهربائي. لاحظ الشكل (5).

وقد يكون التيار الكهربائي ناتجاً عن حركة الأيونات الموجبة والأيونات السالبة داخل المحاليل الألكتروليتية. الا أن التيار الكهربائي خلال أسلاك التوصيل ناتج عن حركة الإلكترونات فقط. لاحظ شكل (6).

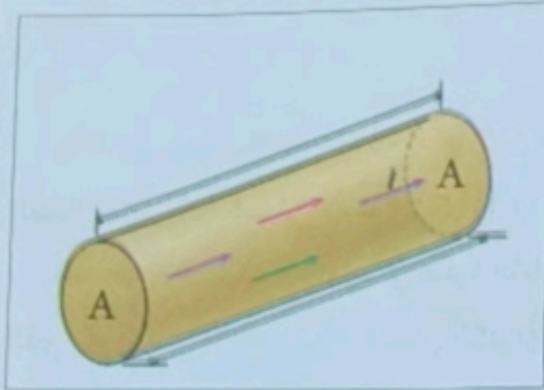


الشكل (7)

وكذلك في عملية تأين الغازات (مثل تأين غاز النيون داخل مصباح الفلورسنت وتحت الضغط الواطئ) ينساب التيار الكهربائي بوساطة حركة الايونات الموجبة والالكترونات في غاز النيون المتأين الموجود داخل هذه الأنابيب، لاحظ شكل (7).

لو تصورنا مقطعاً عرضياً لموصل مساحته (A) تعبر منه الشحنات الكهربائية فإن:

مقدار الشحنات الكهربائية الكلية التي تعبر هذا المقطع في وحدة الزمن هي مقدار التيار الكهربائي. لاحظ الشكل (8).



الشكل (8)

$$\text{التيار الكهربائي} = \frac{\text{كمية الشحنة}}{\text{الزمن}}$$

ويقاس التيار الكهربائي بوحدات (coulomb/second) ويرمز لها (C/s) ويطلق عليها أمبير (Ampere(A).

الأمبير الواحد

يمثل تدفق كولوم واحد من الشحنات الكهربائية في مقطع موصل خلال ثانية واحدة.

فعندما يقال ان تيار كهربائي مقداره (2A) ينساب في سلك موصل، فهذا يعني أن شحنة كهربائية مقدارها (2C) تعبر مقطعاً من هذا السلك في الثانية الواحدة (S).

$$\text{التيار (بالأمبير)} = \frac{\text{الشحنة (بالكولوم)}}{\text{الزمن (بالثانية)}}$$

$$\text{Current (A)} = \frac{\text{Charge (C)}}{\text{Time (s)}}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

التيارات صغيرة المقدار تقاس بأجزاء الأمبير :

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A} \quad \text{ملي أمبير}$$

$$1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A} \quad \text{مايكرو أمبير}$$

مثال (1)

يمر خلال مقطعاً عرضياً من موصل شحنات كهربائية مقدارها (1.2C) في كل دقيقة، احسب مقدار التيار المناسب خلال هذا الموصل.

الحل:

$$\frac{\text{الشحنة}}{\text{الزمن}} = \text{التيار}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$I = \frac{1.2\text{ C}}{60\text{ s}}$$

$$I = 0.02\text{ A} \quad \text{التيار المناسب خلال الموصل}$$

مثال (2)

إذا كان مقدار التيار المناسب في موصل يساوي (0.4A) احسب كمية الشحنة التي تعبر مقطعاً من الموصل خلال:

$$2\text{ s} - \text{a}$$

$$4\text{ minutes} - \text{b}$$

الحل:

$$\frac{\text{الشحنة}}{\text{الزمن}} = \text{التيار}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

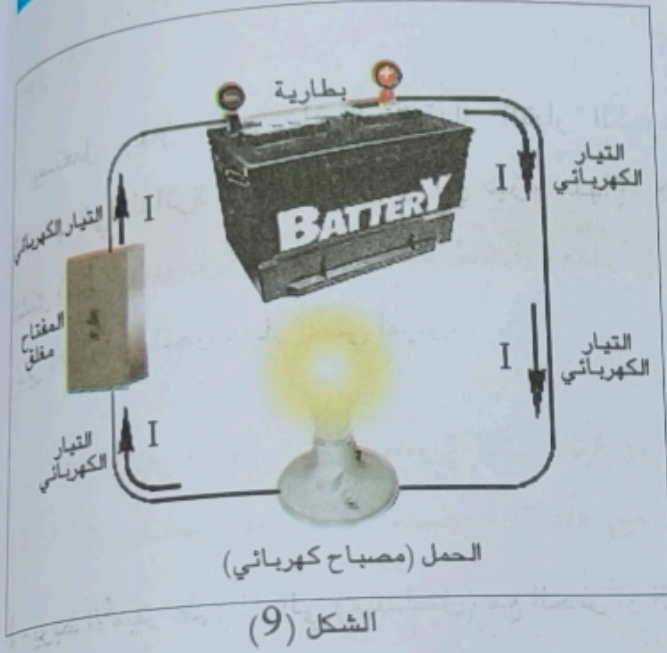
$$\text{a) } q = I \times t$$

$$q = 0.4\text{ A} \times 2\text{ s} = 0.8\text{ C} \quad \text{كمية الشحنة}$$

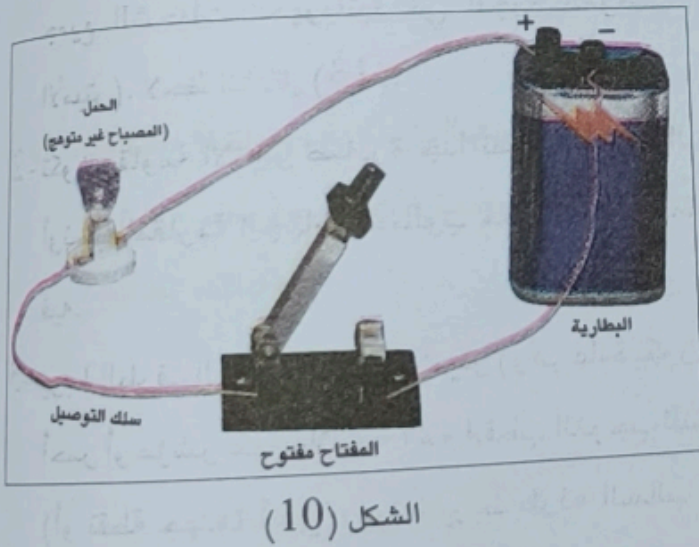
$$\text{b) } q = I \times t$$

$$q = 0.4\text{ A} \times (4 \times 60)\text{ s}$$

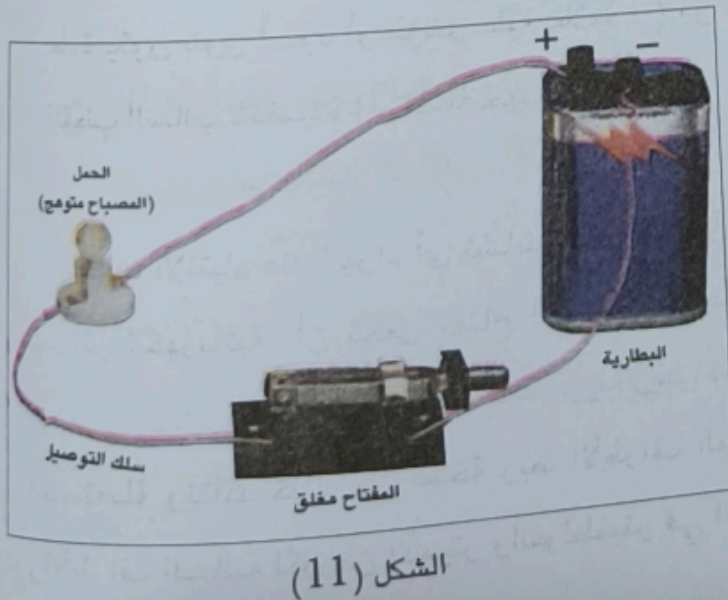
$$q = 96\text{ C} \quad \text{كمية الشحنة}$$



المسار المغلق الذي تتحرك خلاله الإلكترونات يدعى بالدائرة الكهربائية. والدائرة الكهربائية البسيطة تتألف من مصباح كهربائي (الحمل)، أسلاك توصيل، مفتاح، بطارية فولطيتها مناسبة. لاحظ الشكل (9).

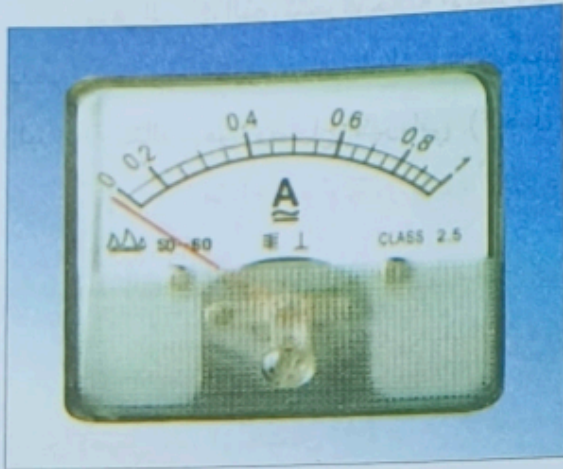


في الحالة التي يكون فيها مفتاح الدائرة مفتوحاً لا نلاحظ توهج المصباح، وهذا يعني وجود قطع في الدائرة، فتدعى مثل هذه الدائرة بالدائرة الكهربائية المفتوحة. لاحظ الشكل (10).



وعند إغلاق مفتاح هذه الدائرة، فإن الإلكترونات ستتحرك وتنساب خلال أسلاك التوصيل وخويط المصباح، فيتوهج المصباح، وتدعى مثل هذه الدائرة بالدائرة الكهربائية المغلقة. لاحظ الشكل (11).

جهاز الأميتر:

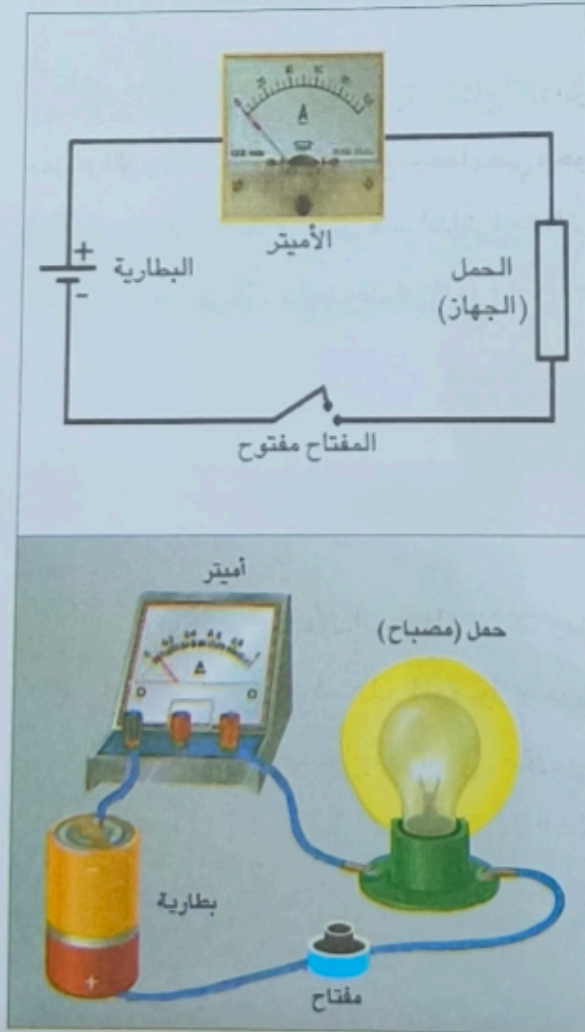


الشكل (12)

يستعمل جهاز الأميتر لقياس مقدار التيار الكهربائي المناسب في الدائرة الكهربائية (أو أي جزء منها). لاحظ الشكل (12). ولقياس التيارات صغيرة المقدار (مقدرة بالملي امبير mA) يستعمل جهاز الملي أميتر.

عند إستعمال جهاز الأميتر لقياس التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية، من الضروري مراعاة ما يأتي:

- 1- يربط الأميتر على التوالي (متسلسل) مع الحمل أو الجهاز المطلوب لمعرفة التيار المناسب فيه (لكي تناسب خلاله جميع الشحنات الكهربائية في الجزء الموضوع فيه الأميتر). لاحظ الشكل (13).
 - 2- تكون مقاومة الأميتر صغيرة جداً نسبة لمقاومة الدائرة أو نسبة لمقاومة الجهاز المطلوب معرفة التيار المناسب فيه.
 - 3- يربط الطرف الموجب لجهاز الأميتر (وهو عادة يكون بلون أحمر أو مؤشر عليه علامة +) مع القطب الموجب للبطارية (أو نقطة جهدا أعلى)، بينما يربط طرفه السالب (وهو عادة يكون بلون أسود أو مؤشر عليه علامة -) من جهة القطب السالب للبطارية (أو نقطة جهدا أوطأ).
- يتطلب الإنتباه عند إجراء أي نشاط (تجربة عملية) في الدوائر الكهربائية، أن نجعل مفتاح الدائرة مفتوحاً قبل البدء في القياس. وبعد التأكد من صحة طريقة ربط الأجهزة المستعملة ونتأكد كذلك من صحة ربط الأطراف الموجبة والأطراف السالبة لكل من الأميتر والفولتميتر في الدائرة وعندئذ، نغلق مفتاح الدائرة.



الشكل (13)

أدوات النشاط:

جهاز أميتر ، أسلاك توصيل ، مصباح كهربائي ، بطارية فولطيتها مناسبة ، مقاومة متغيرة (ريوستات)، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط كل من جهاز الأميتر والمصباح الكهربائي والمفتاح والبطارية والمقاومة المتغيرة (الريوستات) عند أعلى قيمة لها بواسطة أسلاك التوصيل مع بعضها على التوالي، مع الانتباه لنوعية الإقطاب لكل من البطارية والأميتر. كما في الشكل (14).
- نغلق مفتاح الدائرة نلاحظ توهج المصباح وانحراف مؤشر جهاز الأميتر مشيراً إلى إنسياب تيار كهربائي في الدائرة. ما الذي تمثله قراءة الأميتر هذه؟ سجل هذه القراءة، ماهي وحدات هذه القراءة؟
- نغير مقدار مقاومة الريوستات فيتغير تيار الدائرة، فنحصل على قراءة جديدة للأميتر ونلاحظ توهج المصباح. ثم نكرر العملية وفي كل مرة نحصل على مقدار جديد للتيار المناسب في الدائرة.

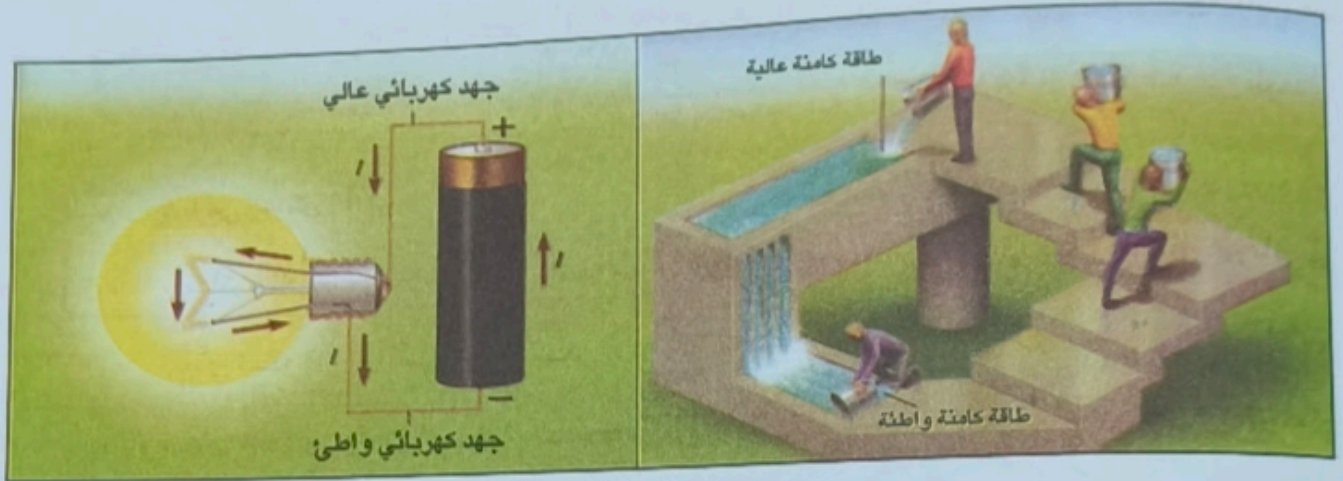


الشكل (14)

نستنتج من النشاط أن: قراءة الأميتر تتغير بتغير مقدار التيار المناسب في الدائرة الكهربائية فهي تشير دائماً إلى مقدار التيار المناسب في الدائرة.

فرق الجهد الكهربائي

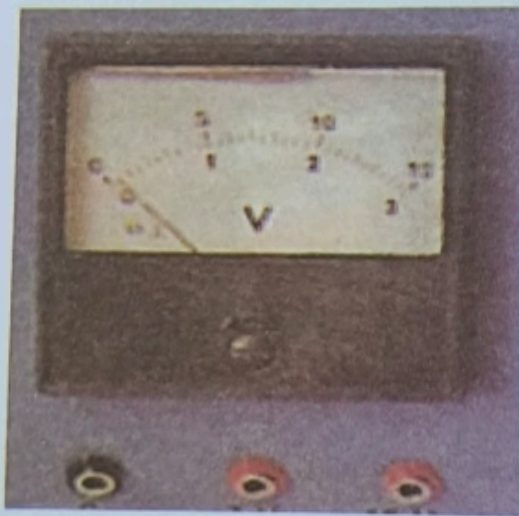
مقدار فرق الجهد بين نقطتين داخل المجال الكهربائي يحدد مقدار التيار الكهربائي المناسب بينهما، فيكون إتجاه إنسياب التيار الكهربائي من النقطة ذات الجهد الكهربائي الأعلى الى النقطة ذات الجهد الكهربائي الأوطأ، وعند تساوي مقدار جهدي النقطتين يتوقف سريان التيار الكهربائي. وتكون وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين هي الفولط (volt) ويقاس عملياً باستعمال جهاز الفولطميتر. الشكل (15).



الشكل (15)

قياس فرق الجهد الكهربائي

جهاز الفولطميتر:

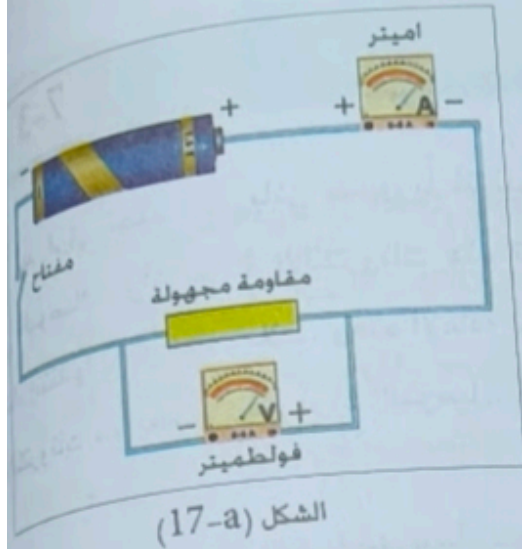


الشكل (16)

يستعمل الفولطميتر (Voltmeter) لاحظ الشكل (16) لقياس مقدار فرق الجهد الكهربائي بين أي نقطتين في الدائرة الكهربائية ويستعمل كذلك لقياس مقدار فرق الجهد الكهربائي بين قطبي البطارية. ولقياس الفولطيات صغيرة المقدار تستعمل وحدة القياس ملي فولط (mV) والجهاز المستعمل لقياسها هو جهاز الملي فولطميتر.

عند إستعمال جهاز الفولطميتر في قياس فرق الجهد الكهربائي من الضروري معرفة ما يأتي:

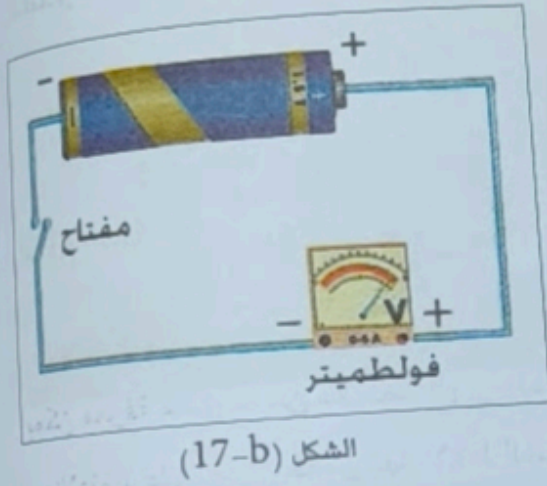
1. يربط جهاز الفولطميتر على التوازي بين طرفي الحمل المطلوب



معرفة فرق الجهد الكهربائي بين طرفيه (أي بين النقطتين المراد قياس فرق الجهد الكهربائي بينهما في الدائرة الكهربائية). الشكل (17-a).

2. تكون مقاومة الفولطمتر كبيرة جداً نسبة لمقاومة الدائرة أو نسبة لمقاومة الجهاز المطلوب قياس فرق الجهد الكهربائي بين طرفيه.

3. يربط الطرف الموجب لجهاز الفولطمتر (وهو عادة يكون بلون أحمر) مع القطب الموجب للنزيدة (نقطة جهدها أعلى)، بينما يربط طرفه السالب (وهو عادة يكون بلون أسود) مع القطب السالب للنزيدة (نقطة جهدها أوطأ).



ليكن معلوماً بأن فرق الجهد بين طرفي العمود في الحالة التي تكون فيها الدائرة الكهربائية مفتوحة (التيار = صفر) يسمى بـ (emf) كما في الشكل (17-b).

ولاجل قياسها يستعمل جهاز الفولطمتر حيث يربط مباشرة بين قطبي العمود.

نشاط

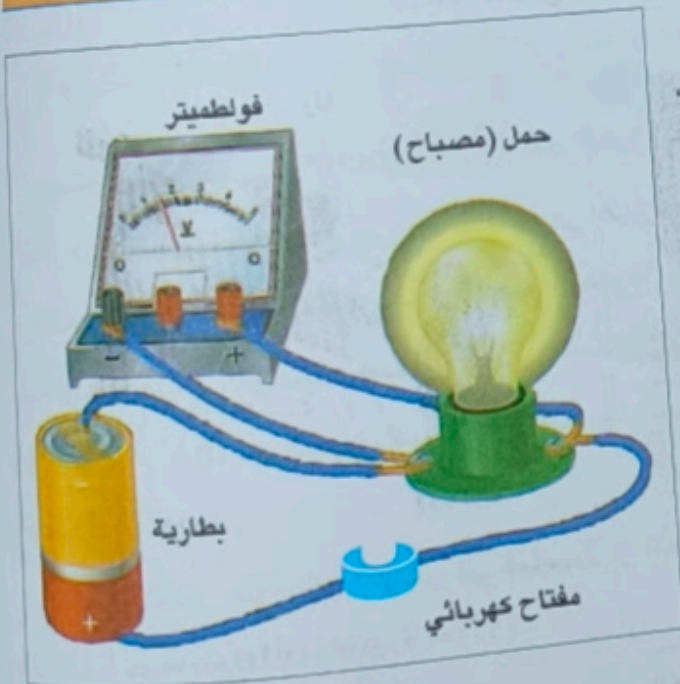
قياس فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في الدائرة الكهربائية باستعمال جهاز الفولطمتر

أدوات النشاط:

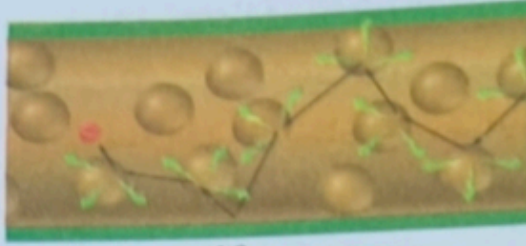
جهاز فولطمتر ، أسلاك توصيل ، مصباح كهربائي ، بطارية فولطيتها مناسبة ، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط بوساطة أسلاك التوصيل المصباح الكهربائي والمفتاح بين قطبي البطارية، ثم نربط جهاز الفولطمتر على التوازي مع المصباح، لاحظ الشكل (18).
- لاحظ إنحراف مؤشر جهاز الفولطمتر مشيراً إلى وجود فرق جهد كهربائي بين طرفي المصباح. ما الذي تمثله قراءة الفولطمتر هذه؟ سجل هذه القراءة.



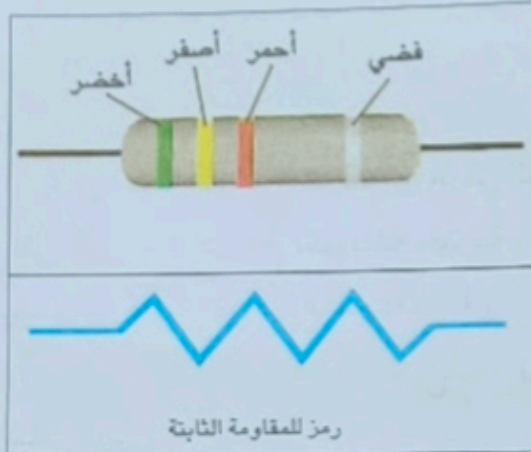
المقاومة الكهربائية ووحدة قياسها



الشكل (19)

يُعد فرق الجهد الكهربائي ضرورياً لتوليد تيار كهربائي في الموصلات وأن حركة الإلكترونات هذه تواجه إعاقة في أثناء انتقالها داخل الموصلات، وهذه الإعاقة ناجمة عن تصادم الإلكترونات مع بعضها ومع ذرات الموصل، مما يسبب ارتفاع درجة حرارة الموصل، وهذا يعني أن الموصل، ولد إعاقة للتيار الكهربائي أي أن للموصل مقاومة كهربائية. لاحظ الشكل (19).

فالمقاومة الكهربائية: هي الإعاقة التي يبديها المقاوم للتيار الكهربائي المار خلاله. ووحدة قياسها هي الأوم (نسبة للعالم جورج سيمون اوم).



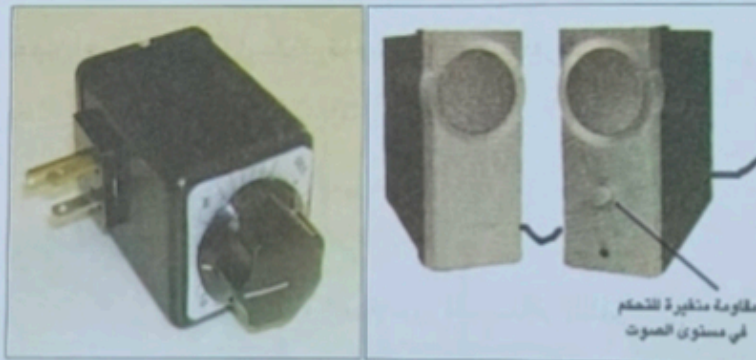
الشكل (20)

أنواع المقاومات: @alaahamed87

a- مقاومة ثابتة المقدار:

يمكن معرفة مقدارها من ملاحظة ألوان الحلقات على سطحها وذلك بالاعتماد على جدول خاص بها. لاحظ الشكل (20).

b- مقاومة متغيرة المقدار لاحظ الشكل (21)



رمز للمقاومة المتغيرة



الشكل (21)

قانون أوم

لقد وجد العالم أوم إن حاصل قسمة فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاوم على مقدار التيار المنساب في يساوي مقداراً ثابتاً ضمن حدود معينة، وقد سمي هذا الثابت بالمقاومة الكهربائية. وتقاس بالأوم ويرمز له (Ω).
لقد صاغ العالم أوم العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي والتيار المنساب خلال المقاوم بالعلاقة الآتية:

$$\text{المقاومة} = \frac{\text{فرق الجهد}}{\text{التيار}}$$

$$\text{Resistance} = \frac{\text{Potential difference}}{\text{Current}}$$

$$R (\Omega) = \frac{V (\text{volt})}{I (\text{Ampere})}$$

الأوم : مقاومة موصل فرق الجهد بين طرفيه فولطاً واحداً ومقدار التيار المار خلاله أمبيراً واحداً (جيداً)

نشاط

قياس مقاومة كهربائية صغيرة بالمقدار باستعمال الأميتر والفولطميتر

أدوات النشاط: أسلاك توصيل ، جهاز أميتر (A) ، جهاز فولطميتر (V) ، بطارية ، مفتاح كهربائي ، مقاومة صغيرة المقدار.

الخطوات:

1- نربط الأجهزة الكهربائية كما موضح في الشكل (22)، مع مراعاة ربط الأميتر على التوالي مع المقاومة المطلوب حساب مقدارها وربط الفولطميتر على التوازي بين طرفيها.



شكل يوضح الدائرة الكهربائية العملية
الشكل (22)

- 2- نفلق الدائرة الكهربائية ونسجل قراءة كل من الأميتر والفولتميتر.
- 3- نقسم مقدار قراءة الفولتميتر (فرق الجهد) على مقدار قراءة الأميتر (التيار) نحصل على مقدار المقاومة طبقا لقانون أوم:

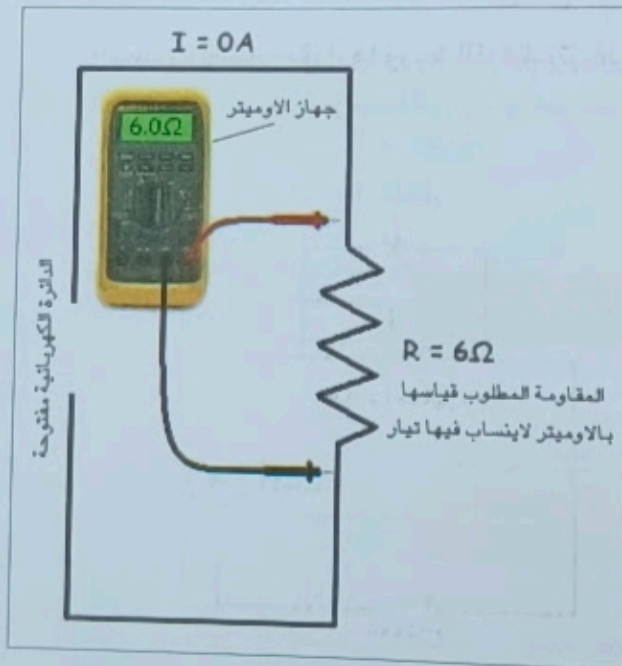
$$\text{مقدار المقاومة} = \frac{\text{مقدار قراءة الفولتميتر}}{\text{مقدار قراءة الأميتر}}$$

$$R (\Omega) = \frac{V (\text{volt})}{I (\text{Ampere})}$$



الشكل (23) جهاز الأوميتر

ويمكن قياس مقدار المقاومة الكهربائية بطريقة مباشرة وذلك باستعمال جهاز الأوميتر Ohmmeter. لاحظ الشكل (23).

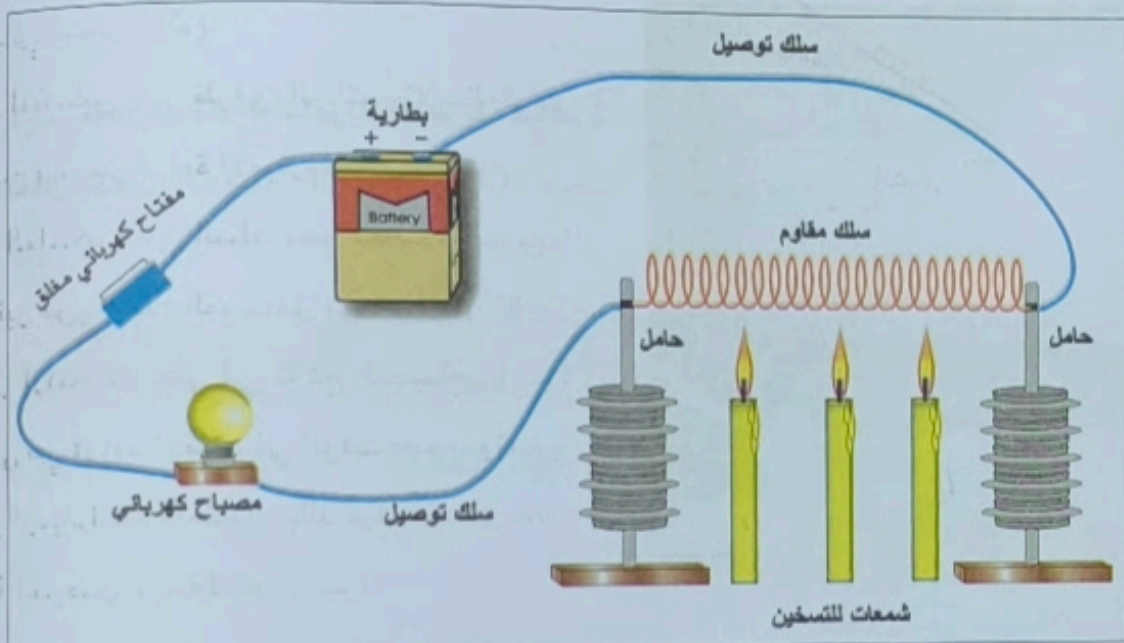


الشكل (24)

يتوجب عند استعمال جهاز الأوميتر أن تكون المقاومة المطلوب قياسها غير موصولة بدائرة كهربائية. لاحظ الشكل (24).

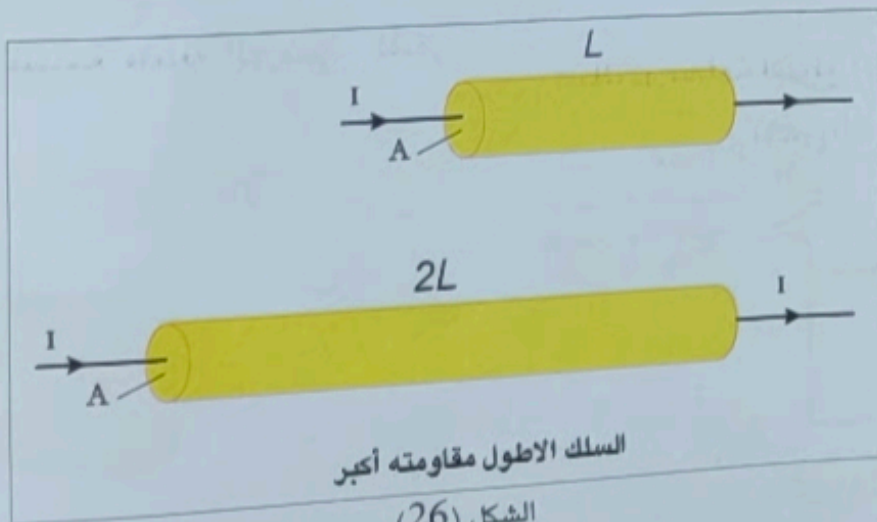
العوامل التي يتوقف عليها مقدار مقاومة الموصل:

1- **درجة الحرارة:** يتغير مقدار مقاومة بعض المواد باختلاف درجة الحرارة التي تتعرض لها، فالمواد الموصلة النقية تزداد مقاومتها مع ارتفاع درجة حرارتها (كالنحاس مثلاً)، فعند تسخين سلك من النحاس المربوط على التوالي مع مصباح كهربائي، نلاحظ أن توهج المصباح يقل تدريجياً مع ارتفاع درجة حرارة سلك النحاس نتيجة لنقصان تيار الدائرة، لاحظ الشكل (25). وتفسير ذلك هو ازدياد مقاومة الموصل بارتفاع درجة حرارته. ومن الجدير بالذكر أن انخفاض درجة حرارة بعض المواد انخفاضاً كبيراً فإنها تصبح فائقة التوصيل (superconductor) ومثالية في نقل الطاقة الكهربائية. وتوجد مواد مثل الكربون حيث تقل مقاومتها الكهربائية بارتفاع درجة الحرارة. وهناك مواد أخرى تبقى مقاومتها ثابتة تقريباً مهما اختلفت درجة حرارتها (كالمنكائين والكونستانتان).

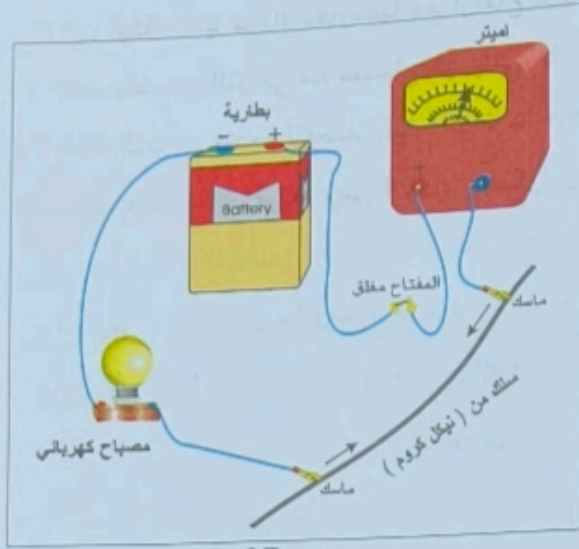


الشكل (25)

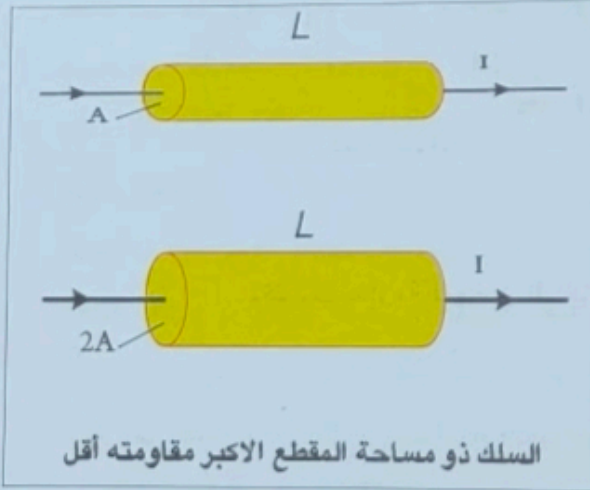
2- **طول الموصل:** تتناسب مقاومة الموصل طردياً مع طوله (تزداد مقاومة الموصل بازدياد طوله). لاحظ الشكل (26).



الشكل (26)



الشكل (27)



الشكل (28)

ادوات النشاط: بطارية فولطيتها مناسبة ، سلك موصل (مصنوع من مادة النيكل كروم) طويل نسبياً ، مصباح كهربائي ، أميتر ، اسلاك توصيل ، ماسكين من مادة موصلة، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط دائرة كهربائية عملية متوالية الربط تحتوي الأميتر والبطارية والمصباح والسلك والمفتاح الكهربائي الشكل (27).

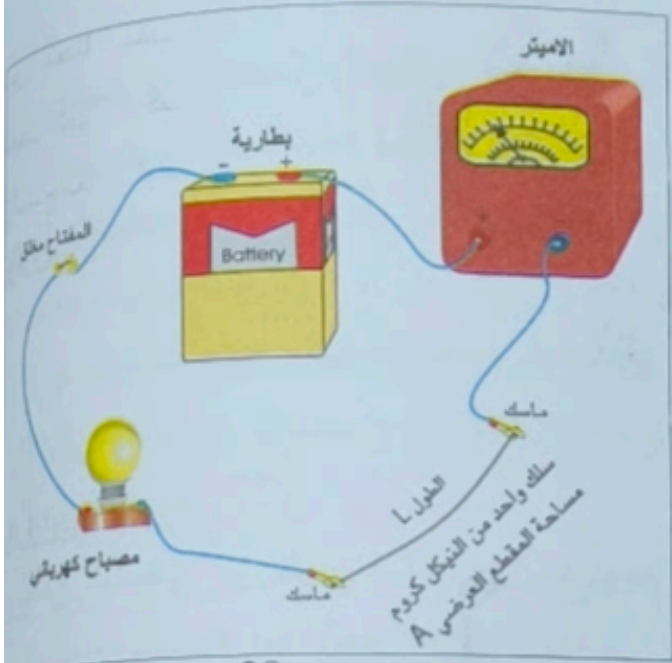
- نضع الماسكين بين طرفي السلك ونلاحظ توهج المصباح ونسجل قراءة الأميتر.

- نحرك الماسكين على السلك نحو بعضهما تدريجياً (لتصغير طول السلك المستعمل في الدائرة)، نلاحظ حصول إزدیاد تدريجي في توهج المصباح وإزدیاد تدريجي في قراءة الأميتر في الوقت نفسه، وتفسير ذلك هو إزدیاد التيار المناسب بالدائرة بنقصان مقدار مقاومة الموصل نتيجة لنقصان طوله.

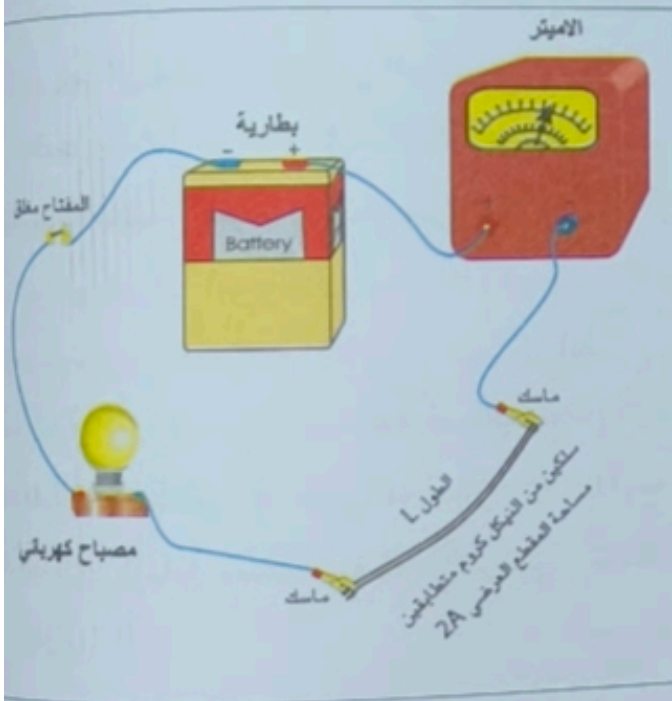
نستنتج من هذا النشاط أن: مقاومة الموصل (R) تتناسب طردياً مع طوله (L) بثبوت العوامل الأخرى.

3- مساحة المقطع العرضي للموصل: تقل مقاومة

الموصل بزيادة مساحة مقطعه العرضي. الشكل (28).



الشكل (29)



الشكل (30)

أدوات النشاط: بطارية فولطيتها مناسبة ، سلكين موصلين (من مادة النيكل كروم) متساويان بالطول والمقطع العرضي، مصباح كهربائي ، أميتر ، اسلاك توصيل ، ماسكين من مادة موصلية ، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط دائرة كهربائية عملية متوالية الربط تحتوي الأميتر والبطارية والمصباح وسلك واحد من النيكل كروم الشكل (29).
- نضع الماسكين بين طرفي السلك ونلاحظ توهج المصباح ونسجل قراءة الأميتر.
- نأخذ السلكين المتماثلين بالطول والمقطع العرضي (من النيكل كروم) ونربط طرفيهما ببعض ونجعلهما كسلك واحد، لنحصل على سلك غليظ مساحة مقطعه العرضي تساوي (2A) ضعف مساحة السلك الواحد. لاحظ الشكل (30).
- نضع الماسكين بين طرفي السلكين (بين طرفي السلك الغليظ).
- نلاحظ ازدياد توهج المصباح بمقدار اكبر من الحالة الأولى (للسلك المنفرد) وازدياد قراءة الأميتر عن قراءته السابقة، وهذا يعني ان التيار الكهربائي المناسب في الدائرة قد ازداد بمضاعفة مساحة المقطع العرضي للسلك.

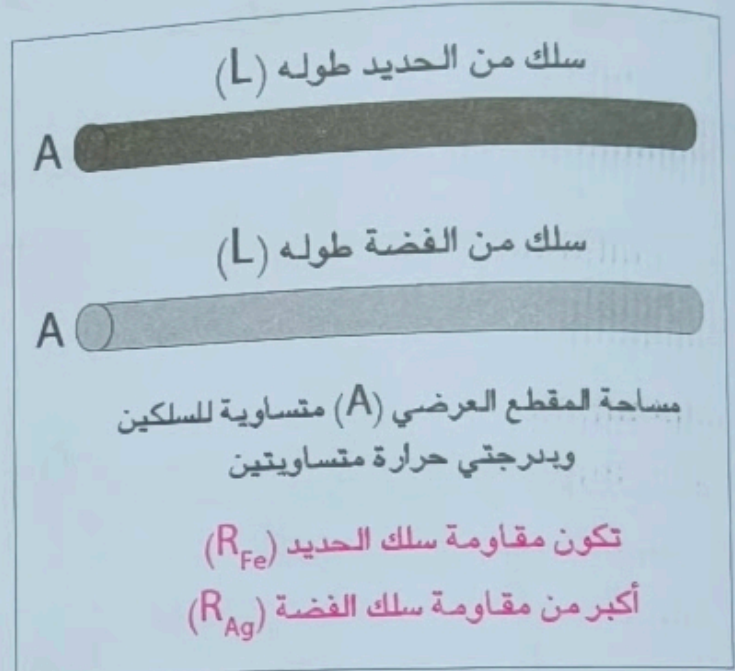
وتفسير ذلك هو عند مضاعفة مساحة المقطع العرضي للسلك تقل مقاومته عن ماكانت عليه في الحالة الأولى. فيزداد التيار الكهربائي المناسب فيه.

نستنتج من هذا النشاط أن: مقاومة الموصل (R) تتناسب عكسياً مع مساحة مقطعه العرضي (A) بثبوت العوامل الاخرى.

4- نوع المادة: المقاومة الكهربائية هي خاصية فيزيائية للمادة تبين اعاققتها للتيار الكهربائي المناسب خلالها. تختلف المقاومة الكهربائية باختلاف نوع المادة بثبوت العوامل الاخرى. مثلاً مقاومة سلك من الفضة اصغر من مقاومة سلك من الحديد مساوٍ له بالطول وكذلك مساوٍ لمساحة المقطع العرضي وعند درجة الحرارة نفسها. لاحظ الشكل (31).

هل تعلم

توجد داخل خزان الوقود للمركبات عوامة تعمل على تغيير مقدار المقاومة التي تتحكم في مقدار التيار المناسب في مقياس الوقود، وعندما يكون مستوى الوقود مرتفعاً يسري تيار أكبر مسبباً انحراف اكبر لمؤشر مقياس الوقود والعكس صحيح.



الشكل (31)

وعندئذ يمكننا القول:

$$\text{المقاومة} \propto \frac{\text{طول السلك}}{\text{مساحة المقطع}}$$

$$R \propto \frac{L}{A}$$

2- ربط المقاومات على التوالي (Series connection):

يوضح الشكل (32) مقاومتان كهربائيتان مقاوماتهما (R_1, R_2) مربوحتان على التوالي مع بعضهما اذ يوفر هذا النوع من الربط مسرباً واحداً لأنسياب التيار في الدائرة الكهربائية.

(V_1) يمثل فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة R_1

(V_2) يمثل فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة R_2

$$I = I_1 = I_2 \dots\dots\dots (1)$$

I يمثل التيار المناسب في الدائرة الكهربائية

V_{total} يمثل فرق الجهد الكلي

$$V_{total} = V_1 + V_2 \dots\dots\dots (2)$$

ثم نعوض عن: $V = I \times R$ في المعادلة (2)

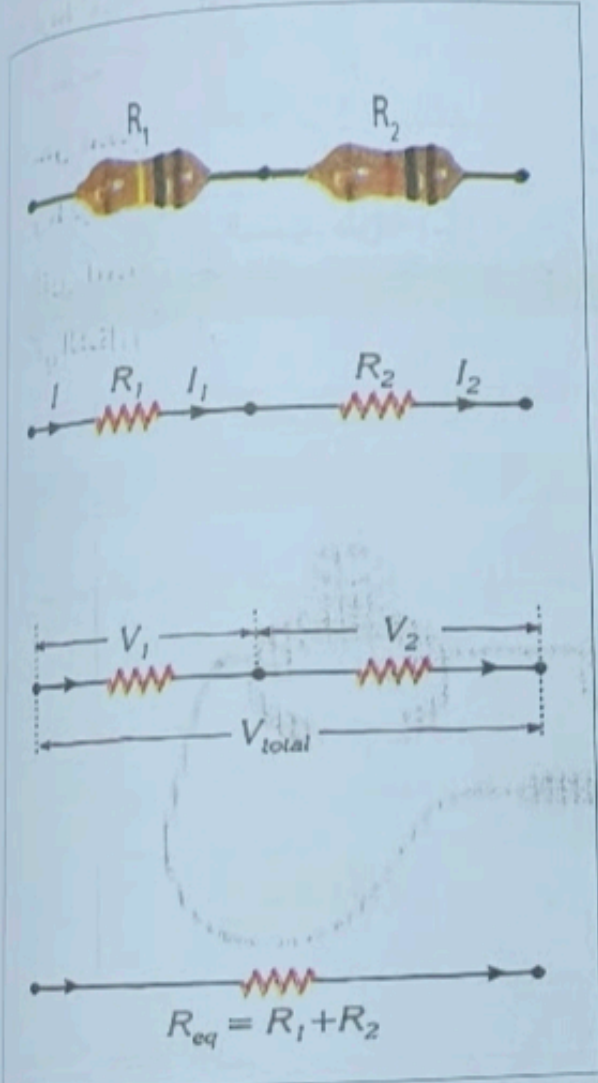
$$I \times R_{eq} = I \times R_1 + I \times R_2$$

$$I \times R_{eq} = I \times (R_1 + R_2)$$

اذ ان R_{eq} تمثل المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المتوالية الربط.

وباختصار (I) من طرفي المعادلة نحصل على:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \dots\dots\dots (3)$$



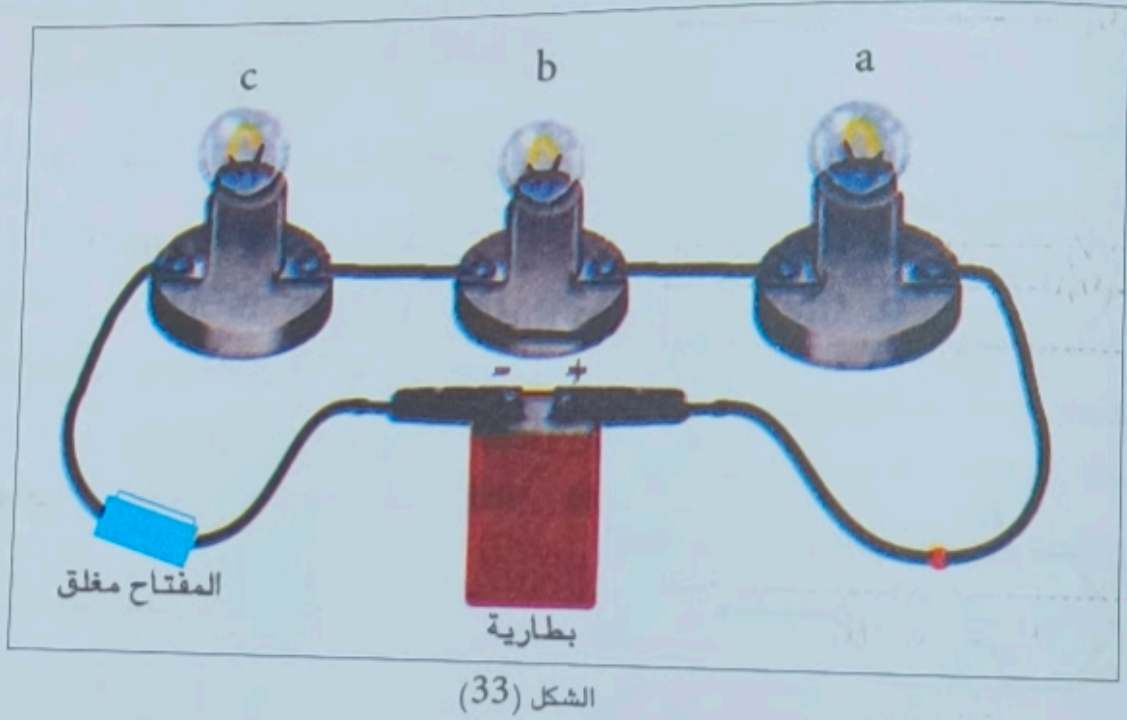
الشكل (32)

ربط المصابيح الكهربائية على التوالي

ادوات النشاط: ثلاثة مصابيح (a, b, c) صغيرة ومتماثلة، بطارية فولطيتها مناسبة، أسلاك توصيل، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط أحد المصابيح الثلاثة على التوالي مع المفتاح والبطارية. نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباح.
- نربط مصباحين من المصابيح الثلاثة على التوالي مع بعضها ومع المفتاح والبطارية.
- نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباحين، نجد أن توهجهما متساوٍ وتوهج كل منهما أقل من توهج المصباح لو ربط لوحده في الدائرة.
- نكرر العملية وذلك بربط المصابيح الثلاثة بوساطة أسلاك التوصيل مع بعضها ومع المفتاح على التوالي كما في الشكل (33).

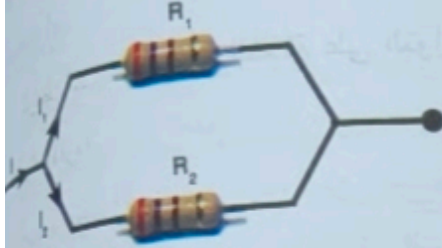


- نربط طرفي المجموعة المتوالية (المصابيح الثلاثة والمفتاح) بين قطبي البطارية.
- نغلق مفتاح الدائرة ونلاحظ توهج المصابيح، ماذا نجد؟
- نجد أن مقدار توهج المصابيح الثلاثة متساوٍ وتوهج كل منهم أقل مما هو عليه في الحالة السابقة.

نستنتج من النشاط: أن تيار الدائرة المتوالية الربط يكون متساوٍ في جميع أجزائها ويقل مقداره بازدياد عدد المصابيح المربوطة على التوالي بسبب ازدياد مقدار المقاومة المكافئة لمجموعة التوالي.

b - ربط المقاومات على التوازي (Parallel connection):

يوضح الشكل (34-a) مقاومتان كهربائيتان (R_1 ، R_2) مربوطتان على التوازي مع بعضهما. إذ يوفر هذا النوع من الربط عدة مسارب لانسحاب التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية. لاحظ الشكل (34 - a.b).



الشكل (34 - a)

حيث:

(V_1) يمثل فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R_1)

(V_2) يمثل فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R_2)

$$V = V_1 = V_2 \dots\dots\dots (1)$$

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 \dots\dots\dots (2)$$

حيث (I_{total}) يمثل التيار الكلي المنساب في الدائرة الكهربائية
(I_1) يمثل التيار المنساب في المقاومة (R_1)
(I_2) يمثل التيار المنساب في المقاومة (R_2)
ويمكن حساب المقاومة المكافئة كما يأتي:

$$\text{نعوض عن } I = \frac{V}{R} \text{ في المعادلة (2)}$$

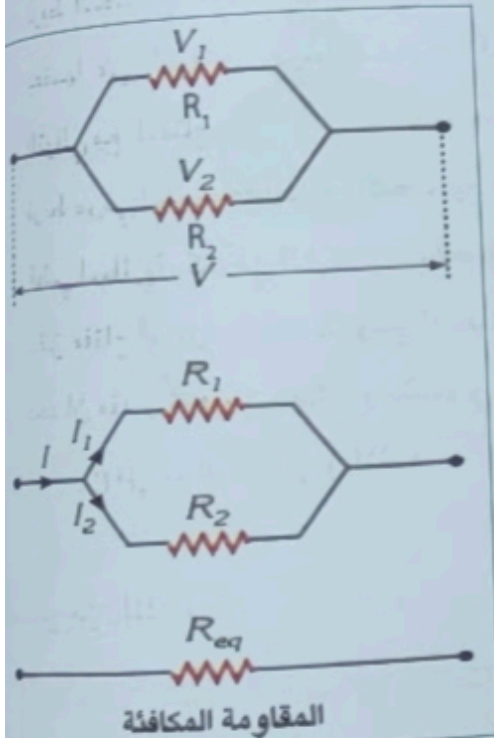
(R_{eq}) تمثل المقاومة المكافئة

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{1} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

وباختصار (V) من طرفي المعادلة نحصل على:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots\dots\dots (3)$$



المقاومة المكافئة

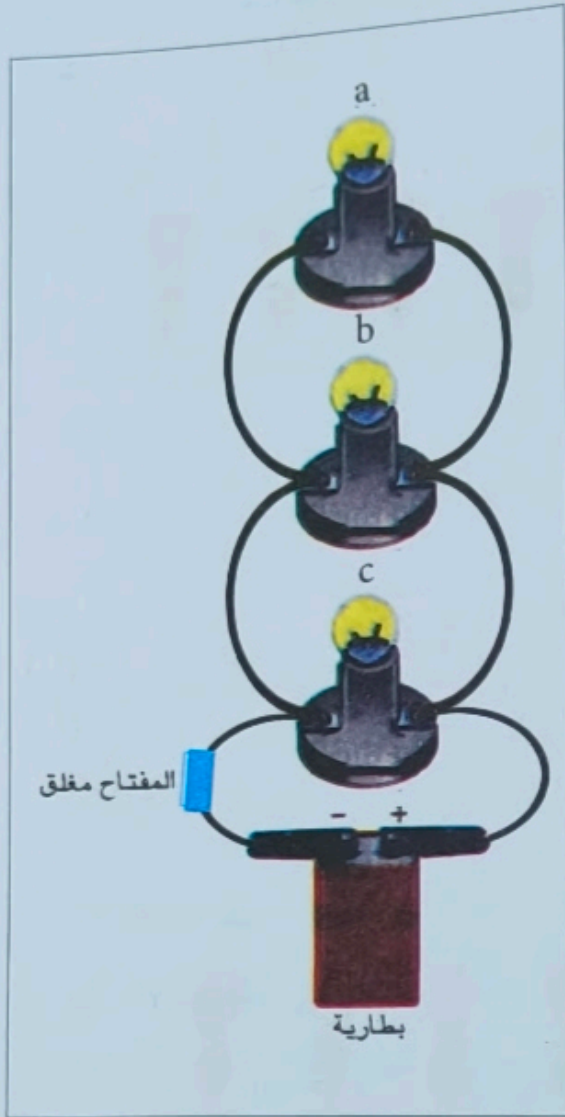
الشكل (34 - b)

ربط المصابيح الكهربائية على التوازي

ادوات النشاط: ثلاثة مصابيح (a , b , c) صغيرة ومتماثلة ، بطارية ، اسلاك توصيل ، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط أحد المصابيح الثلاثة على التوالي مع المفتاح والبطارية. نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباح.
- نربط مصباحين من المصابيح الثلاثة على التوازي مع بعضها ونربط مجموعتهما على التوالي مع المفتاح والبطارية.
- نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباحين، نجد ان توهجهما متساوي. ويمثل توهج المصباح في الحالة الاولى.
- نربط المصابيح الثلاثة بواسطة أسلاك التوصيل مع بعضها على التوازي ونربط مجموعة المصابيح على التوالي مع المفتاح.
- نربط طرفي المجموعة الكلية (المصابيح والمفتاح) بين قطبي البطارية. كما في الشكل (35).
- نغلق مفتاح الدائرة ونلاحظ توهج المصابيح. نجد ان مقدار توهج المصابيح متساوي. ويمثل توهج المصباح في الحالة الاولى والثانية.



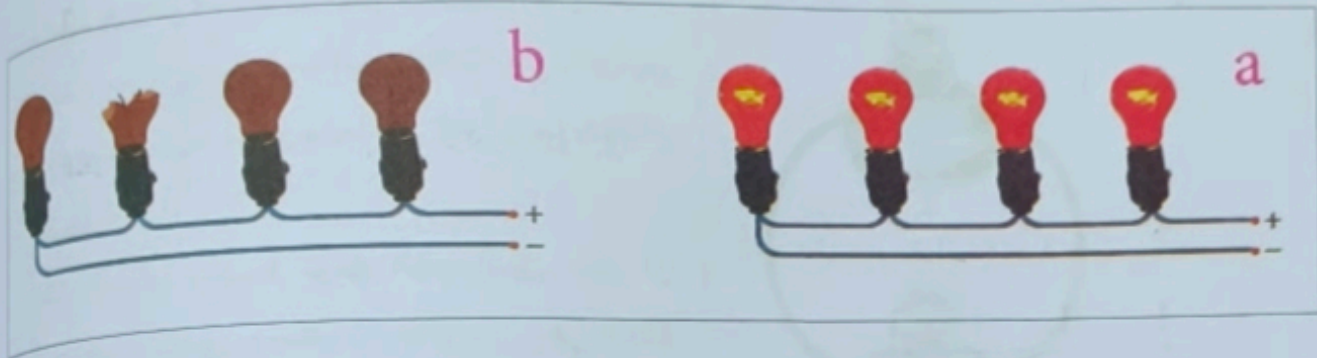
الشكل (35)

نستنتج من النشاط: إن فرق الجهد عبر أجزاء الدائرة المتوازية الربط يكون متساوٍ والتيار الرئيسي في الدائرة يساوي مجموع التيارات المارة في المصابيح المربوطة على التوازي والذي يزداد مقداره بزيادة عدد المصابيح المربوطة على التوازي.

وان المقاومة المكافئة في دائرة التوازي تقل بزيادة عدد المصابيح (المقاومات) المربوطة على التوازي.

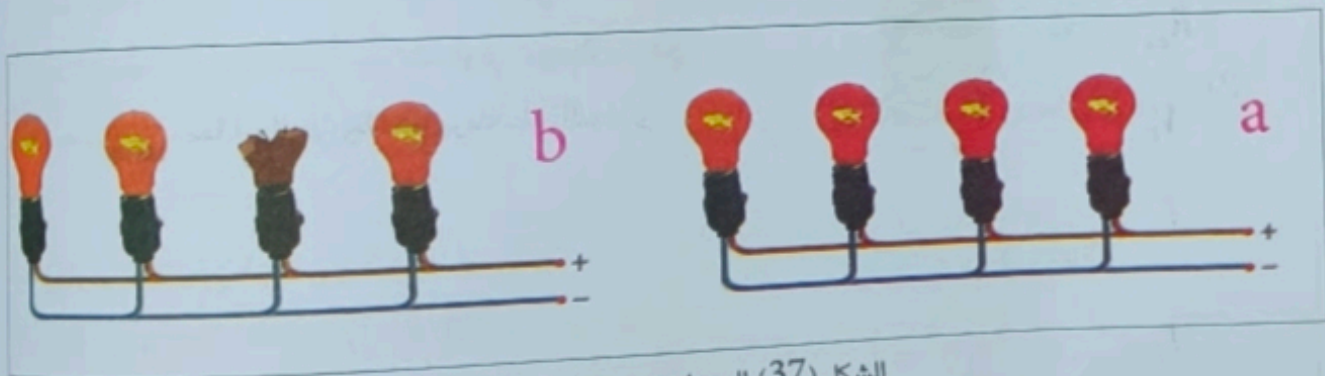
مقارنة بين ربط المصابيح الكهربائية على التوالي مع ربطها على التوازي:

- من مزايا طريقة ربط المصابيح على التوالي هو عند عطب (تلف) أو رفع أحد المصابيح فإن جميع المصابيح الأخرى المربوطة معه على التوالي تنطفئ (لا تتوهج) لاحظ الشكل (36 - a , b). وسبب ذلك هو في طريقة ربط التوالي حيث ينساب التيار نفسه من مصباح إلى آخر، أي يوجد مسرب واحد لحركة الشحنات الكهربائية خلال الدائرة الكهربائية.



الشكل (36) المصابيح مربوطة على التوالي

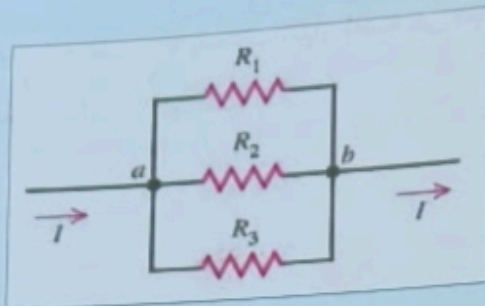
- من مزايا ربط المصابيح على التوازي: هو عند عطب (تلف) أو رفع أحد المصابيح فإن جميع المصابيح الأخرى المربوطة معه على التوازي تبقى متوهجة لانه يتوقف انسياب التيار الكهربائي فقط في فرع المصباح الذي أصابه العطب. الشكل (37-a , b)، وسبب ذلك ان جميع المصابيح متصلة مباشرة إلى مصدر الفولطية المجهزة (مثل البطارية). أي توجد عدة مسارب لحركة الشحنات الكهربائية خلال الدائرة كهربائية.



الشكل (37) المصابيح مربوطة على التوازي

- لذا فان معظم الدوائر الكهربائية تستعمل فيها طريقة ربط الأجهزة الكهربائية على التوازي. وجميع الأجهزة الكهربائية المنزلية تربط بطريقة ربط التوازي.

في الشكل المجاور ثلاث مقاومات ($R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 9 \Omega$, $R_3 = 18 \Omega$) والمقاومة المكافئة لها مربوطة عبر فرق جهد كهربائي مقداره (18 V). احسب:



- 1- مقدار المقاومة المكافئة.
- 2- التيار المناسب في كل مقاومة.
- 3- التيار الكلي المناسب في الدائرة.

الحل: يتضح من الشكل ان الربط على التوازي

المقاومة المكافئة هي R_{eq}

$$1) \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3+2+1}{18}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{18}$$

$$R_{eq} = 3\Omega$$

$$2) V_{total} = V_1 = V_2 = V_3 = 18\text{V}$$

بما ان المقاومات مربوطة على التوازي

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{18}{6} = 3\text{A}$$

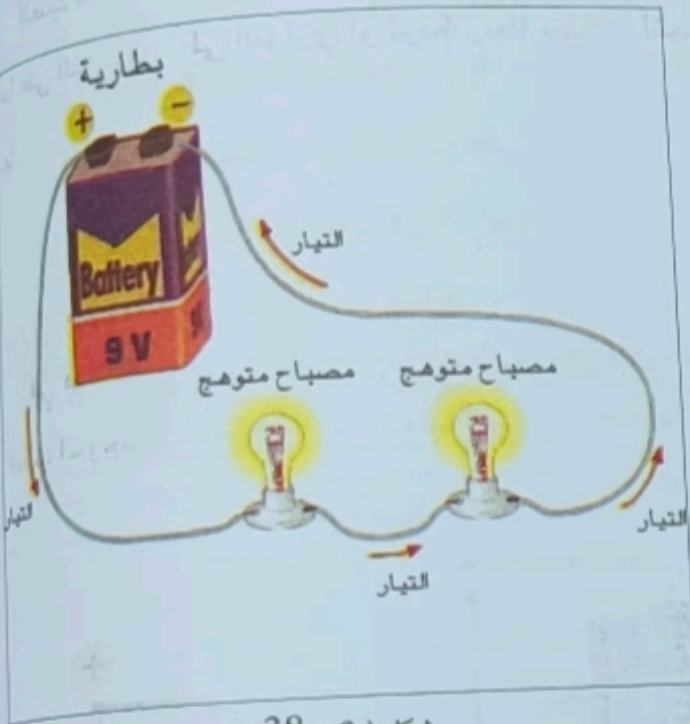
$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{18}{9} = 2\text{A}$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{18}{18} = 1\text{A}$$

$$3) I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 = 3 + 2 + 1 = 6\text{A}$$

$$\text{or } I_{total} = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{18}{3} = 6\text{A}$$

عند ربط مصباحين كهربائيين متساويين في مقاومتهما الكهربائية على التوالي مع بعضهما وربط مجموعتهما بين قطبي بطارية، نلاحظ ان توهج المصباحين يكون متساوي الشكل (38 - a)، وذلك بسبب تساوي مقداري التيار المنساب فيهما.



شكل (38 - a)

فإذا ربطنا سلكاً موصلاً غليظاً بين طرفي أحد المصباحين نلاحظ إنطفاء هذا المصباح، الشكل (38-b) وسبب ذلك هو ان السلك الغليظ ولد دائرة قصيرة للمصباح فجعل معظم التيار ينساب في السلك الغليظ (مقاومة صغيرة جداً) والجزء القليل جداً من التيار ينساب في المصباح فلا يكفي لتوهجه.

اما المصباح الآخر المربوط في الدائرة نجده متوهجاً ويكون توهجه اكبر من الحالة الاولى وذلك بسبب ازدياد تيار الدائرة الكهربائية في الحالة الثانية نتيجة لنقصان مقاومتها المكافئة (الدائرة الكهربائية في الحالة الثانية يعتبر فيها مصباح واحد مربوط مع النضيدة بدلاً من مصباحين مربوطين على التوالي).



شكل (38 - b)

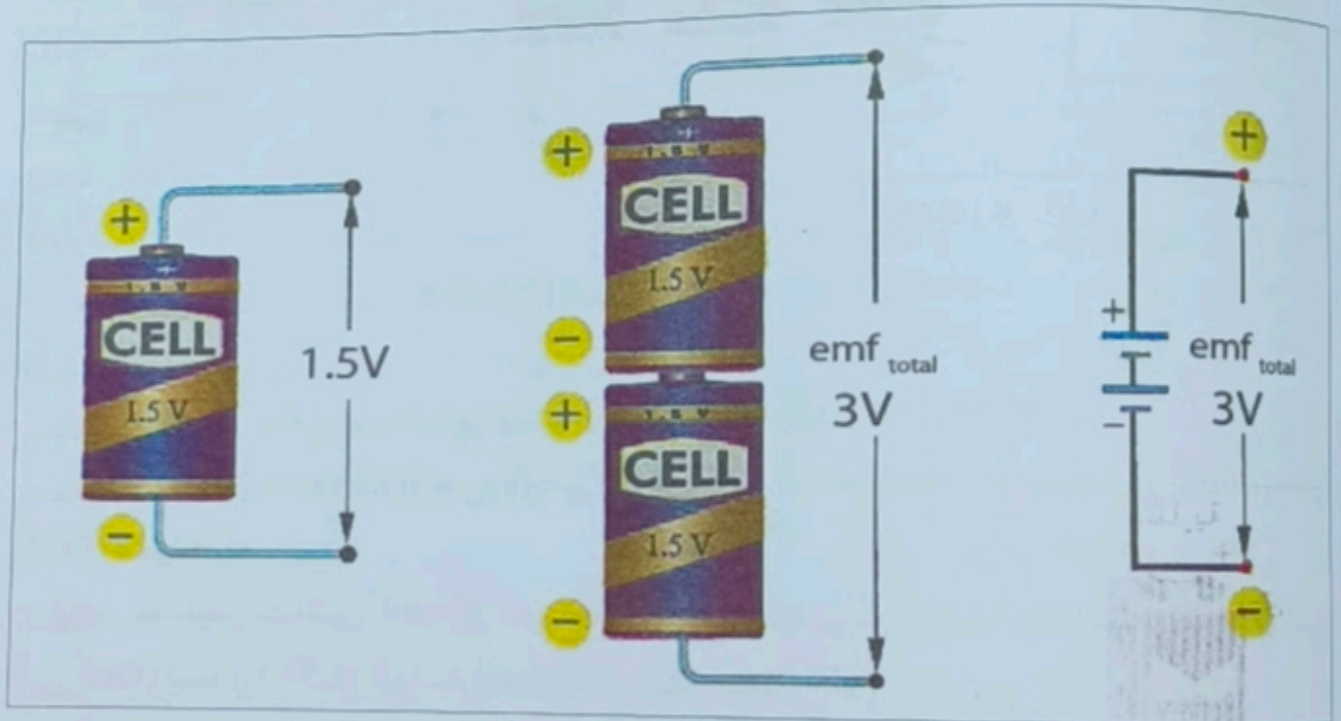
انتباه:

تجنب ربط الأميتر مباشرة مع المصدر (من غير وجود حمل في الدائرة) لان هذا يؤدي إلى تلفه وتلف البطارية معاً (إذا كان المصدر ذو قدرة عالية) وذلك لتعرضها إلى دائرة قصيرة ينتج عنها مرور تيار عالي المقدار.

العديد من الدوائر الكهربية لكي تعمل تحتاج الى أكثر من خلية واحدة. لذا تربط الخلايا الكهربية مع بعضها إما على التوالي أو على التوازي أو تربط ربطاً مختلطاً لتجهيز الدائرة بالتيار المناسب لها أو الفولطية المناسبة لها.

أ- ربط الخلايا (الاعمدة) الكهربية على التوالي:

في هذا النوع من ربط الخلايا يتم ربط القطب الموجب للخلية الاولى مع القطب السالب للخلية الثانية ويربط القطب الموجب للخلية الثانية مع القطب السالب للخلية الثالثة وهكذا. لاحظ الشكل (39).



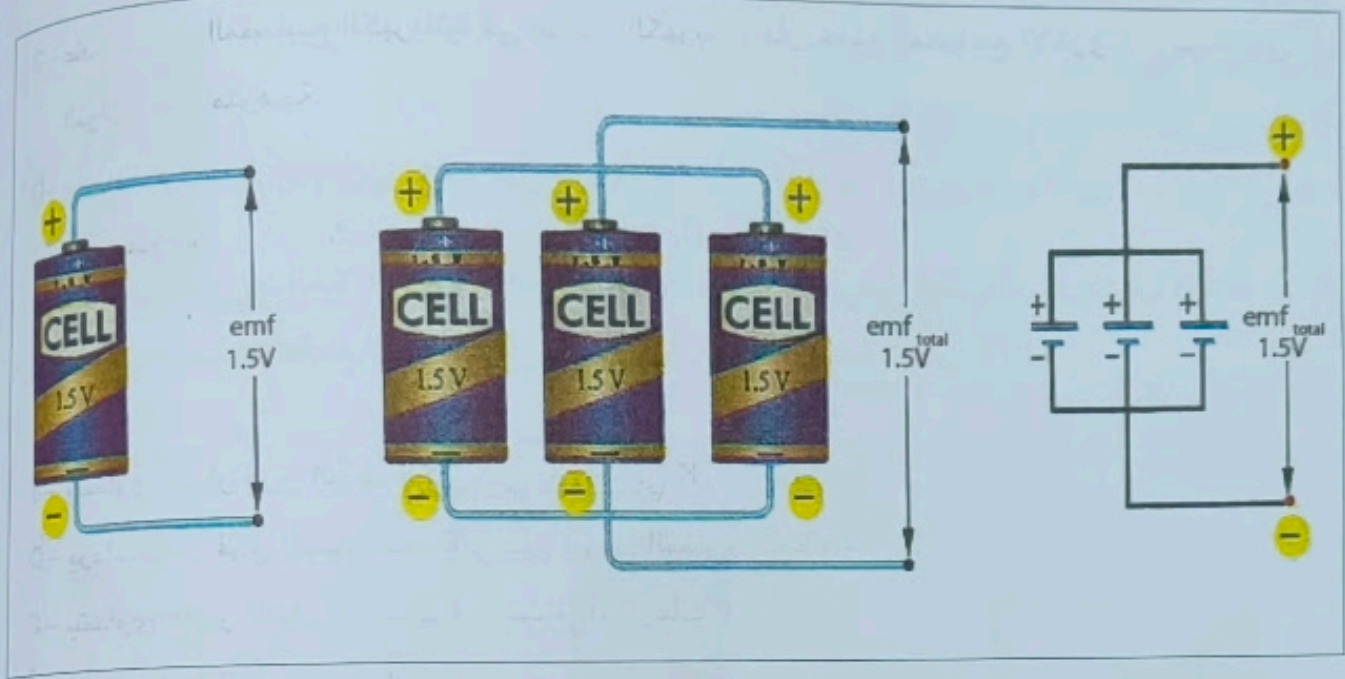
شكل (39) الخلايا (الاعمدة) مربوطة على التوالي

من مميزات ربط الخلايا الكهربية على التوالي: هو تجهيز فولطية أكبر (قوة دافعة كهربية emf أكبر)، نتيجة لجمع فولطيات الخلايا. فإن القوة الدافعة الكهربية الكلية (emf_{total}) تساوي مجموع emf للخلايا المربوطة على التوالي.

فعند ربط خليتين متماثلتين emf لكل منهما (1.5V) على التوالي مع بعضهما فإن الفولطية الكلية للخليتين (emf_{total}) تساوي (3V) أي ضعف فولطية كل منهما. الشكل (39).

b- ربط الخلايا (الأعمدة) الكهربائية على التوازي:

في هذا النوع من ربط الخلايا يتم ربط الاقطاب الموجبة لجميع الخلايا سوية مع بعضها، وتربط الاقطاب السالبة لجميع الخلايا سوية مع بعضها.. لاحظ الشكل (40).



الشكل (40) الخلايا (الأعمدة) مربوطة على التوازي

من مميزات ربط الخلايا على التوازي هو إمكانية تجهيز الدائرة الكهربائية بتيار أكبر.

وتكون الفولطية الكلية للخلايا المربوطة على التوازي **القوة الدافعة الكهربائية الكلية** (emf_{total}) تساوي (emf) للخلية الواحدة.

فعند ربط خليتين متماثلتين emf لكل منهما (1.5 V) على التوازي مع بعضهما فإن الفولطية الكلية للخليتين (emf_{total}) تساوي (1.5 V) أي تساوي فولطية كل منهما. الشكل (40).

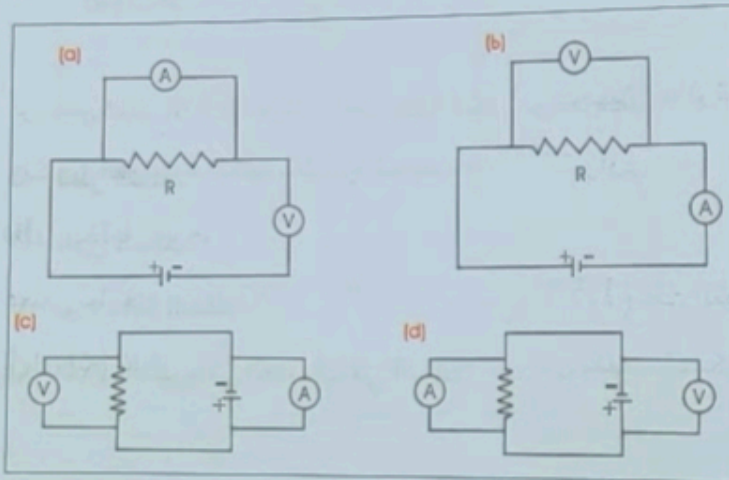
أسئلة الفصل الثالث

155

إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

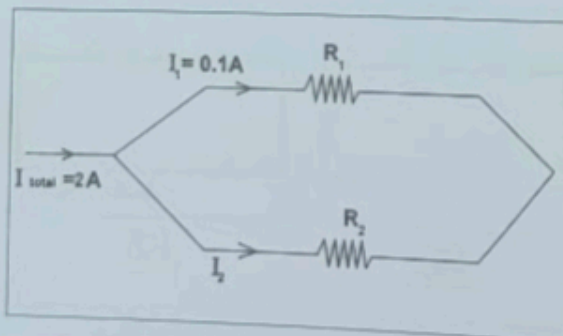
- 1- مزايا ربط المصابيح الكهربائية على التوازي هي:
 - a- عند تلف احد المصابيح الكهربائية في الدائرة الكهربائية فإن جميع المصابيح الاخرى المربوطة على التوازي تبقى متوهجة.
 - b- جميع المصابيح الكهربائية متصلة مباشرة مع مصدر الفولطية المجهزة.
 - c- توجد عدة مسارب لحركة التيار الكهربائي خلال الدائرة الكهربائية.
 - d- جميع ما ذكر اعلاه.

- 2- عند زيادة عدد المقاومات المربوطة مع بعضها على التوازي في دائرة كهربائية تحتوي نضيدة:
 - a- يتساوى مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي كل مقاومة.
 - b- يزداد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة المكافئة.
 - c- يتساوى مقدار التيار المنساب في جميع المقاومات.
 - d- يزداد مقدار المقاومة المكافئة.



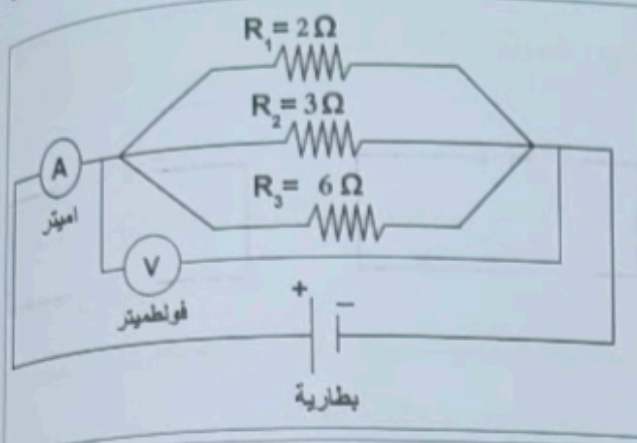
- 3- أي مخطط من مخططات الدوائر الآتية تعد صحيحة عند استعمالها لقياس مقاومة صغيرة بربط الأميتر والفولطميتر. لاحظ الشكل المجاور.

- 4- إن مقدار التيار الكهربائي (I_2) المنساب في المقاومة (R_2) في مخطط الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل المجاور يساوي:



- a- 0.1A
- b- 2A
- c- 2.1A
- d- 1.9A

5- إذا كانت قراءة الاميتر المربوط في الدائرة الكهربائية في الشكل تساوي (6A) فإن قراءة الفولتميتر



في هذه الدائرة تساوي:

- 6V-a
- 12V-b
- 18V-c
- 3V-d

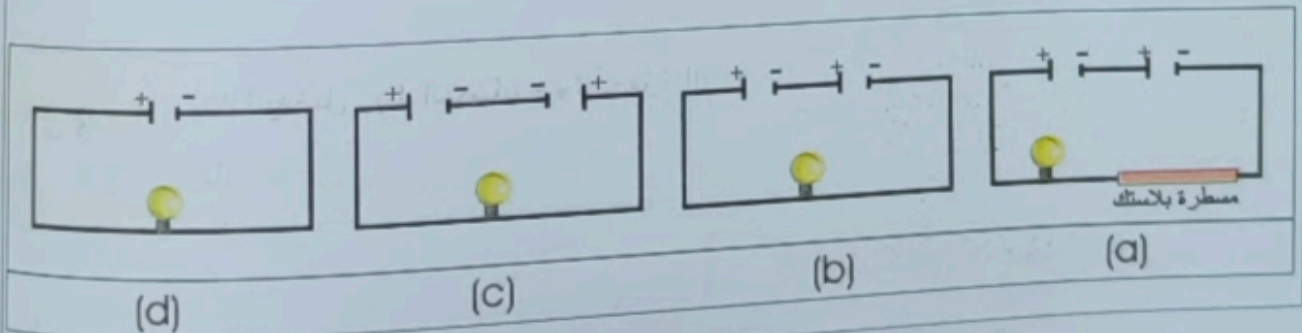
6- إحدى الوحدات الآتية هي وحدة قياس المقاومة الكهربائية:

- $\frac{\text{Ampere}}{\text{Volt}}$ -a
- $\frac{\text{Volt}}{\text{Ampere}}$ -b
- Volt $\times$ Ampere -c
- $\frac{\text{Coulomb}}{\text{Second}}$ -d

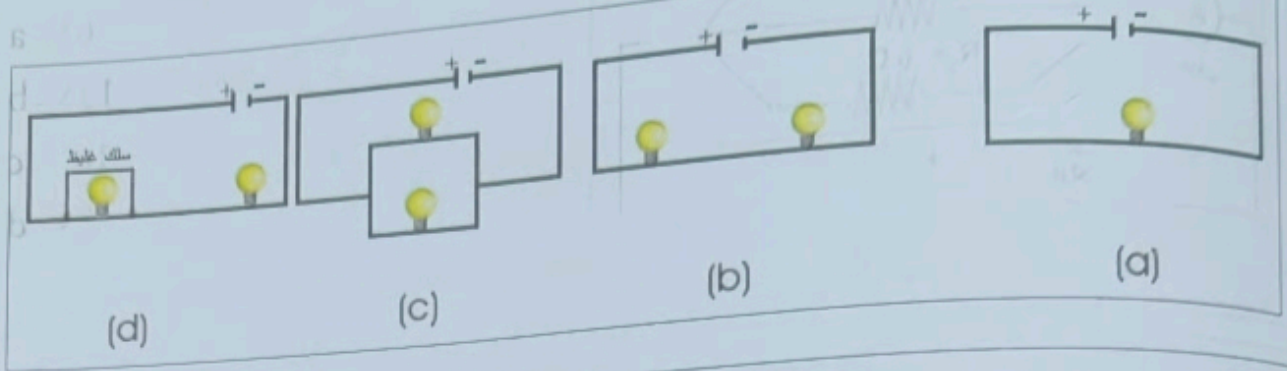
7- لا يعتمد مقدار المقاومة الكهربائية لسلك موصل على:

- a- قطر السلك.
- b- طول السلك.
- c- نوع مادة السلك.
- d- التيار الكهربائي المناسب في السلك.

8- إذا كانت الأعمدة في الدوائر الكهربائية التالية متماثلة. وضع في أي منها يكون توهج المصباح أكبر؟



9- إذا كانت المصابيح الكهربائية في الدوائر الكهربائية التالية متماثلة. وضح في أي منها يكون توهج المصباح أو المصباحين ضعيفاً:



10- في الشكل المجاور، ربط سلك غليظ بين طرفي المصباح الثاني (بين النقطتين b و c). نلاحظ:

a- إنطفاء المصباح الثاني ذو المقاومة (R_2) مع زيادة

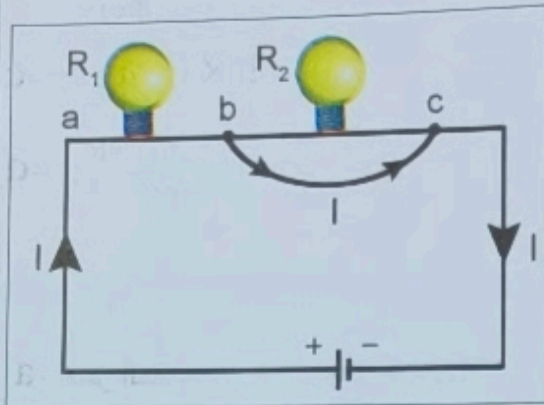
توهج المصباح الأول ذو المقاومة (R_1).

b- إنطفاء المصباح الأول ذو المقاومة (R_1) مع زيادة

توهج المصباح الثاني ذو المقاومة (R_2).

c- لا يتغير توهج أي من المصباحين (R_1) و (R_2).

d- إنطفاء كل من المصباحين (R_1) و (R_2).



يراد قياس التيار الكهربائي المناسب في حمل بأستعمال جهاز الأميتر. هل يربط الأميتر في هذه الدائرة على التوالي أم على التوازي مع ذلك الحمل؟ وضح ذلك.

س2

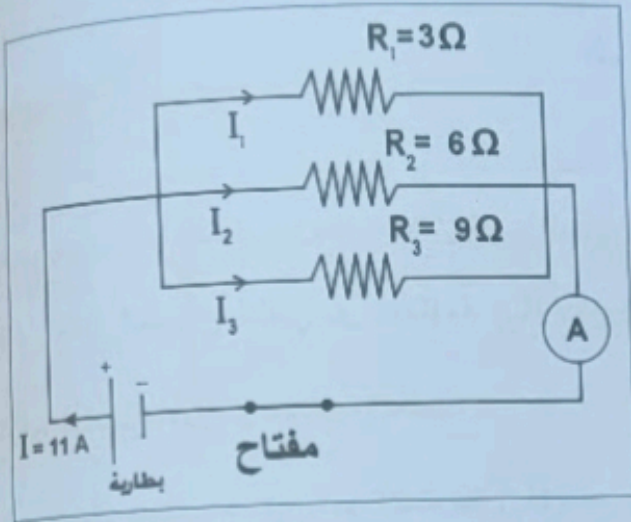
لماذا يفضل ربط المصابيح والأجهزة الكهربائية في الدوائر الكهربائية في المنازل على التوازي؟

س3

المسائل

س1 ما مقدار التيار المناسب خلال مقطع عرضي في موصل تعبر خلاله شحنات كهربائية مقدارها $(9\mu C)$ في زمن قدره $(3\mu s)$ ؟
ج: $3A$

س2 من ملاحظة الشكل المجاور احسب:



- 1- مقدار المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المربوطة في الدائرة الكهربائية.
- 2- فرق الجهد على طرفي كل مقاومة.
- 3- مقدار التيار المناسب في كل مقاومة.

ج: 1- $R_{eq} = 1.6\Omega$

2- $V_1 = V_2 = V_3 = 18V$

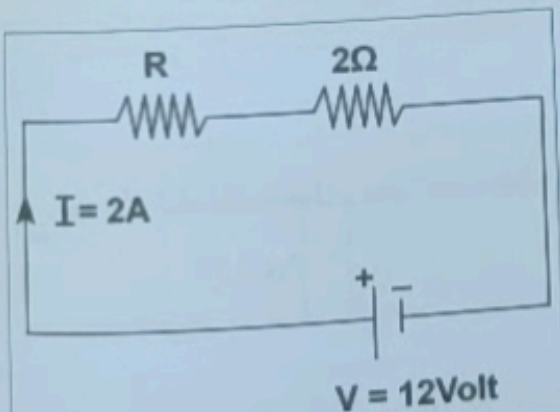
3- $I_1 = 6A$

$I_2 = 3A$

$I_3 = 2A$

@alaahamed87

س3 المقاومتان $(2\Omega$ و $R)$ ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطتا على طرفي مصدر فرق جهده الكهربائي $(12V)$ فإنساب تيار كهربائي في الدائرة قدره $(2A)$. احسب مقدار:



1- المقاومة المجهولة R .

2- فرق الجهد الكهربائي على طرفي كل مقاومة.

ج: 1- $R = 4\Omega$

2- $V_2 = 4V$

$V_R = 8V$

فرق الجهد على طرفي المقاومة 2Ω

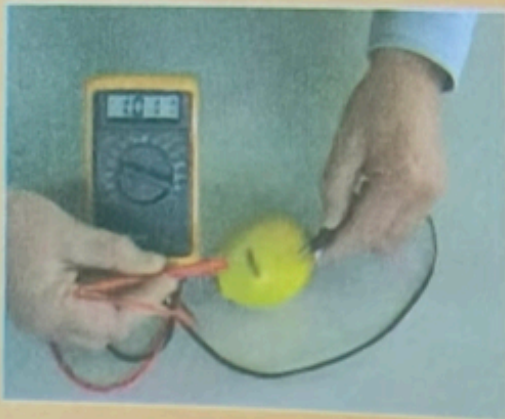
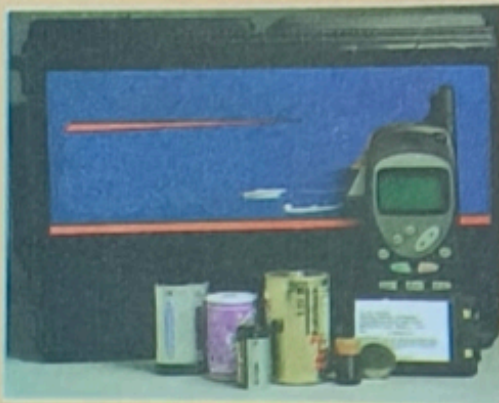
فرق الجهد على طرفي المقاومة R



الفصل الرابع 4

البطارية والقوة الدافعة الكهربائية The Battery and Electromotive Force

مفردات الفصل



1-4 مقدمة

2-4 تصنيف البطاريات

1-2-4 البطارية الاولى

2-2-4 البطارية الثانوية

3-2-4 بطارية الوقود

3-4 القوة الدافعة الكهربائية

الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُعرف الخلية البسيطة.
- يوضح كيف تعمل الخلية الكلفانية البسيطة.
- يشرح مكونات الخلية الجافة (كربون - خارصين).
- يميز بين البطارية الثانوية وبطارية السيارة.
- يفسر سبب كون مقدار فولطية المصدر الشاحن اكبر بقليل من مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطارية.
- يوضح عمل بطارية (أيون - الليثيوم).
- يشرح مكونات خلية وقود الهيدروجين.
- يعدد مميزات بطارية وقود الهيدروجين.

المصطلحات العلمية

Battery	بطارية
Primary battery	البطارية الأولية
The Simple Gelvano cell	الخلية الكلفانية البسيطة
Dry cell	الخلية الجافة
Secondary battery	البطارية الثانوية
(Lithium - Ion) Battery	بطارية (أيون - الليثيوم)
Hydrogen Fuel cell	خلية وقود الهيدروجين
Electromotive force (emf)	القوة الدافعة الكهربائية



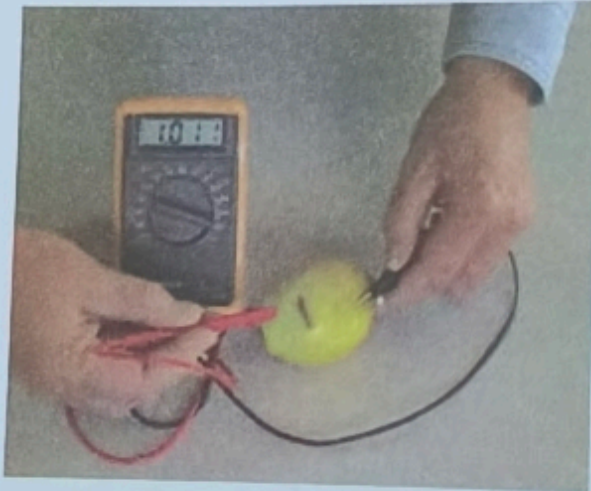
شكل (1) بطاريات ذوات أحجام وفولطيات مختلفة

البطارية هي مصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق التفاعل الكيميائي. تتكون البطارية من خلية كهربائية واحدة أو أكثر، وتحتوي الخلية الواحدة على مواد كيميائية ومكونات تمكنها من توليد التيار الكهربائي، اخترعها العالم الإيطالي أليساندرو فولطا.

تُصنع البطاريات في أحجام مختلفة، فمثلاً البطاريات الصغيرة المستعملة في الساعات اليدوية الكهربائية، أما البطاريات الضخمة التي تغذي الغواصات بالطاقة فتصل كتلتها حوالي (910 kg). والمنتجون يصنعون أغلب البطاريات في أحجام قياسية محددة، لاحظ الشكل (1).

نشاط (1)

كيف تعمل بطارية من الليمون



شكل (2) يوضح عمل بطارية الليمون

أدوات النشاط: مقياس للتيار الكهربائي (ملي أمبير)، مسمار مغنون، قطعة من النحاس، حبة ليمون حامض، أسلاك توصيل.

الخطوات:

- نغرس مسمار مغنون (سبيكة حديد وخارصين) وقطعة من النحاس، في الليمون كما في شكل (2).
- يعمل النحاس كقطب كهربائي موجب والمسمار المغنون كقطب كهربائي سالب، يؤدي إلى توليد فرق جهد بين القطبين.
- نوصل القطبين بسلكي توصيل إلى طرفي مقياس للتيار الكهربائي (ملي أمبير) نلاحظ إنحراف مؤشر المقياس وهذا دلالة على إنسياب تيار كهربائي في الدائرة الخارجية نتيجة إنطلاق الإلكترونات من المسمار بتأثير المحلول الحامضي متجهة نحو النحاس.

أدوات النشاط: صفيحة من النحاس، صفيحة من الخارصين (الزنك)، وعاء من الزجاج يحتوي على حامض الكبريتيك المخفف، كلفانوميتر حساس، أسلاك توصيل.

الخطوات:

- نضع صفيحتا النحاس والخارصين داخل وعاء الزجاج الحاوي على حامض الكبريتيك المخفف.
- نصل الصفيحتين بسلكي توصيل إلى طرفي جهاز الكلفانوميتر كما في الشكل (3).
- نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر، دلالة على إنسياب تيار كهربائي في الدائرة.
- يدعى هذا الجهاز باسم الخلية الكهربائية البسيطة.

الاستنتاج:

الخلية الكهربائية البسيطة عبارة عن صفيحتين من معدنين مختلفين (مثل النحاس والخارصين)، يتولد بين الصفيحتين المعدنيتين فرق جهد كهربائي يقدر حوالي فولطاً واحداً، إذ إن جهد النحاس أكبر من جهد الخارصين. ونتيجة لذلك تتولد طاقة كافية تسمح بإنسياب تيار كهربائي عند ربطها بدائرة خارجية.

- 1- جهاز الكلفانوميتر يرمز له (G) يتحسس بالتيارات الكهربائية صغيرة المقدار جداً (μA) وينعكس اتجاه انحراف مؤشر الكلفانوميتر بانعكاس اتجاه التيار المنساب فيه.
- 2- جهاز الملي أميتر يرمز له (mA) يستعمل لقياس التيارات الكهربائية صغيرة المقدار (أجزاء الامبير).

تصنيف البطاريات Classification of Batteries

2-4

هناك أنواع مختلفة من البطاريات تُحدد أنواعها حسب المواد الكيميائية الداخلة في تركيبها مثل البطاريات ذات الوسط السائل (كبطارية السيارة) والبطاريات ذات الوسط الصلب مثل المساحيق أو المعاجين (كالبطاريات ذات الوسط الغازي) (كبطارية الوقود) أو تصنف بحسب إمكانية شحنها، وكذلك يمكن تصنيفها إلى أنواع ثلاثة هي:

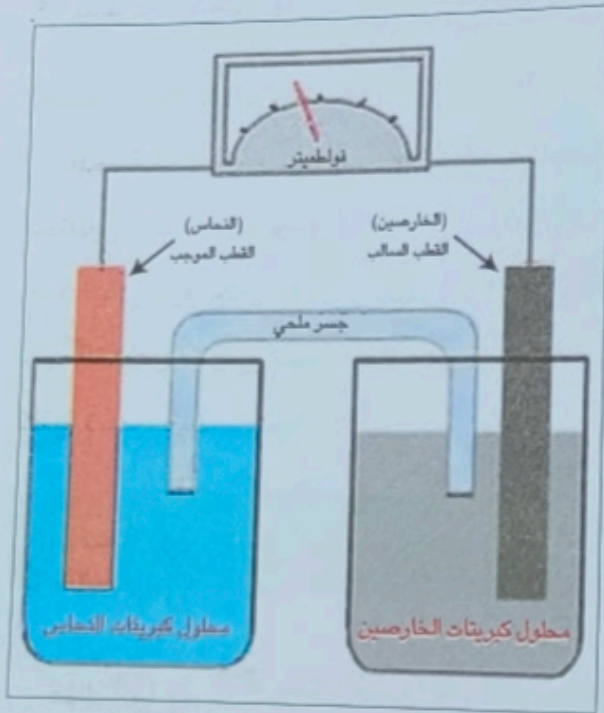




شكل (4) يمثل الخلية الأولية التي لا يمكن شحنها

هي نوع من الخلايا البسيطة، وبعض الخلايا الجافة يتوقف عملها وينتهي مفعولها بعد إستهلاك احد المواد الكيميائية المكونة لها، ولا يمكن إعادة شحنها، لذا يتطلب التخلص منها لاحظ الشكل (4). ومن أمثلتها الخلية الكلفانية البسيطة والخلية الجافة (كربون - خارصين).

الخلية الكلفانية البسيطة : The Simple Gelvano Cell



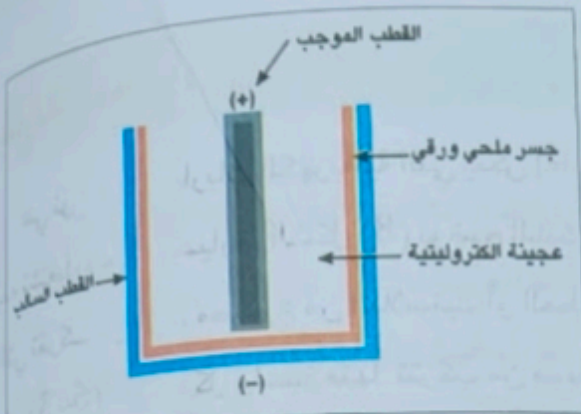
شكل (5) يوضح الخلية الكلفانية البسيطة

تتكون الخلية الكلفانية من نصفي خليتين، يغمر في كل واحدة منها لوح معدني، أحدهما من الخارصين (Zn) والآخر من النحاس (Cu). لاحظ الشكل (5) ويغمر كل منهما في محلول لأحد أملاحه [لوح الخارصين يغمر في محلول كبريتات الخارصين ($ZnSO_4$) ولوح النحاس يغمر في محلول كبريتات النحاس ($CuSO_4$)]. والذي يحصل داخل هذه الخلية هو ان ذرات المعدن تترك الالكترونات على اللوح وتدخل المحلول على هيئة أيونات موجبة الشحنة. إن تراكم الالكترونات على لوح الخارصين (القطب السالب) يكون أكبر من تراكمها على لوح النحاس (القطب الموجب) وهذا النظام سمي باسم المخترع الأول دانيال فتسمى تلك الخلية **خلية دانيال**.

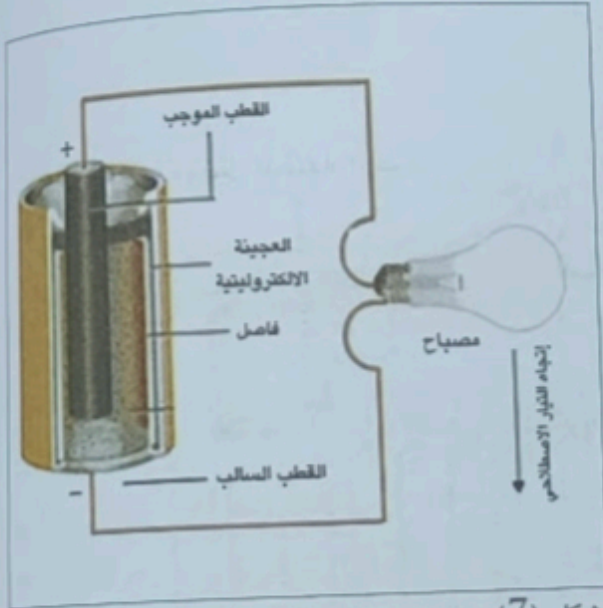
هل تعلم

ان الجسر الملحي في الخلية الكلفانية البسيطة يربط محلولي الأنواعين بشكل غير مباشر وكذلك يساعد على هجرة الايونات الموجبة والسالبة.

الخلية الجافة (كربون - خارصين) Dry Cell:



شكل (6) يوضح مخطط أجزاء الخلية الجافة (كربون - خارصين)



شكل (7) يوضح مقطع طولي تفصيلي للأجزاء المكونة لخلية (كربون - خارصين)

هي خلية ذات وسط جاف تتركب من وعاء من الخارصين يعمل كقطب سالب. في وسطه عمود من الكربون يعمل كقطب موجب محاط بعجينة الكربوليتية (تتكون من كلوريد الأمونيوم وكلوريد الخارصين والماء وثنائي أكسيد المنغنيز ومسحوق الكربون) وتغلف فتحة الوعاء العليا بمادة عازلة لحفظها. لاحظ الشكل (6). ونتيجة لحدوث تفاعل كيميائي يتولد فرق جهد بين طرفي الخلية مقداره (1.5V) عندها ينساب تيار كهربائي عند ربط طرفيها بحمل خارجي مناسب. كما موضح في الشكل (7).

لخلايا (الكربون - خارصين). أستعملات عدة منها كشافات الضوء اليدوية، ووحدة توليد النبضات الكهربائية لأجهزة السيطرة عن بعد (remote control) وفي آلات التصوير، ولعب الأطفال الكهربائية.

البطارية الثانوية

2-2-4

هل تعلم

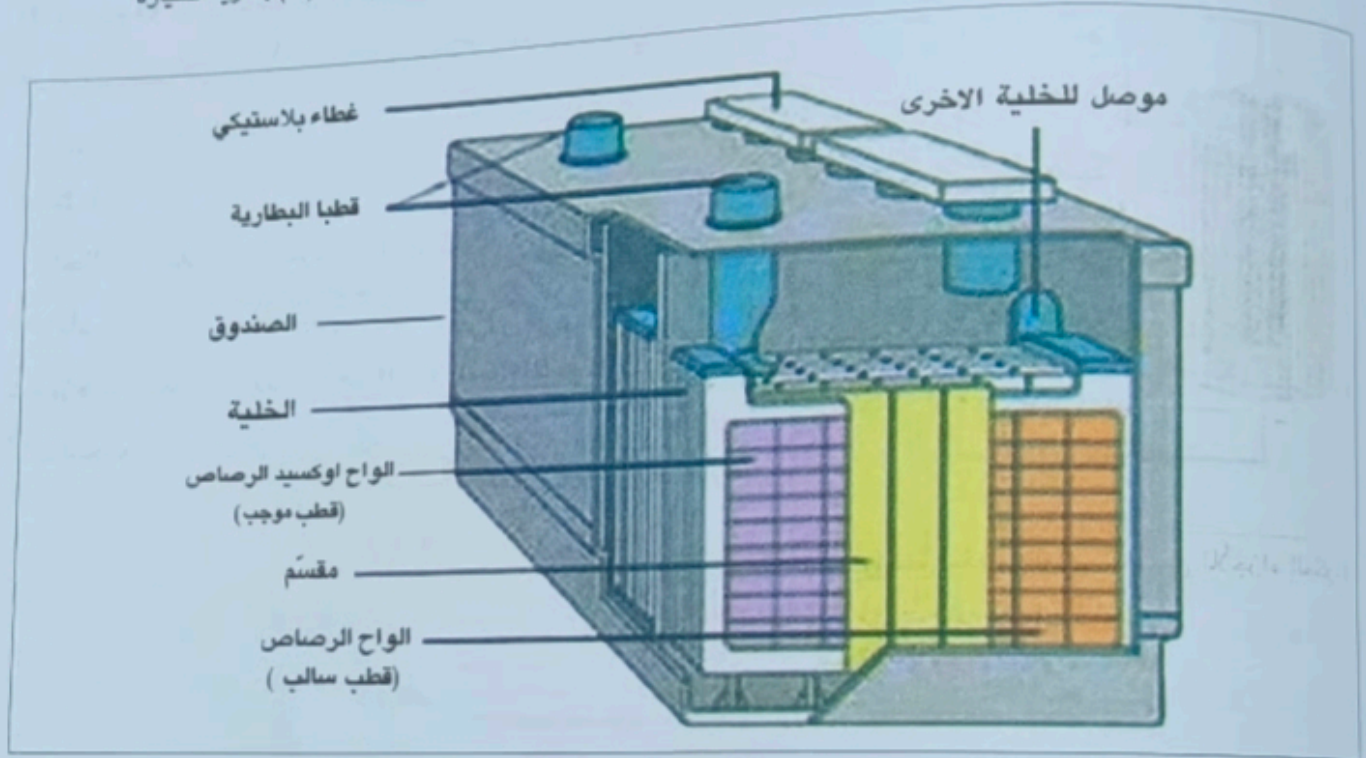
إن سحب كمية عالية من التيار في فترة زمنية قصيرة يقصر عمر الخلية. لذلك يفضل إستعمالها لتجهيز تيارات صغيرة المقدار وبصورة متقطعة. كما إن خزنها لفترة طويلة يقلل من كفاءتها.

هي نوع من البطاريات الكهربائية، التي يمكن إعادة شحنها، وأثناء عملها تتفاعل المواد الكيميائية التي تحتويها فتتحول الطاقة الكيميائية المخزنة فيها إلى طاقة كهربائية. ولإعادة شحنها يتطلب إمرار تيار كهربائي في الاتجاه المعاكس لتيار التفريغ وذلك لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية تخزن في البطارية. ومن أمثلتها بطارية السيارة وبطارية (أيون - الليثيوم) التي تستعمل في الأجهزة الإلكترونية (مثل الحاسبة).



شكل (8) بطارية السيارة

هي نوع من البطاريات الكهربائية التي يمكن إعادة شحنها. تعمل على بدء تشغيل محرك السيارة. الشكل (8) يوضح الشكل الخارجي للبطارية. التي تتركب من وعاء مصنوع من البلاستيك أو المطاط الصلب، وتحتوي على (3-6) خلايا وكل واحدة منها تتركب من صفائح يحيط بها محلول الكتروليتي (يتكون من حامض الكبريتيك وماء مقطر). كثافته النسبية (1.3) عندما تكون تامة الشحن. لاحظ الشكل (9).



شكل (9) يوضح مكونات بطارية (رصاص - حامض)

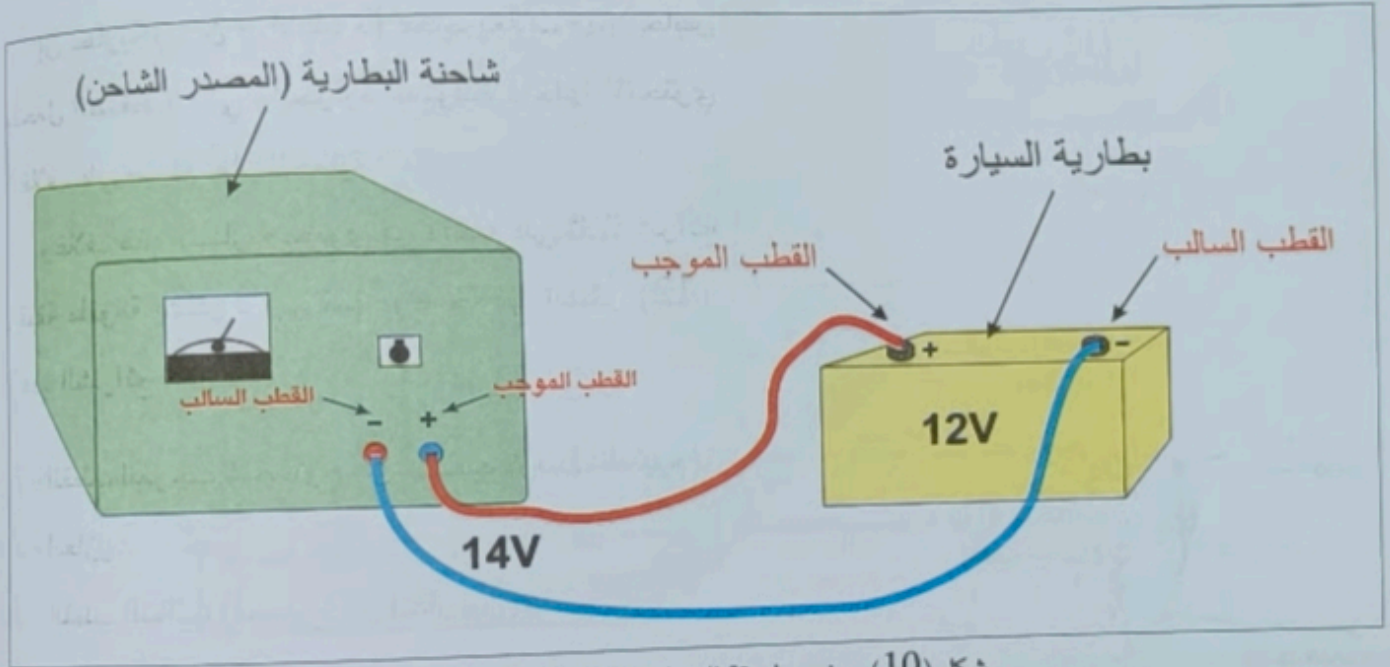
إن كل خلية من خلايا الرصاص الحامضية تولد فرق جهد قدره (2V)، لذلك فبطارية السيارة المكونة من (6) خلايا مربوطة مع بعضها على التوالي تعطي (12V) عندما تكون تامة الشحن. وتتركب بطارية الرصاص من ألواح الرصاص (Pb) متبادلة مع ألواح أكسيد الرصاص (PbO_2) وكلاهما مغمور في محلول حامض الكبريتيك لاحظ الشكل (9). ويتفاعل هذا النظام تفاعلاً كيميائياً، وينشأ عنه فرق جهد بين ألواح الرصاص (قطب سالب) وألواح أكسيد الرصاص (قطب موجب) وينساب تيار كهربائي عند ربط قطبي البطارية بالدائرة الكهربائية للسيارة بعد غلقها.

نذكر

بطارية السيارة تعطي تياراً كهربائياً عالياً، لذا يجب ربطها بأسلاك توصيل غليظة.

شحن البطارية :

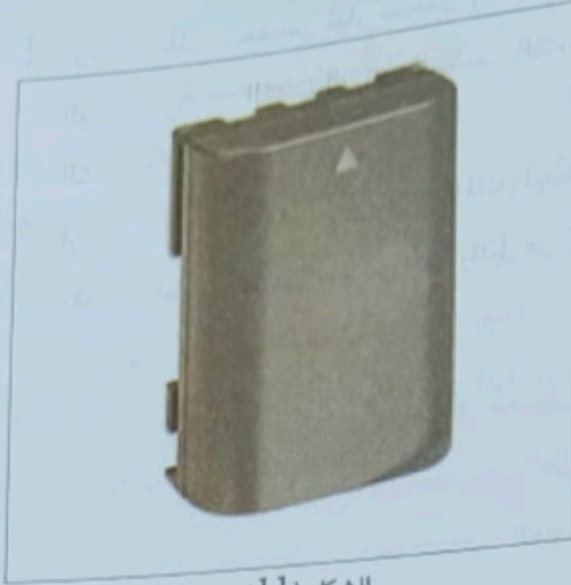
- 1- نربط البطارية بمصدر تيار مستمر (شاحنة) ونصل القطب الموجب للمصدر الشاحن مع القطب الموجب للبطارية ونصل القطب السالب للمصدر الشاحن مع القطب السالب للبطارية المراد شحنها كما موضح في الشكل (10).
- 2- أن مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) لبطارية السيارة (12V)، وعند شحنها بمصدر شاحن يجب أن يكون مقدار فولتية المصدر الشاحن اكبر بقليل من مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (حوالي 14V)، اخنن بنظر الاعتبار الجهد الضائع في المقاومة الداخلية للبطارية وأسلاك التوصيل.
- 3- ترفع الأغشية البلاستيكية للبطارية في أثناء عملية شحن البطارية للتخلص من الغازات المتولدة نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تحصل داخلها.



شكل (10) يوضح طريقة الربط عند شحن بطارية السيارة

العناية ببطارية السيارة:

- 1- تجنب سحب تيار عالي من بطارية السيارة ولفترة زمنية طويلة نسبياً لأن ذلك يؤدي إلى توليد كمية كبيرة من الحرارة تتسبب في تلف البطارية.
- 2- أن يكون مستوى المحلول ألحامضي (الإلكتروليت) دائماً أعلى من مستوى صفائح البطارية بقليل، وفي حالة نقصان المحلول نتيجة التبخر عند الاستعمال يضاف إليه ماء مقطر مع التأكد من ثبوت الكثافة النسبية لمحلول البطارية (1.3) تقريباً.
- 3- عدم ترك البطارية الحامضية لمدة طويلة من غير إستعمالها. لأن ذلك يؤدي إلى تكون طبقة عازلة من الكبريتات على الواحها.



الشكل (11)

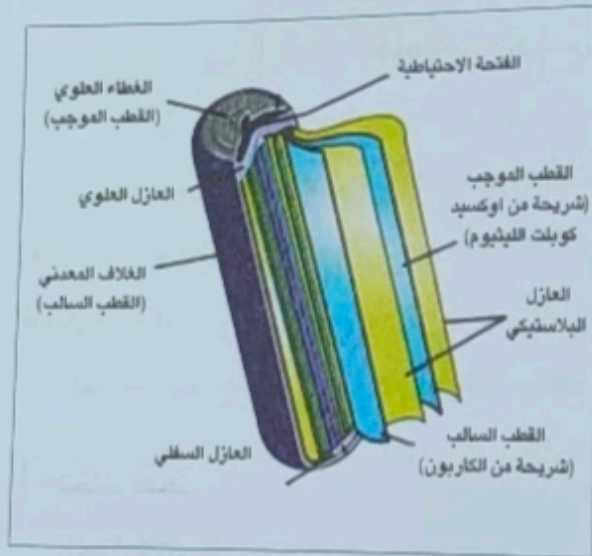
مع تقدم الأجهزة التقنية مثل الكمبيوتر (الحاسوب) النقال وأجهزة الموبايل (الجوال) وأجهزة تشغيل الموسيقى (MP3) والكاميرات. إزداد اعتمادنا على البطاريات أكثر وخصوصاً تلك التي يعاد شحنها مرات عديدة دون إن تضعف أو تستهلك.

هذه البطاريات هي بطاريات (أيون - الليثيوم) والتي تكون بأشكال وأحجام البطاريات الجافة الاعتيادية، لاحظ الشكل (11).

إن بطارية (أيون - الليثيوم) تحاط بغلاف متين خاص يتحمل الضغط العالي والحرارة المتولدة داخلها. ويحتوي الغلاف على صمام أمان للحماية.

وغلاف هذه البطارية يحتوي في داخله على ثلاثة شرائح رقيقة ملفوفة بشكل لولبي كما موضحة في الشكل (12)، وهذه الشرائح تمثل:

- 1- القطب الموجب (مصنوع من أوكسيد كوبلت الليثيوم).
- 2- العازل.
- 3- القطب السالب (مصنوع من الكربون).



الشكل (12)

الشرائح الثلاث تكون مغمورة في محلول الكتروليتي (وفي الأغلب هو الأيثر). أما شريحة العازل الرقيقة فهي تصنع من مادة لدنة (البلاستيك) عادة تعمل على عزل القطب الموجب عن القطب السالب بينما تسمح لأيونات الليثيوم بالمرور من خلالها. تستطيع بطاريات (أيون - الليثيوم) من الاحتفاظ بالشحنة الكهربائية أكثر من أية بطارية مشابهة، فمثلاً تفقد بطارية (أيون - الليثيوم) (5%) من شحنتها في الشهر في حالة عدم استعمالها بالمقارنة مع البطاريات الجافة الأخرى والتي تفقد (20%) من شحنتها في الشهر (في حالة عدم استعمالها).

وهي خلية قادرة على توليد التيار الكهربائي باعتمادها على الوقود (مواد كيميائية) الذي يجهز من مصدر خارجي ولا ينتهي مفعولها فهي تعمل باستمرار عند تجهيزها بالوقود. ومن أمثلتها بطارية وقود الهيدروجين.

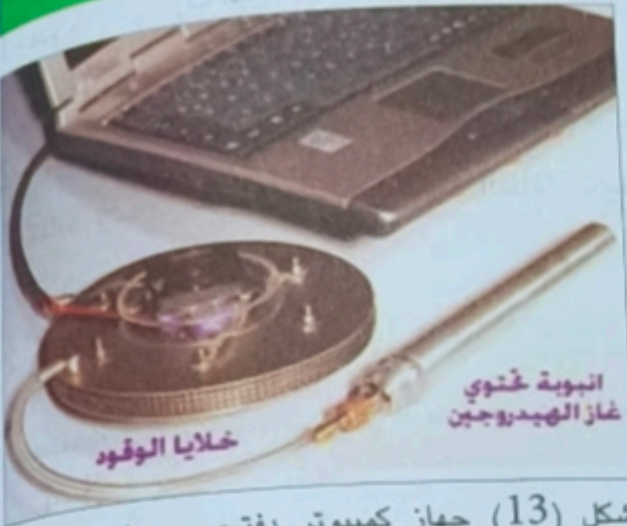
خلية وقود الهيدروجين Hydrogen Fuel cell :

إن خلية وقود الهيدروجين تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية (فهي تستند في عملها على أساس التفاعلات الكيميائية). ويتم تخزين الهيدروجين عادة بشكل سائل في أوعية خاصة. لاحظ الشكل (13).

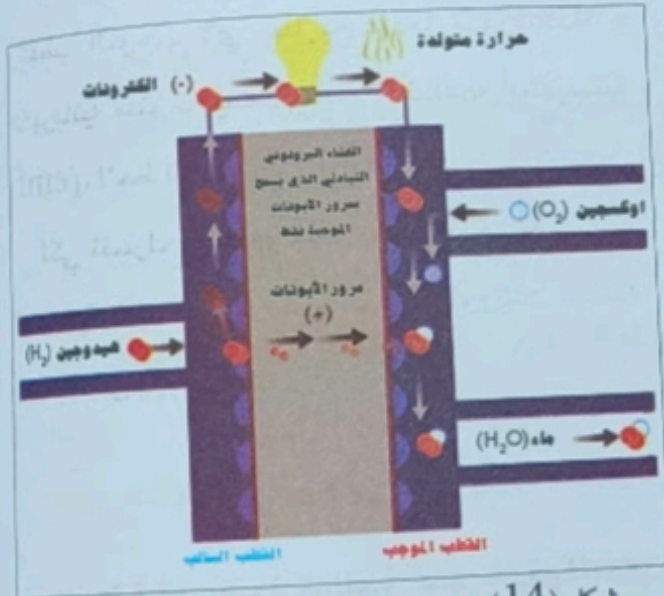
أثناء عمل خلية الوقود يتم تحويل غاز الهيدروجين وغاز الأوكسجين المأخوذ من الجو إلى ماء وطاقة كهربائية. لاحظ الشكل (14) الذي يبين آلية التفاعل لإنتاج الطاقة الكهربائية.

إن بطارية الوقود (خلايا الوقود) هي عبارة عن شرائح رقيقة تولد كل خلية منها فرق جهد كهربائي قدره فولطاً واحداً وكلما ازداد عدد الشرائح الموصولة بعضها مع بعض على التوالي ازداد فرق الجهد الخارج منها لاحظ الشكل (15).

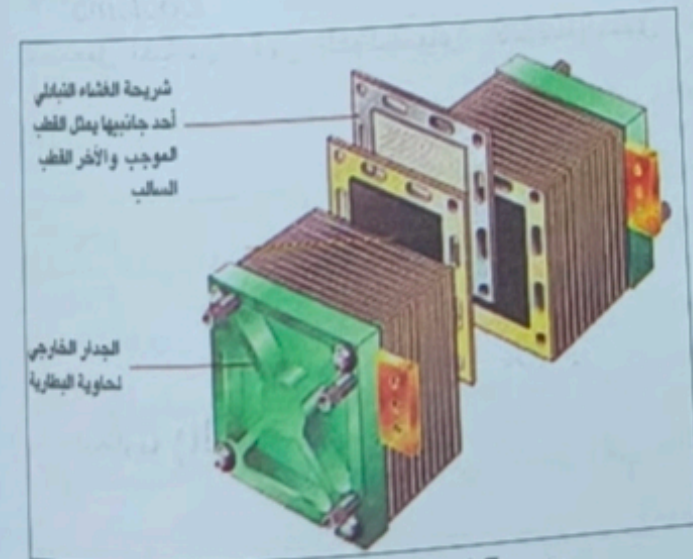
وتستعمل بطارية الوقود في كثير من التطبيقات الحديثة منها في تشغيل الحاسوب وفي تسيير المركبات الحديثة لاحظ الشكل (16).



شكل (13) جهاز كمبيوتر دفتري يحصل على الطاقة الكهربائية من بطارية وقود الهيدروجين



شكل (14) يوضح آلية عمل خلية وقود الهيدروجين



شكل (15) يوضح مكونات خلية الوقود



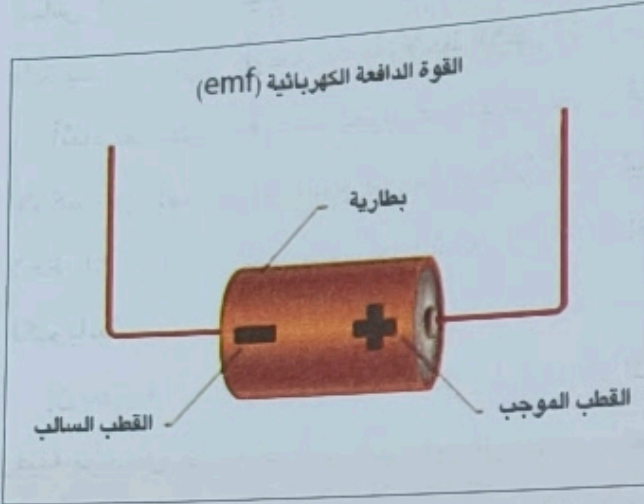
شكل (16) محطة تزويد وقود الهيدروجين

تمتاز بطارية وقود الهيدروجين بما يأتي:

- 1- عدم حصول تلوث للبيئة أو استهلاك لمصادر الوقود التقليدية والتي تؤثر في صحة الانسان لان الهيدروجين ينتج من الماء بالاكسدة ويعود الى ماء مرة اخرى.
- 2- ان تكنولوجيا الهيدروجين لا تحتوي على أية عناصر تتسبب في أخطار ممكنة فهي آمنة عند استعمالها.
- 3- كفاءة تشغيلها عالية جدا، فهي تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية بشكل مباشر، ولهذا لا يحصل أي فقدان للطاقة.
- 4- عمرها طويل بالمقارنة مع بقية انواع البطاريات.

القوة الدافعة الكهربائية (emf) Electromotive Force

3-4



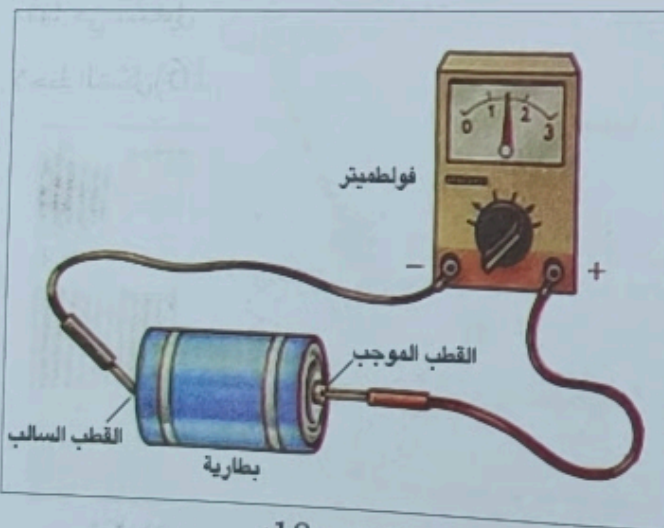
شكل (17) فرق الجهد بين القطب الموجب والقطب السالب يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية في الدائرة المفتوحة

إن فرق الجهد الكهربائي بين القطب السالب والقطب الموجب لأي بطارية عندما تكون الدائرة الكهربائية مفتوحة يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية (emf)، لاحظ الشكل (17).

لكي تتحرك الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية لابد أن تزود هذه الإلكترونات بطاقة نكتسبها من البطارية.

وان مقدار الطاقة التي تزودها البطارية لوحدة الشحنة الكهربائية هي (emf) للبطارية.

وحدة قياس القوة الدافعة الكهربائية (emf) هي $\left(\frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}}\right)$ وتساوي (volt)، أما الجهاز المستعمل لقياسها فهو الفولتميتر. لاحظ الشكل (18).



الشكل (18)

فكر

ماذا نعني أن القوة الدافعة الكهربائية لبطارية (emf = 1.5 volt)

انسابت كمية من الشحنات الكهربائية (q) مقدارها ($10C$) خلال بطارية فاكستبت طاقة (W) مقدارها ($20 J$). احسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) (أي الطاقة التي يكتسبها الكولوم الواحد):

الحل:

الطاقة المكتسبة

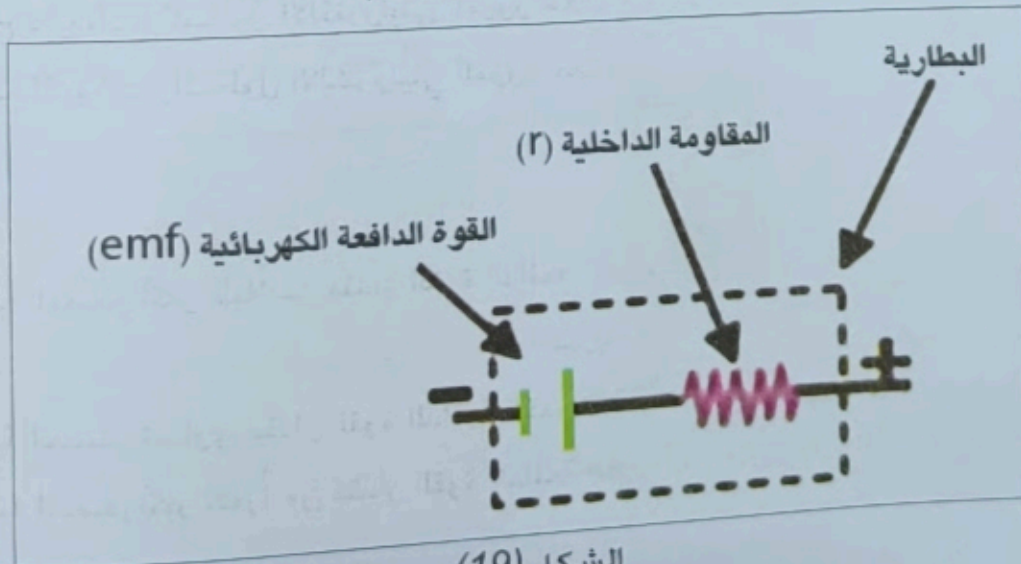
القوة الدافعة الكهربائية = $\frac{\text{الطاقة المكتسبة}}{\text{كمية الشحنة}}$

$$emf (V) = \frac{W \text{ (Joule)}}{q \text{ (Coulomb)}}$$

$$emf (V) = \frac{20}{10} = 2 V \quad \text{القوة الدافعة الكهربائية}$$

المقاومة الداخلية للبطارية

إن الإعاقة التي تبديها مادة الوسط (المركبات الكيميائية) داخل البطارية لحركة الشحنات الكهربائية خلالها تسمى بالمقاومة الداخلية للبطارية ويرمز لها (r)، لاحظ الشكل (19).



اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- وحدة قياس القوة الدافعة الكهربائية (emf) هي الفولط (V) وتساوي:

a- $\frac{A}{C}$ b- $\frac{J}{C}$ c- $\frac{C}{s}$ d- $\frac{C}{J}$

2- الخلية الكلفانية البسيطة هي:

- a- بطارية أولية
- b- بطارية ثانوية
- c- بطارية وقود
- d- بطارية قابلة للشحن.

3- بطارية السيارة ذات فولطية ($12V$) تتكون من ست خلايا مربوطة مع بعضها:

- a- جميعها على التوالي
- b- جميعها على التوازي
- c- ثلاث خلايا على التوالي والثلاث الأخرى على التوازي
- d- خليتان على التوالي وأربعة على التوازي

4- في بطارية (أيون - الليثيوم) تعمل شريحة العازل بين قطبيها على:

- a- السماح للأيونات المرور من خلالها.
- b- السماح للمحلول الإلكتروليتي المرور من خلالها.
- c- السماح للأيونات والمحلول الألكتروليتي المرور خلالها.
- d- لا تسمح للأيونات والمحلول الإلكتروليتي المرور خلالها.

5- عند شحن بطارية السيارة بمصدر شاحن فإن مقدار:

- a- فولطية المصدر أكبر قليلاً من مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.
- b- فولطية المصدر أصغر من مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.
- c- فولطية المصدر تساوي مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.
- d- فولطية المصدر أكبر كثيراً من مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.

6- خلية وقود الهيدروجين تعمل على تحويل:

- a- الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.
- b- الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.
- c- الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.
- d- الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية.

س2 ما البطارية الثانوية؟ اذكر مثال لها.

س3 ما نوع الطاقة المخزنة في البطارية الثانوية؟

س4 وضح بالرسم عملية شحن بطارية السيارة.

س5 ما هي الإجراءات اللازم إتخاذها للعناية ببطارية السيارة وإدامتها؟

س6 أذكر أربعة أجهزة تستعمل فيها البطارية الجافة؟

س7 ما هي مزايا خلية وقود الهيدروجين؟

س8 ما مكونات كل من:

a- الخلية الجافة؟

b- بطارية (أيون- الليثيوم)؟

المسائل

س1 أحسب مقدار الشغل المبذول على شحنة متحركة مقدارها $(2C)$ في دائرة كهربائية تحتوي على بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (emf) تساوي $(1.5V)$.

ج: $3 J$

س2 مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) لبطارية $(12V)$ ومقدار الشغل الذي تزوده البطارية لتحريك الشحنة (q) $(120 J)$ ، احسب مقدار الشحنة (q) المتحركة.

ج: $10 C$

الفصل الخامس 5



الطاقة والقدرة الكهربائية

Energy and Electrical Power

مفردات الفصل



1-5 القدرة الكهربائية.

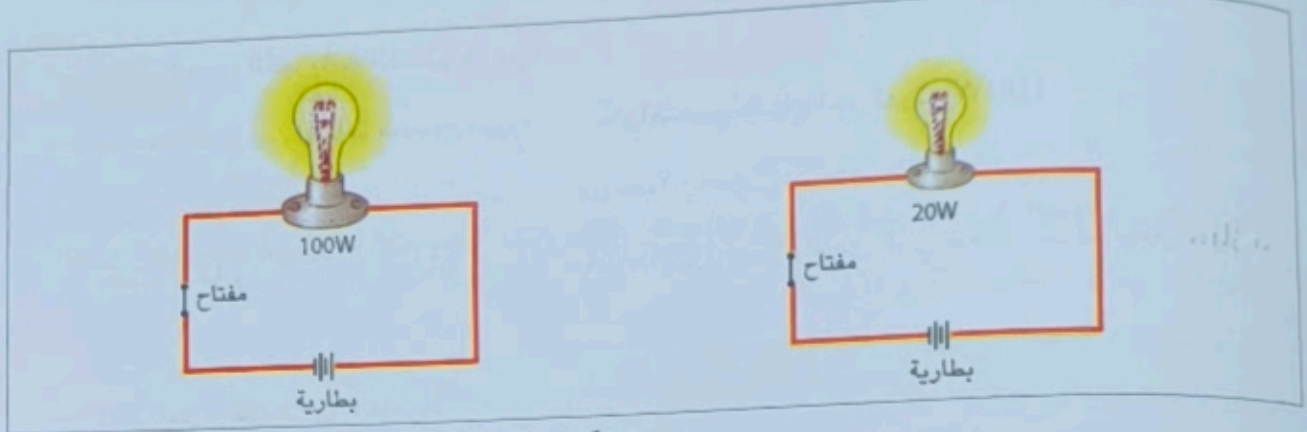
2-5 الطاقة الكهربائية وكيفية حسابها.

3-5 الكهرباء في بيوتنا.

4-5 الدوائر المؤرضة.

5-5 تجنب الصعقة الكهربائية.

لماذا يعطي المصباح ذي القدرة (100W) اضاءة اكبر من المصباح المماثل له ذي القدرة 20W؟ وماذا تعني هذه الارقام؟ لاحظ شكل (1).



الشكل (1)

عند تشغيل أي جهاز أو أداة كهربائية فإنه يستهلك مقداراً معيناً من الطاقة الكهربائية ويحولها الى نوع آخر من أنواع الطاقة، مثلاً إلى طاقة حركية (كما في المحركات) أو إلى طاقة حرارية (كما في المدافئ الكهربائية) أو إلى طاقة ضوئية (كما في المصابيح الكهربائية) وغيرها من أنواع الطاقة. ويمكن ان تعرف القدرة الكهربائية المستهلكة في الجهاز بأنها:
مقدار الطاقة التي يستهلكها (او يستثمرها) الجهاز الكهربائي في وحدة الزمن.

$$\frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن}} = \text{القدرة}$$

$$\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{Time}}$$

وتقاس القدرة بوحدات ($\frac{\text{جول}}{\text{ثانية}}$) وهي (واط):

$$\text{Watt} = \frac{\text{Joule}}{\text{Second}}$$

فالمصباح الذي قدرته (20W) يستهلك في (1s) طاقة مقدارها (20J)، اما المصباح الذي قدرته (100W) فيستهلك في (1s) طاقة مقدارها (100J)، لذا تكون له اضاءة اكبر من اضاءة المصباح الذي قدرته (20W).

- الطاقة الكهربائية = القدرة الكهربائية $\times$ الزمن
- الأجهزة الكهربائية في المنازل توصل مع بعضها على التوازي.

القدرة الكهربائية لجهاز ما تعتمد على مقدار التيار المناسب في ذلك الجهاز وفرق الجهد بين طرفيه:

القدرة الكهربائية = التيار $\times$ فرق الجهد

Power (P) = Current (I) $\times$ Potential difference (V)

$$P = I \times V \dots\dots (1)$$

فإذا كان مقدار التيار المناسب في الجهاز يساوي (1A) ومقدار فرق الجهد بين طرفيه (1V) عندها تكون القدرة المستثمرة في الجهاز تساوي (1W)

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Ampere} \times 1 \text{ Volt}$$

وبتطبيق قانون أوم $[R = \frac{V}{I}]$ نحصل على:

$$P = I \times V$$

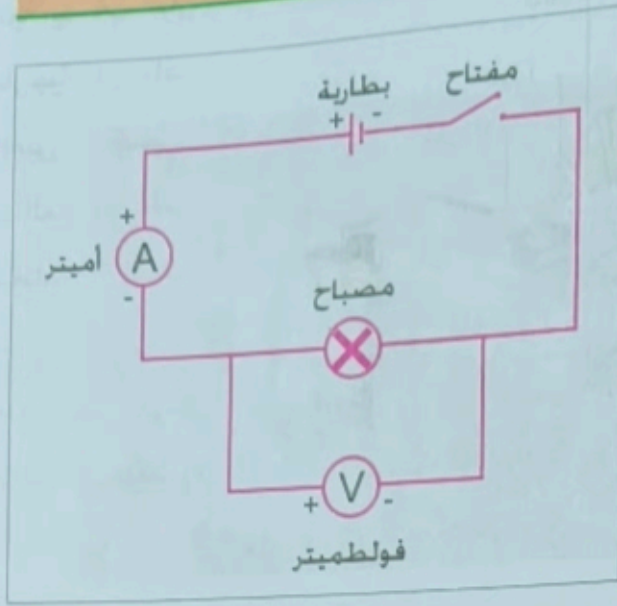
$$P = I \times (I R)$$

$$P = I^2 \times R \dots\dots (2)$$

$$P = I \times V$$

$$P = \left(\frac{V}{R} \right) \times V$$

$$P = \frac{V^2}{R} \dots\dots (3)$$



الشكل (2)

ادوات النشاط: مصباح كهربائي يعمل بفولطية (6V) وبقدرة (2.5W)، بطارية فولطيتها (6V)، فولطميتر، اميتر، مفتاح كهربائي، اسلاك توصيل.

الخطوات:

1. نربط الاجهزة في الدائرة الكهربائية كما في الشكل (2).
2. نغلق مفتاح الدائرة الكهربائية ونسجل قراءة الاميتر (مقدار تيار الدائرة). ثم نسجل قراءة الفولطميتر (مقدار فرق الجهد على طرفي المصباح). أخيراً نحسب القدرة بتطبيق العلاقة الآتية:

$$\text{القدرة المستثمرة} = \text{التيار} \times \text{فرق الجهد}$$

(قراءة الاميتر) (قراءة الفولطميتر)

$$P = I \times V$$

مثال

- في الشكل المجاور مدفأة كهربائية سلطت عليها فولطية مقدارها (220V) وكانت مقاومة أحد اسلاك التسخين الثلاثة (88Ω) احسب مقدار:
1. القدرة المستهلكة في أحد اسلاك التسخين.
 2. التيار المناسب في أحد اسلاك التسخين.

الحل:

$$1- \quad P = \frac{V^2}{R}$$

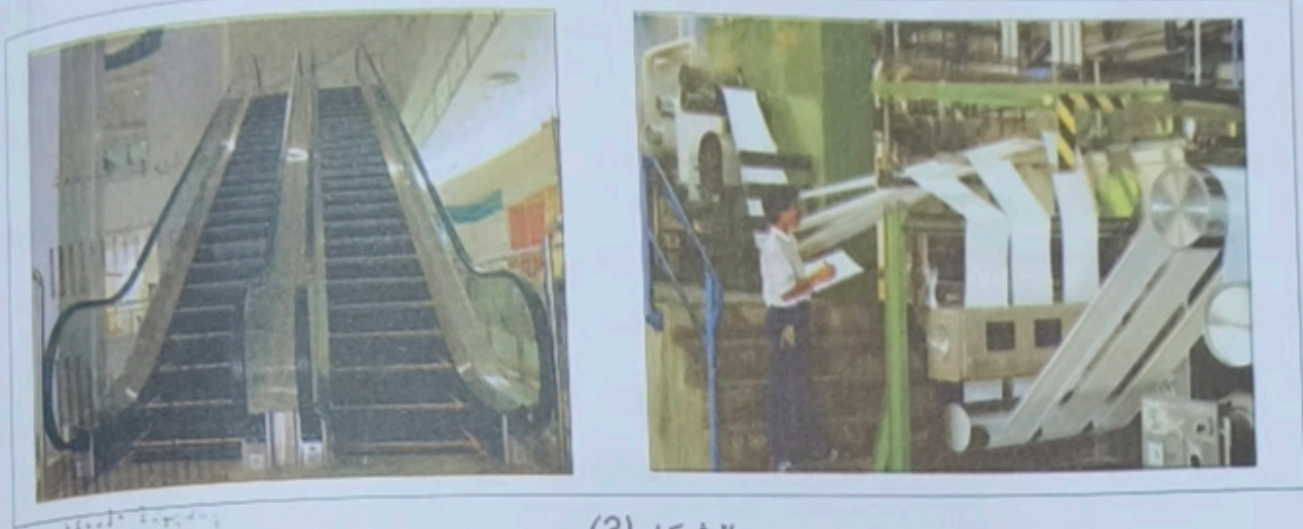
$$P = \frac{(220)^2}{88} = 550 \text{ W} \quad \text{القدرة المستهلكة}$$

$$2- \quad I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{220}{88} = 2.5 \text{ A} \quad \text{مقدار التيار المناسب}$$



للقدرة الكهربائية تطبيقات كثيرة في حياتنا اليومية حيث تستثمر في المنازل والمصانع والمحال التجارية والمستشفيات لغرض الاضاءة والتدفئة والتبريد وتشغيل الاجهزة الكهربائية. لاحظ الشكل (3).



الشكل (3)

نشاط

التعرف على القدرة والفولطية لبعض الاجهزة الكهربائية المنزلية

من البيانات الموضحة على الاجهزة المنزلية (الفولطية والقدرة الكهربائية) احسب مقدار التيار الذي يحتاجه كل جهاز عند اشتغاله ثم احسب مقدار التيار الكلي؟ لاحظ الجدول التالي.

أسم الجهاز	قدرة الجهاز $P (w)$	فولطية الجهاز $V (v)$	تيار الجهاز $(I=P/V) A$
 مدفئة زيتية كهربائية	1600W	220V	
 مكواة كهربائية	1000W	220V	

اسم الجهاز	قدرة الجهاز	فولطية الجهاز	تيار الجهاز ($I=P/V$)
 غسالة كهربائية	500W	220V	
 مصباح كهربائي	100W	220V	
 مفرغة هواء كهربائية	200W	220V	

@alaahamed87

مثال

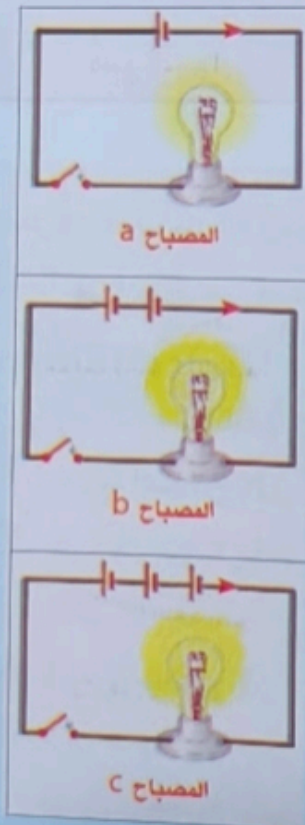
المصابيح (a, b, c) في الشكل المجاور متماثلة، بين أي من المصابيح يكون أكثر توهجاً (أكثر سطوعاً)؟ وإيهما يستهلك قدرة أكبر؟

الجواب:

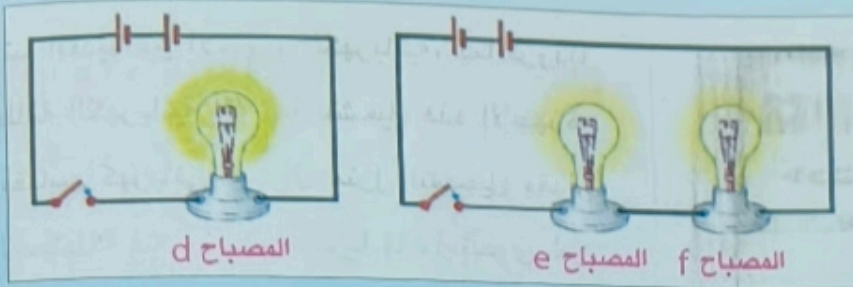
نلاحظ أن المصباح (c) أكثر سطوعاً من المصباح (a) وكذلك من المصباح (b) بسبب زيادة عدد الأعمدة في دائرة المصباح (c) أي زيادة فرق الجهد الكهربائي عبر المصباح، وبالتالي يزداد مقدار التيار المناسب في المصباح (c).

القدرة المتحولة (من طاقة كهربائية إلى ضوئية) في المصباح (c) هي

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ الأكبر}$$



المصابيح المتماثلة (d, e, f) أي المصابيح يتوهج أكثر وأيهما تتحول عنده القدرة الأكبر.



الجواب :

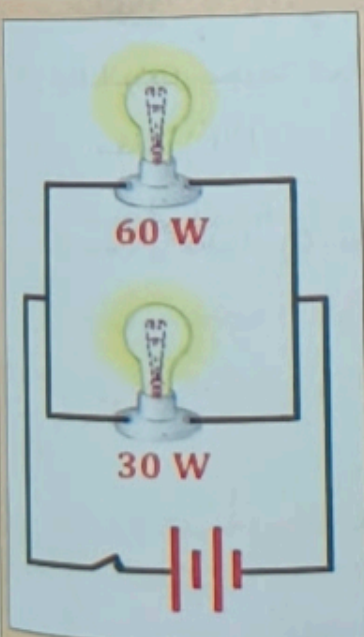
المصباح (d) هو الأكثر سطوعاً (أكثر توهجاً) أما المصباحان (e, f) فيكونان أقل توهجاً بسبب زيادة عدد المصابيح في الدائرة وهذا يؤدي إلى زيادة المقاومة المكافئة في الدائرة ونقصان مقدار التيار المناسب فيها.

المصباح (d) تتحول فيه (يستهلك) قدرة أكبر $(P = \frac{V^2}{R})$.

نذكر

- التيار المناسب في خويط المصباح هو الذي يؤثر في مقدار توهج المصباح.
 - تيار الدائرة الكهربائية يتأثر بالعوامل التالية:
1. فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الدائرة.
 2. عدد المصابيح المستعملة في الدائرة (مقاومة الدائرة) وطريقة ربطها.

سؤال: مصباحان الأول مكتوب عليه (60W) والثاني مكتوب عليه (30W) ربطا على التوازي مع بعضهما وربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فولطيتها مناسبة كما في الشكل (4)



الشكل (4)

- أملأ الفراغ في الجمل الآتية بالاشارات المناسبة < , > , =
1. مقاومة المصباح الاول مقاومة المصباح الثاني.
 2. التيار المناسب في المصباح الأول التيار المناسب في المصباح الثاني.
 3. اضاءة المصباح الأول اضاءة المصباح الثاني.
 4. فرق الجهد بين طرفي المصباح الأول فرق الجهد بين طرفي المصباح الثاني.



الشكل (5)

نستعمل في بيوتنا العديد من الأجهزة الكهربائية، كما تزودنا وزارة الكهرباء بالطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل هذه الأجهزة، فنصل على نصب مقياس كهربائي في كل منزل لتسجيل مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة فيه ونستلم شهرياً قائمة تحوي ثمن الطاقة المستهلكة.

قياس مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة من قبل أي جهاز كهربائي خلال فترة زمنية معينة يتم بالعلاقة الآتية:

الطاقة الكهربائية المستثمرة (المستهلكة) (J) = القدرة الكهربائية (W) × الزمن (S)

Electrical Energy Consumption = Electric power × Time

$$E (\text{Joules}) = P (W) \times t (S)$$

مثال



إذا استعمل مجفف شعر لمدة (20 minutes) وكانت قدرة المجفف (1500W) إحسب مقدار الطاقة الكهربائية المستثمرة في المجفف ؟
الحل:

$$t = 20 \times 60 = 1200s$$

$$E = P \times t$$

$$E = 1500(W) \times 1200(s) = 1800000(J)$$

$$E = 1800(kJ) \quad \text{مقدار الطاقة الكهربائية المستثمرة}$$

مثال

أبريق شاي كهربائي يعمل على فرق جهد (220V) ينساب في ملف الإبريق تيار قدره (10A) احسب مقدار:
1- قدرة الإبريق.

2- الطاقة الكهربائية المستثمرة (المستهلكة) خلال (20s) ؟

الحل:

1- $P = I \times V$

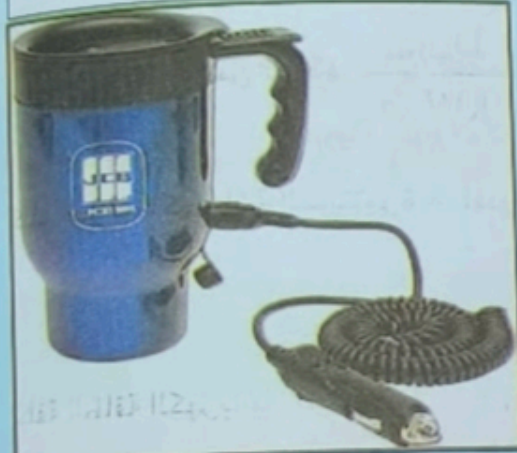
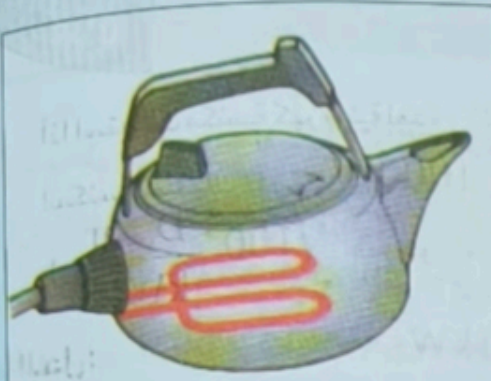
قدرة الابريق $P = 10 \times 220 = 2200W$

2- $E = P \times t$

$E = 2200 (W) \times 20 (s)$

$E = 44000(J)$

مقدار الطاقة الكهربائية المستثمرة $E = 44(kJ)$



فكر

علام يعتمد مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة أو المستثمرة ؟

يمكننا حساب الثمن الذي ندفعه بعد استعمالنا لجهاز ما لفترة زمنية معينة، إذا عرفنا ثمن الوحدة الكهربائية (kW-h) وذلك من العلاقة الآتية:

كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة = الطاقة الكهربائية (kW-h) $\times$ ثمن الوحدة بالدينار لكل (kW-h).
اي:

$$\text{Cost of Electricity} = \text{Electrical Energy Consumed} \times \text{Unit Price}$$

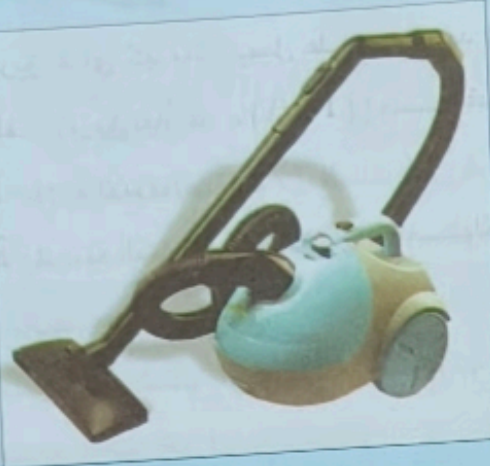
وبما أن الطاقة الكهربائية = القدرة الكهربائية $\times$ الزمن

$$E = P \times t$$

فتكون:

$$\frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}} \quad \text{كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة} = \text{القدرة (kW)} \times \text{الزمن (h)} \times \text{ثمن الوحدة}$$

$$\text{Cost of Electricity} = \text{Power (kW)} \times \text{time (hour)} \times \text{unit price} \left(\frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}} \right)$$



إذا استعملت مكنسة كهربائية لمدة (30 minutes) وكانت المكنسة تستهلك قدرة (1000W) وثمان الوحدة الواحدة (100 $\frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}}$) فما هو المبلغ الواجب دفعه؟

الحل:

$$P = 1000 \div 1000 = 1 \text{ kW}$$

$$t = 30 \text{ minutes} = 0.5 \text{ h}$$

$$\text{Unit price} = 100 \frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}} \text{ ثمن الوحدة}$$

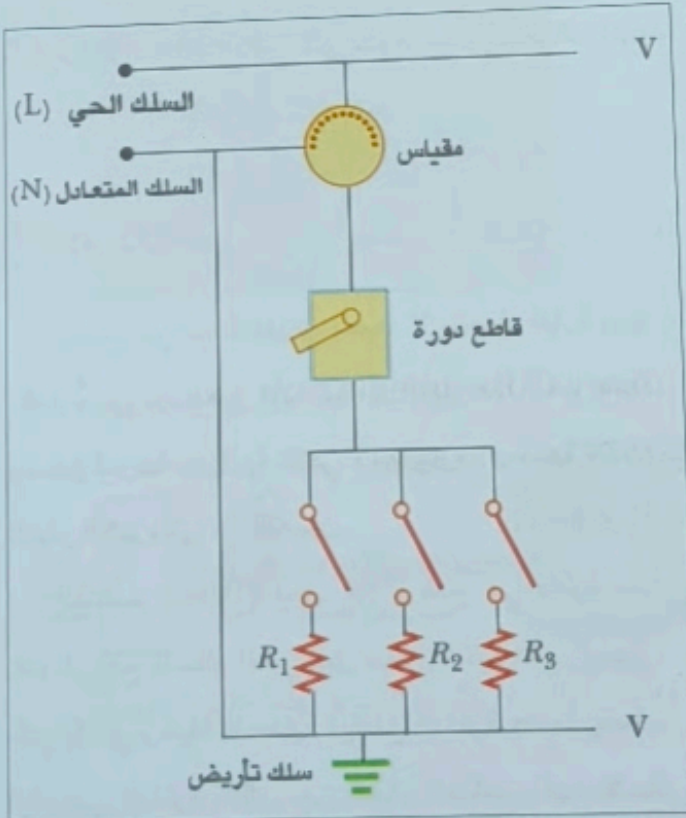
$$\text{كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة} = \text{القدرة (kW)} \times \text{الزمن (hour)} \times \text{ثمان الوحدة} \frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}}$$

$$\text{Cost} = P(\text{kW}) \times t(\text{h}) \times \text{unit price} \frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}}$$

$$\text{Cost} = (1 \text{ kW}) \times (0.5 \text{ h}) \times 100 \left(\frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}} \right) = 50 \text{ Dinar} \quad \text{كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة}$$

الكهرباء في بيوتنا

3-5



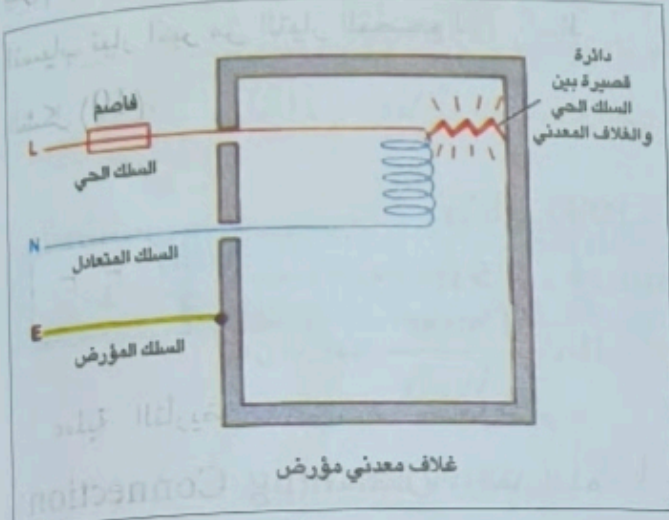
الشكل (6)

أصبحت الطاقة الكهربائية جزءاً أساسياً من حياتنا اليومية ولا يمكننا الاستغناء عنها، ولكن هناك مخاطر للكهرباء يتوجب علينا تجنبها فالصعقة الكهربائية قد تكون شديدة وقد تؤدي إلى الموت، فكيف نستعمل الطاقة الكهربائية بشكل آمن في حياتنا. تزودنا مؤسسات إنتاج الطاقة الكهربائية بالطاقة عن طريق سلكين يمر فيهما تيار متناوب فرق الجهد بينهما 220V.

السلك الأول (L) جهده يساوي 220V يسمى السلك الحي (الحار) Live wire السلك الثاني (N) يدعى بالسلك المتعادل (البارد) (Neutral wire) يحمل التيار أيضاً ولكن لكونه مؤرضاً عند محطة القدرة فإن فولتيته ليست عالية كما في السلك الحي (L)، لاحظ الشكل (6).

السلك المؤرض (The Earth Wire):

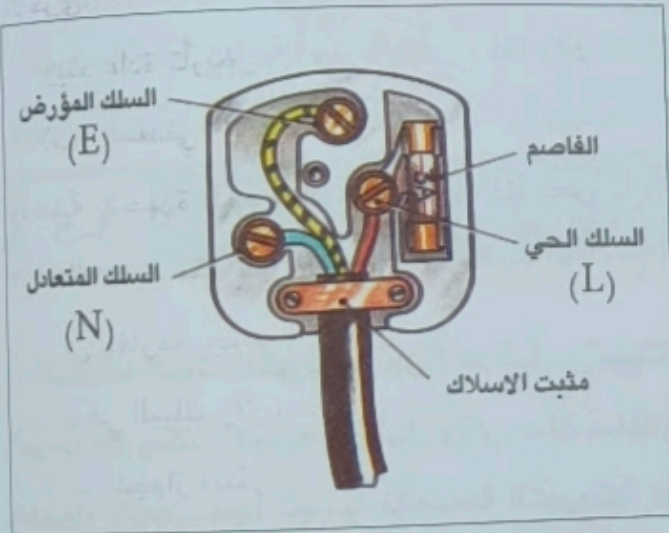
من ملاحظتك للشكل (7)، السلك المؤرض E متصل بالأرض، يستعمل للسلامة الكهربائية (سلك الأمان) ففي حالة حدوث أي خلل في الدائرة الكهربائية أو حدوث تماس بين السلك الحي والغلاف المعدني للجهاز. فسوف يؤدي إلى انسياب معظم التيار الكهربائي من السلك الحي إلى الأرض من خلال السلك المؤرض. مما يقلل خطر الصعقة الكهربائية.



الشكل (7)

القابس ذو الفاصم (Plug with fuse):

القابس الكهربائي (Plug) يتركب من السلكين الحي (L) والمتعادل (N) والسلك المؤرض (E) والفاصم (Fuse) انها جميعاً تشكل وسائل الأمان الكهربائي لاحظ الشكل (8).

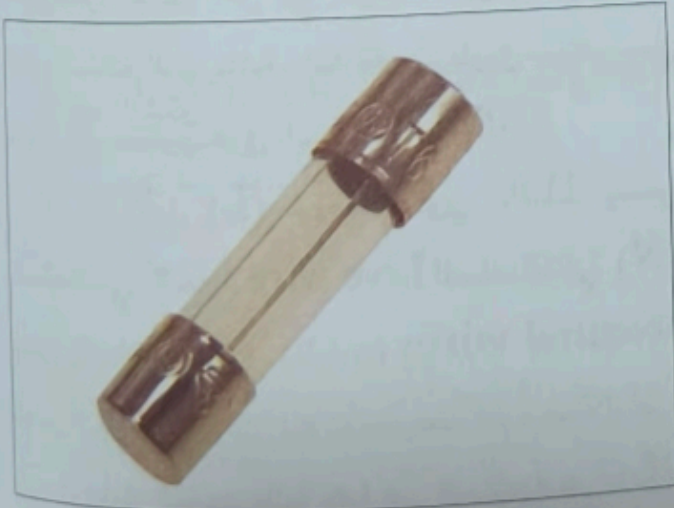


الشكل (8)

الفاصم (Fuse):

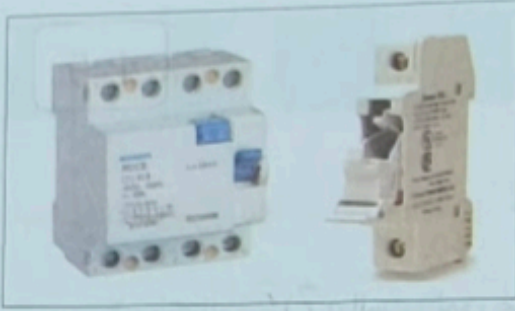
يصنع من سلك فلزي بحيث لا يتحمل تياراً يزيد مقداره عن حد معين فاذا تجاوز التيار هذا الحد عندئذ يسخن لدرجة حرارية تكفي لانصهاره، وعندما ينقطع التيار الكهربائي عن الجهاز.

الفاصم (fuse) يجب أن يوضع في دائرة على التوالي مع السلك الحي قبل دخول التيار في الجهاز، لكي يؤدي وظيفة الحماية فيقطع الدائرة عندما ينساب تيار في الدائرة أكبر من التيار المناسب لها. لاحظ الشكل (9).



الشكل (9)

ويستعمل أيضاً جهاز آخر للامان الكهربائي يسمى القاطع الكهربائي (قاطع الدورة) إذ يقوم بقطع التيار الكهربائي تلقائياً في حالة انسياب تيار اكبر من التيار المصمم لها. لاحظ الشكل (10).



الشكل (10)

تجنب الصعقة الكهربائية

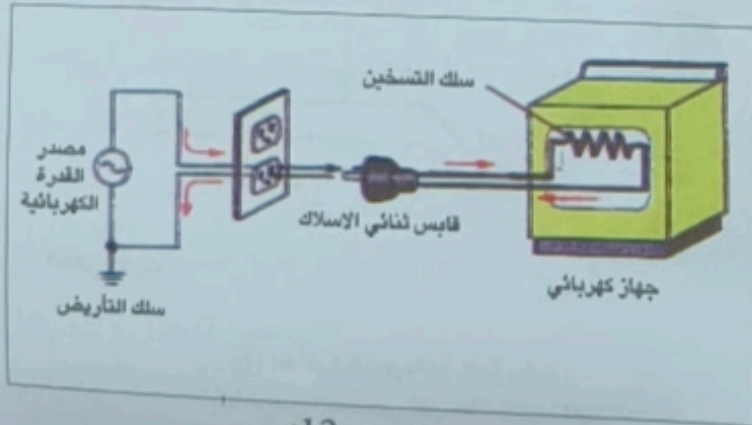
5-5

عملية التأريض تعني الاتصال بالأرض (Earthing Connection) ويرمز لهذه العملية بالرمز (⏏) وهي من وسائل الأمان الأخرى.

ويتم عادة تأريض الأجهزة الكهربائية ذات الغلاف المعدني لتجنب الصعقة الكهربائية وحماية الأجهزة الكهربائية، لان سلك التأريض هو سلك غليظ مقاومته الكهربائية صغيرة جداً أقل من مقاومة جسم الإنسان، لذا فان التيار ينساب في السلك ولا ينساب في جسم الشخص الملامس للجهاز فتتكون دائرة قصيرة مع السلك من غير أن يكون جسم الشخص ضمنها لاحظ الشكل (11).



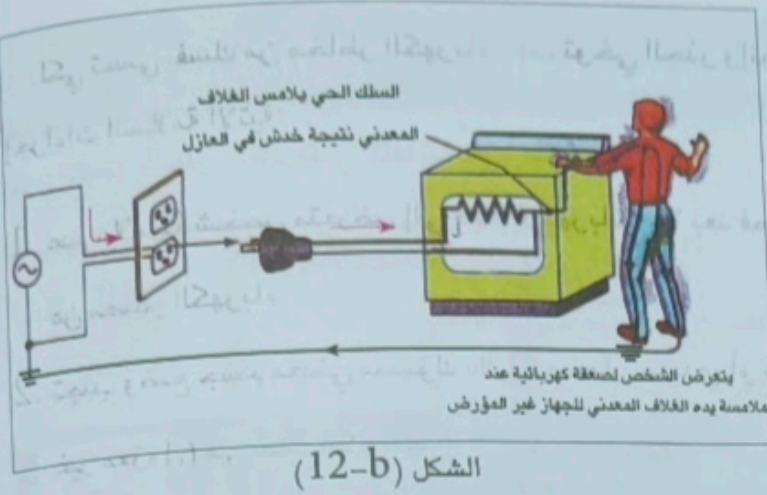
الشكل (11)



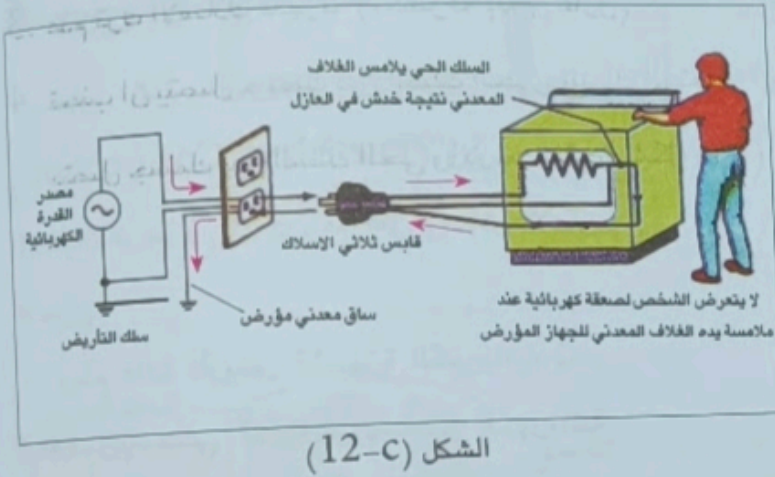
الشكل (12-a)

لاحظ الشكل (12-a)، إذا افترضنا أن خلافاً ما حدث في الغسالة (الموصولة بالنقطة الكهربائية عن طريق القابس الثنائي) أدى إلى ملامسة السلك الحار لجسم الغسالة المعدني وإذا صادف أن لمس شخص الغلاف الخارجي للغسالة، ستتكون عندئذ دائرة كهربائية يسري فيها التيار الكهربائي من السلك الحي عبر الغسالة وعبر جسم الشخص إلى الأرض فيصاب

الشخص عندئذ بصعقة كهربائية شديدة وخطرة.
لاحظ الشكل (12-b).

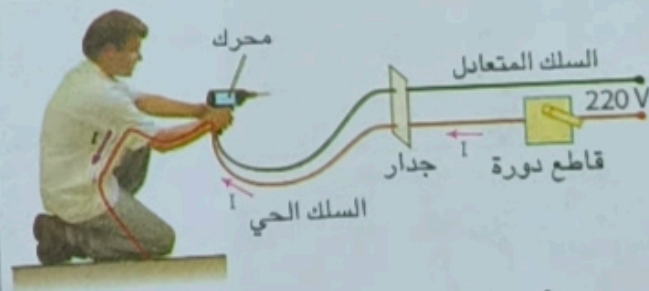


فإذا تم توصيل الغسالة بنقطة الكهرباء عن طريق القابس الثلاثي الحاوي على سلك التأريض شكل (12-c) فإذا كان هناك تماس بين السلك الحي وغلاف الغسالة المعدني فلن يؤدي إلى حدوث صعقة كهربائية للشخص.

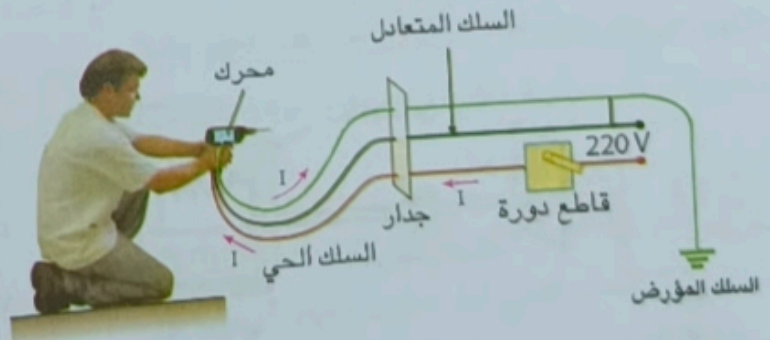


هل تعلم

تسبب الصعقة الكهربائية عند التعرض لها أضراراً مختلفة في جسم الإنسان وخاصة في عمل الخلايا والنظام العصبي، فمثلاً انسياب تيار مقداره (0.005A) يسبب ألماً بسيطاً، أما انسياب تيار مقداره (0.01A) فيجعل العضلات تنقبض، أما انسياب تيار مقداره (0.1A) تقريباً لثواني قليلة قد يؤدي إلى الموت.

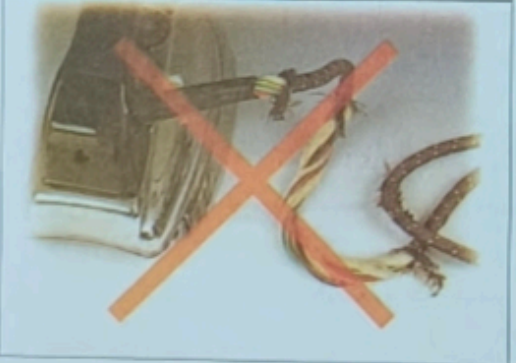
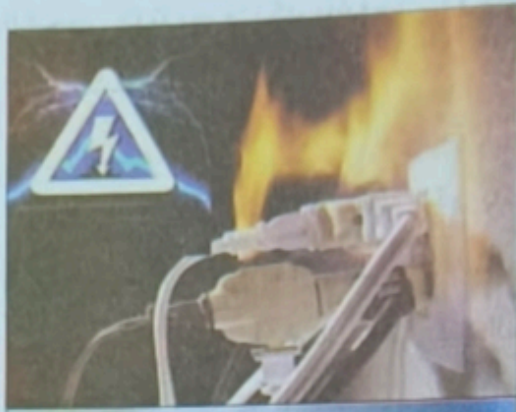


(A) الدائرة الكهربائية غير مؤرضة
قد يتعرض الشخص للصعقة الكهربائية



(B) الدائرة الكهربائية المؤرضة
لا يتعرض الشخص للصعقة الكهربائية

الشكل (13)



الشكل (14)

لكي تحمي نفسك من مخاطر الكهرباء يجب توخي الحذر وإتباع إجراءات السلامة الآتية:

1. عدم ملامسة شخص متعرض إلى صعقة كهربائية إلا بعد فصله عن مصدر الكهرباء.
2. تجنب وضع جسم معدني ممسوك باليد (مسمار حديدي أو سلك غير معزول) في نقطة الكهرباء.
3. عدم ترك الأسلاك متهرئة (مكشوفة بدون عازل).
4. تجنب ان يتصل جسمك بين السلك الحي والسلك المتعادل أو أن يتصل جسمك بين السلك الحي والأرض. لاحظ شكل (14).

عزيزي الطالب عزيزتي الطالبة:

إن ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية يعني الإستخدام الأمثل لموارد الطاقة الكهربائية المتوفرة منها إستغلال الاضاءة الطبيعية وتقليل استعمال الانارة بالمصابيح الكهربائية أثناء النهار وأجهزة التبريد والتدفئة في الغرف غير المستعملة واستعمال المصابيح الاقتصادية (مثل الفلورسنت) ان امكن ذلك.

أسئلة الفصل الخامس

اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1-1

1- الفاصم يجب أن يربط:

- a- على التوالي مع السلك الحي.
- b- على التوالي مع السلك المتعادل.
- c- مع سلك التأريض.
- d- على التوازي مع السلك الحي.

2- (الكيلو واط - ساعة) اي (kW-h) هي وحدة قياس:

- a- القدرة.
- b- فرق الجهد.
- c- المقاومة.
- d- الطاقة الكهربائية.

3- إحدى الوحدات التالية ، ليست وحدات للقدرة الكهربائية:

a- $\frac{J}{s}$

b- Watt

c- $A \times V$

d- $J \times s$

4- إبريق شاي كهربائي يعمل بقدرة مقدارها (1200 W) فإذا كان التيار المناسب في الإبريق (5A) فما مقدار الفولطية التي يعمل عليها هذا الجهاز.

a- 60 V

b- 120 V

c- 240 V

d- 600V

5- جهاز كهربائي يستثمر طاقة مقدارها (18000 J) في مدة خمس دقائق، فإن معدل القدرة المستثمرة في هذا الجهاز تساوي.

360Watt -a

180 Watt -b

30 Watt -c

60Watt -d

علل ما يأتي ؟

س2

1- يربط قاطع الدورة في الدائرة الكهربائية للمنزل على التوالي مع السلك الحار قبل تجهيز الأجهزة الكهربائية بالطاقة الكهربائية.

2- تؤرض الأجهزة الكهربائية وبالخصوص ذات الغلاف المعدني.

3- يمكن لطائر أن يقف على سلك مكشوف من أسلاك الجهد العالي دون أن يصاب بصعقه كهربائية ؟



هل أن قاطع الدورة يربط على التوالي أم على التوازي في الدائرة الكهربائية مع الجهاز المطلوب حمايته؟ ولماذا ؟

س3

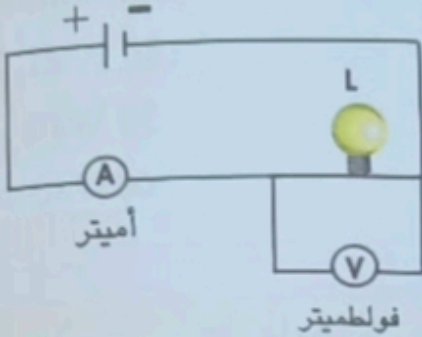
المسائل

الشكل المجاور يمثل دائرة كهربائية تحتوي على مصباح (L) وفولطميتر وأميتر ، فإذا علمت أن قراءة الفولطميتر (3V) وقراءة الاميتر (0.5A). أحسب:

س1

1 - مقاومة المصباح ؟

2 - قدرة المصباح ؟



ج: 1- 6Ω

2- 1.5 Watt

مقاومتان (90Ω ، 180Ω) مربوطتان مع بعضهما على التوازي وربطت المجموعة عبر مصدر فرق جهده (36V). احسب:

س2

1- التيار المناسب في كل مقاومة.

2- القدرة المستهلكة في كل مقاومة بطريقتين مختلفتين.

قارن بين مقداري القدرة المستهلكة في كل مقاومة. ماذا تستنتج من ذلك ؟

ج: 1- 0.4A ، 0.2A

2- 14.4Watt ، 7.2Watt

مصباح يحمل الصفات التالية (24W) ، (21V) احسب بالكيلو واط - ساعة (kW-h) ، الطاقة المستهلكة خلال زمن مقداره (10hours).

س3

ج: 0.24 (kW-h)

سخان كهربائي يستهلك قدرة (2kW) ، شغل لمدة ست ساعات (6hour). ما كلفة الطاقة المستهلكة اذا علمت ان ثمن (kW-h) الواحد (100 دينار).

س4

ج: 1200 Dinar

الفصل

السادس

6



الكهربائية والمغناطيسية

Electricity and Magnetism

مفردات الفصل



6-1 المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي.

6-2 المجال المغناطيسي المحيط بسلك موصل مستقيم ينساب فيه تيار كهربائي مستمر.

6-3 المجال المغناطيسي الناشئ من إنسياب تيار كهربائي مستمر في حلقة موصلة دائرية.

6-4 المغناطيس الكهربائي.

6-5 استعمالات المغناط الكهربية.

6-6 الحث الكهرومغناطيسي والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة.

6-7 تطبيقات ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي



بعد دراسة هذا الفصل ينبغي ان يكون الطالب قادراً على أن:

- يذكر استنتاج تجربة اورستد.
- يشرح بتجربة التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي.
- يميز بين شكل خطوط المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم وحلقة دائرية وملف حلزوني عند إنسياب التيار الكهربائي.
- يعدد بعض التطبيقات العملية للتأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي.
- يذكر قاعدة الكف الايمن لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي.
- يُعرف المغناطيس الكهربائي.
- يعدد التطبيقات العملية للمغناطيس الكهربائي.
- يفسر ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.
- يقارن بين أجزاء المولد البسيط للتيار المتناوب وأجزاء المولد البسيط للتيار المستمر (الداينمو).
- يشرح عمل المحرك الكهربائي.

المصطلحات العلمية

Magnetic field	المجال المغناطيسي
Electromagnet	المغناطيس الكهربائي
Electromagnetic Relay	المرحل الكهرومغناطيسي
Electric Generator	المولد الكهربائي
Electric charge	شحنة كهربائية
Electric motor	المحرك الكهربائي
Electromagnetic Induction	الحث الكهرومغناطيسي
Electromotive Force	القوة الدافعة الكهربائية
Wire	سلك

في عام 1820م لاحظ العالم اورستد انحراف ابرة مغناطيسية موضوعة بجوار سلك عند انسياب تيار كهربائي مستمر فيه من خلال تجربة بسيطة اكتشف بعدها ان للتيار الكهربائي تأثيراً مغناطيسياً. وسندرس في هذا الفصل التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي المناسب في موصل وبعض التطبيقات العملية على ذلك.

المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي Magnetic field of electric current

1-6

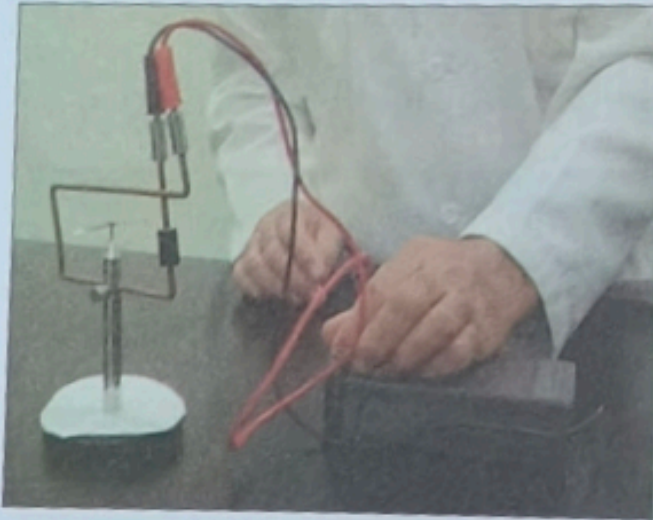
للتعرف على التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي نجري النشاط الاتي:

تجربة اورستد

نشاط (1)

ادوات النشاط:

ابرة مغناطيسية تستند على حامل مدبب، سلك غليظ بطول (30cm)، بطارية فولطيتها (1.5V)، اسلاك توصيل، مفتاح كهربائي.



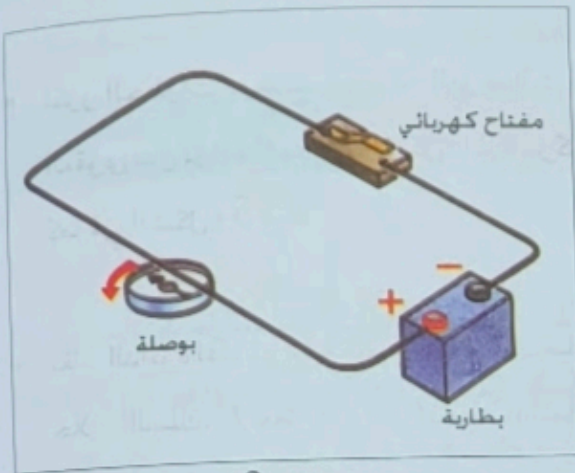
الشكل (1)

الخطوات:

- نترك الابرة المغناطيسية حرة لتتجه بموازية خطوط المجال المغناطيسي الارضي.
- نجعل السلك الغليظ فوق الابرة المغناطيسية بحيث يكون موازياً لمحورها.
- نربط طرفي السلك الغليظ بين قطبي البطارية وعبر المفتاح الكهربائي.
- نغلق المفتاح لبرهة من الزمن سنلاحظ انحراف الابرة المغناطيسية ومن ثم استقرارها بوضع عمودي على طول السلك، ثم عودة الابرة الى وضعها السابق بعد انقطاع التيار. لاحظ الشكل (1).
- نعكس اتجاه التيار الكهربائي المناسب في السلك الغليظ وذلك بعكس قطبية النضيدة المربوطة في الدائرة، ثم نغلق المفتاح الكهربائي لبرهة من الزمن ايضاً، سنلاحظ

انحراف الابرّة المغناطيسية ومن ثم استقرارها بوضع عمودي على طول السلك وبأتجاه معاكس للحالة الأولى.
 - كرر الخطوات أعلاه مع وضع السلك الغليظ تحت الابرّة المغناطيسية وبشكل موازٍ للابرّة. ماذا تلاحظ في كل خطوة ؟

ان انحراف الابرّة المغناطيسية للبوصلّة يدل على تأثيرها بعزم قوة مغناطيسية بسبب وجودها في مجال مغناطيسي، كما ان عودتها الى وضعها السابق عند قطع التيار الكهربائي يدل على ان التيار الكهربائي ولد هذا المجال المغناطيسي لاحظ الشكل (2) وعليه فان:
 انسياب تيار كهربائي في سلك موصل يولد حوله مجالاً مغناطيسياً (وهذا ما استنتجته اوردستد من التجربة السابقة).



الشكل (2)

فكر

- ما الغرض من استعمال السلك الغليظ في هذه التجربة ؟
- ما السبب من غلق الدائرة لبرهة ؟

المجال المغناطيسي المحيط بسلك مستقيم موصل ينساب فيه تيار كهربائي مستمر

2-6

إذا كان انسياب التيار الكهربائي المستمر في سلك موصل يولد حوله مجالاً مغناطيسياً، فما شكل هذا المجال، وكيف نحدد اتجاهه؟ وماهي العوامل التي يعتمد عليها ؟
 للاجابة على ذلك، نجري النشاط الاتي:

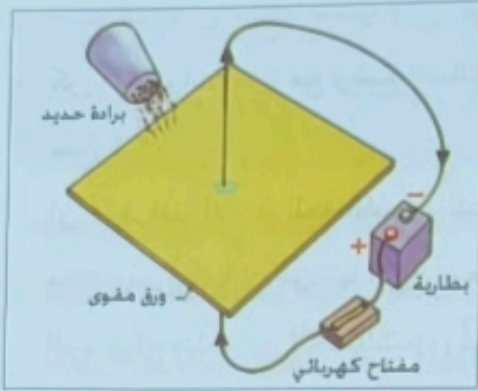
نشاط (2)

تخطيط المجال المغناطيسي لتيار مستمر ينساب في سلك مستقيم

ادوات النشاط:

ورقة مقوى ، عدة بوصلات مغناطيسية صغيرة ، سلك غليظ ، مفتاح كهربائي ، بطارية كهربائية فولطيتها مناسبة ، برادة حديد.

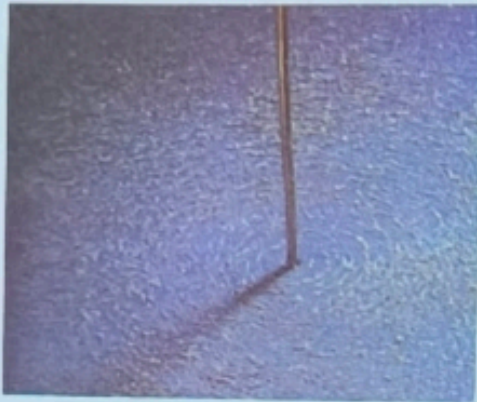
الخطوات:



الشكل (3)

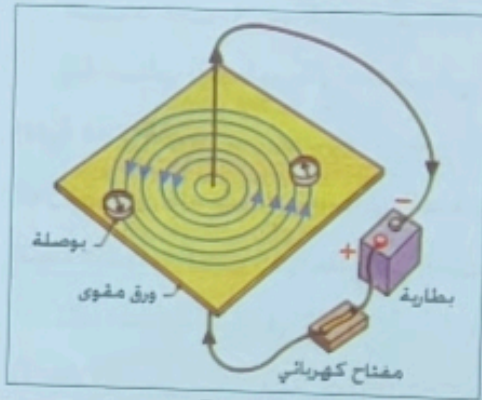
- نمرر السلك من خلال ورقة المقوى ونربط الدائرة الكهربائية لاحظ الشكل (3).

- ننثر برادة الحديد حول السلك، ونغلق الدائرة الكهربائية لينساب التيار الكهربائي في السلك، وننقر على الورقة نقرات خفيفة، ماذا نلاحظ؟ لاحظ الشكل (4).



الشكل (4)

- نكرر الخطوات بوضع مجموعة البوصلات فوق ورقة المقوى بدل برادة الحديد ستشكل دائرة مركزها السلك كما في الشكل (5).



الشكل (5)

- نغلق الدائرة لفترة زمنية قصيرة فينساب تيار كهربائي خلال السلك، لاحظ اتجاه القطب الشمالي للأبرة المغناطيسية.

- نعكس قطبية البطارية لينعكس اتجاه التيار الكهربائي في السلك؟ ونكرر الخطوات اعلاه ماذا تلاحظ؟

نستنتج من هذا النشاط ان برادة الحديد تترتب بشكل دوائر متحدة المركز مركزها السلك وبمستوى عمودي عليه، وهذه الدوائر تمثل خطوط المجال المغناطيسي حول السلك والناشئة عن انسياب تيار كهربائي في السلك.

اما اتجاه الاقطاب الشمالية لأبر البوصلات فيمثل اتجاه المجال المغناطيسي في النقطة الموضوعة فيها البوصلة

الشكل (6)



الشكل (6)

- تصور انك تمسك السلك بواسطة كف يدك اليمنى، وابهامك يشير الى اتجاه التيار الكهربائي المنساب في

السلك، لاحظ هل يكون اتجاه الاقطاب الشمالية لابر
البوصلات في اتجاه لف الاصابع لاحظ الشكل (7).
فلتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم ينساب
فيه تيار كهربائي مستمر نطبق قاعدة الكف اليمنى كما يلي:
امسك السلك بالكف اليمنى بحيث يشير الابهام الى اتجاه
التيار الكهربائي، بينما يكون اتجاه لف الاصابع باتجاه
المجال المغناطيسي لاحظ الشكل (8).

**ان العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناشئ
حول سلك مستقيم ينساب فيه تيارا كهربائياً مستمراً هي:**

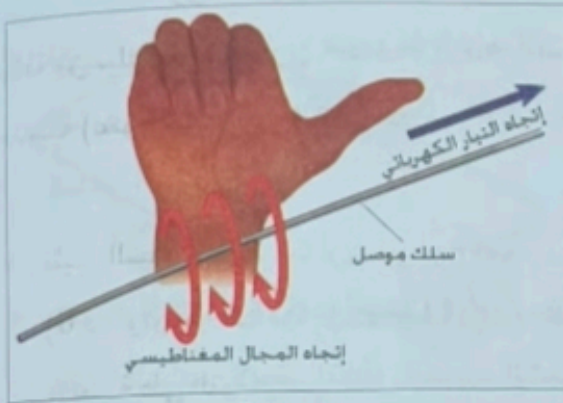
1. يزداد مقدار المجال المغناطيسي (بازدياد عدد خطوط المجال
المغناطيسي المارة عمودياً خلال وحدة المساحة ضمن مساحة
معينة) بزيادة مقدار التيار الكهربائي المنساب في السلك.
2. يزداد مقدار المجال المغناطيسي بالاقتراب من السلك ويقل
مقداره كلما ابتعدنا عن السلك.
3. اتجاه المجال المغناطيسي يعتمد على اتجاه التيار الكهربائي
المستمر المنساب في السلك المستقيم.

إذا انساب تيار كهربائي مستمر في سلك عمودي على صفحة
افقية فان اتجاه المجال المغناطيسي يكون بشكل دوائر متحدة
المركز حول السلك في مستوي الصفحة واتجاهه يتوقف على
اتجاه انسياب التيار الكهربائي في السلك.
فاذا انساب التيار في السلك نحو الناظر (خارجاً من الورقة)
فاتجاه المجال المغناطيسي واتجاه التيار سيكون كما في الشكل
(9-a).

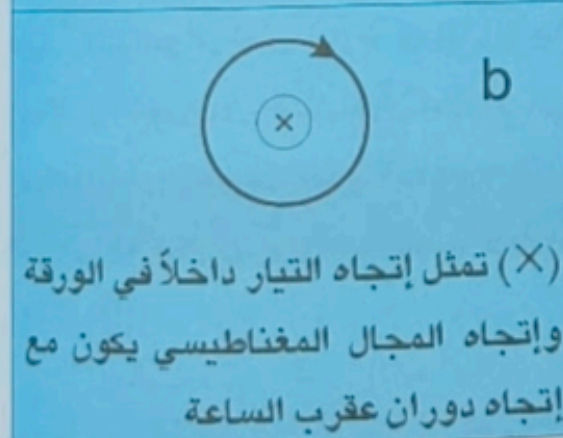
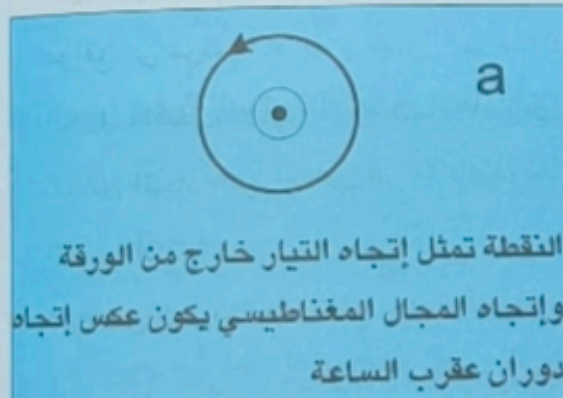
واذا انساب التيار في السلك مبتعداً عن الناظر فاتجاه المجال
المغناطيسي واتجاه التيار يكون كما في الشكل (9-b).



الشكل (7)



الشكل (8)



الشكل (9) اتجاه المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي

المجال المغناطيسي الناشئ من انسياب تيار كهربائي مستمر في حلقة موصلة دائرية

3-6

تعرفنا في الفقرة السابقة على المجال المغناطيسي حول سلك موصل ينساب فيه تيار كهربائي مستمر فهل تتغير صفات المجال المغناطيسي بتغير شكل السلك الموصل الذي ينساب فيه التيار الكهربائي؟ للإجابة عن هذا السؤال نجري النشاط الآتي:

نشاط (3)

تخطيط المجال المغناطيسي لتيار كهربائي مستمر ينساب في حلقة دائرية

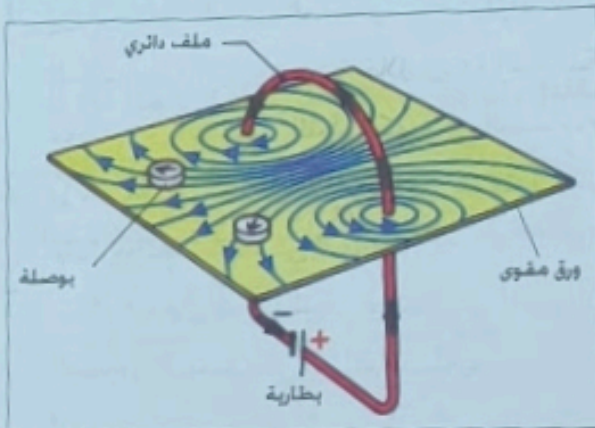
أدوات النشاط: ورقة مقوى ، عدد من البوصلات المغناطيسية، حلقة من سلك غليظ معزول ، مفتاح كهربائي، بطارية فولطيتها مناسبة (عمود جاف) ، برادة حديد.

الخطوات:

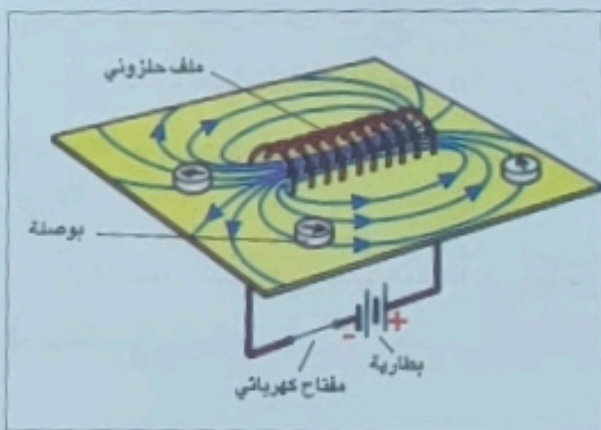
- نثبت السلك الغليظ الدائري في لوح المقوى كما في الشكل (10) ونربط الدائرة الكهربائية التي تتألف من حلقة مربوطة على التوالي مع بطارية.
- نمرر التيار الكهربائي في السلك برهة زمنية ونضع في عدة مواقع عن مركز الحلقة عدد من البوصلات ، لاحظ إتجاه انحراف اقطاب الابر المغناطيسية للبوصلة.
- نعكس اتجاه التيار المنساب في الحلقة ونكرر الخطوات اعلاه. ماذا تلاحظ؟

- نعيد عمل النشاط باستعمال برادة الحديد ولاحظ ترتيبها. نستنتج ان شكل خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن انسياب التيار الكهربائي المستمر في حلقة موصلة تكون خطوط بيضوية الشكل تقريبا تزدحم داخل الحلقة وتكون عمودية على مستوى الحلقة. الشكل (10)

- ولمعرفة شكل المجال المغناطيسي لتيار كهربائي مستمر ينساب في ملف محزن، نعمل الآتي: نكرر النشاط (3) باستعمال ملف محزن (عدة حلقات او لفات) لاحظ الشكل (11) بدلا من الحلقة سنلاحظ ان خطوط المجال المغناطيسي مشابه للشكل (10) ولكنها تكون متوازية مع بعضها داخل الملف.

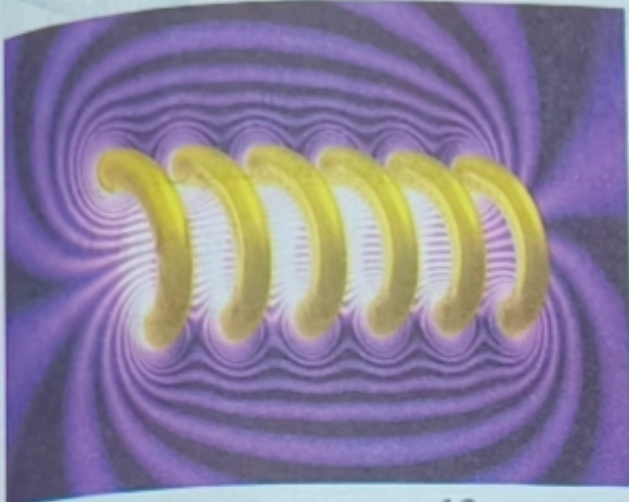


الشكل (10)



الشكل (11)

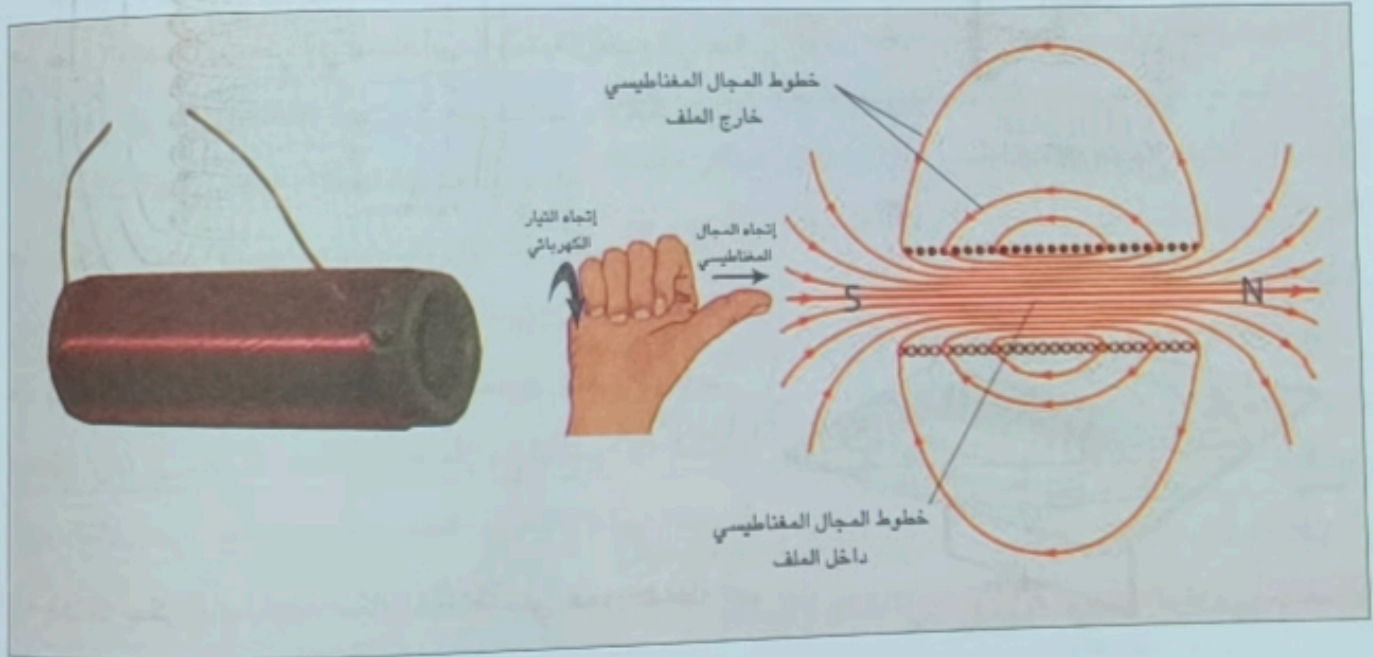
من هذا النشاط نستنتج ان:



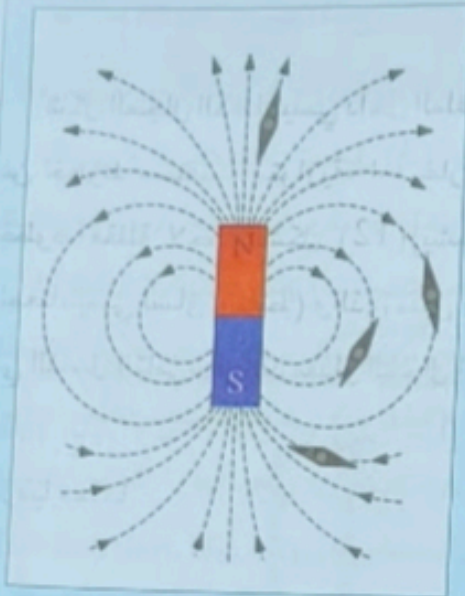
شكل (12) المجال المغناطيسي لملف حلزوني

شكل المجال المغناطيسي داخل الملف المحلزن عبارة عن خطوط مستقيمة متوازية، اما خارج الملف فتكون خطوط مقفلة لاحظ الشكل (12) (يشبه شكل المجال المغناطيسي لساق ممغنط) والذي سبق وان تعرفت عليه في الفصل الثاني، ويعتمد مقدار المجال المغناطيسي على مقدار التيار وعدد اللفات في وحدة الطول حيث يتناسب طرديا معهما.

اما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف فيحدد باستعمال قاعدة الكف اليمنى للملف، فلو مسكنا الملف بالكف اليمنى بحيث يكون لف الاصابع تمثل اتجاه التيار الكهربائي فيشير الابهام الى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف (اي يشير الى القطب الشمالي). لاحظ الشكل (13).



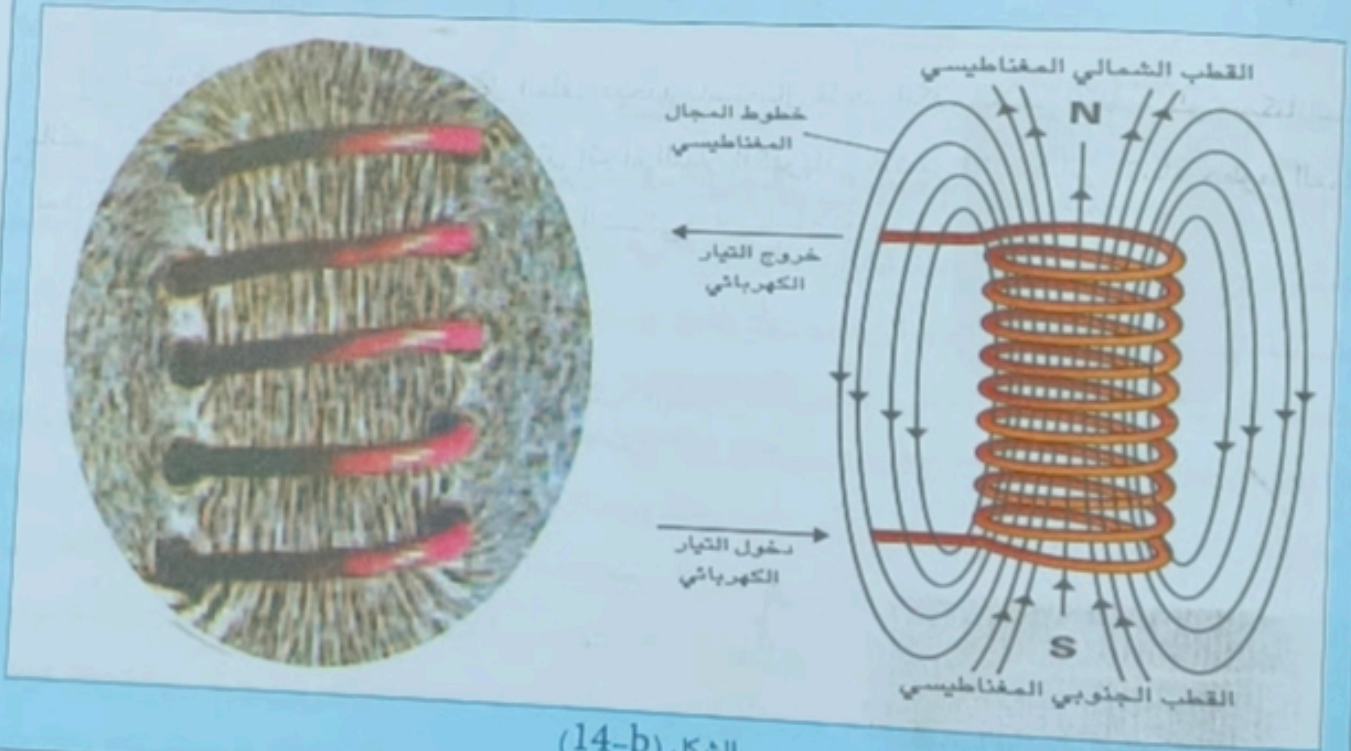
الشكل (13)



الشكل (14-a)

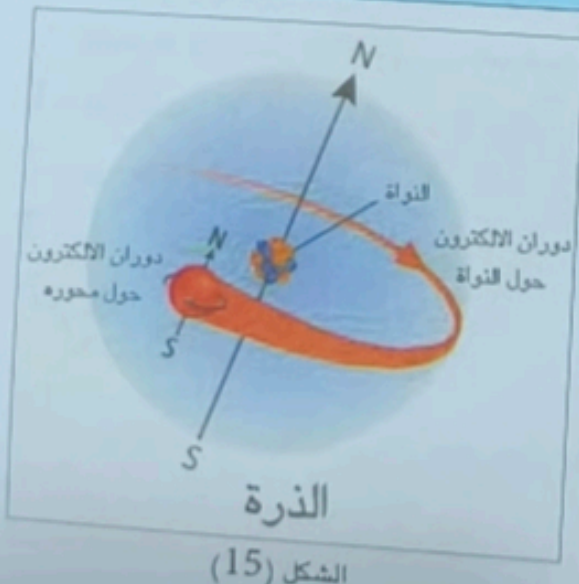
1. قارن بين خطوط المجال المغناطيسي حول ساق مغناطيسية وحول ملف ينساب فيه تيار كهربائي مستمر. لاحظ الشكل (14-a, b).

2. قارن بين خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف وخارجه من حيث الاتجاه والمقدار. لاحظ الشكل (14-b).



الشكل (14-b)

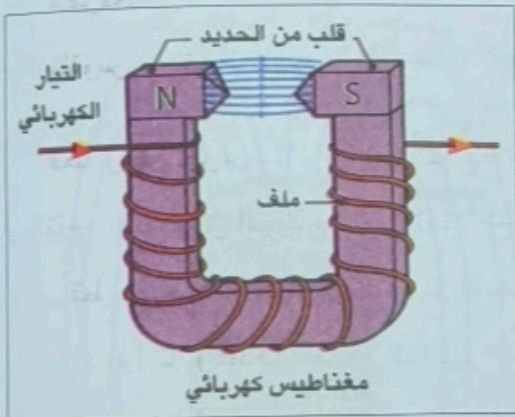
وكذلك يمكن ان يتولد مجال مغناطيسي حول شحنة متحركة كحركة الالكترون حول نواة الذرة لاحظ الشكل (15).



الشكل (15)



الشكل (16)



الشكل (17)



الشكل (18) مغناطيس كهربائي يستعمل لرفع الأثقال الكبيرة

بالرجوع الى النشاط السابق (3)، وبيان تأثير قطعة من الحديد المطاوع (مسمار حديد) عند وضعها داخل سلك موصل محلزن. ان قطعة الحديد المطاوع ستمغنط عند انسياب التيار الكهربائي المستمر في السلك الموصل المحلزن، وعند قطع التيار ستفقد قطعة الحديد مغناطيسيتها. انك في هذه الحالة تكون قد صنعت مغناطيساً كهربائياً مؤقتاً. وهذا يعني ان المغناطيس الكهربائي هو مغناطيس مؤقت يزول بزوال التيار الكهربائي المناسب في السلك. ويمكن استثمار هذه الظاهرة في صنع المغناطيس الكهربائي لاحتاج

ويتركب المغناطيس الكهربائي من قلب من الحديد المطاوع ملفوف حوله سلك موصل معزول، ويمكن ان يكون بشكل ساق مستقيمة أو بشكل حرف (U) لاحظ الشكل (17) ويكون اتجاه لف السلك في المغناطيس بشكل حرف (U) حول قلب الحديد باتجاهين متعاكسين للحصول على قطبين مغناطيسيين احدهما شمالي والاخر جنوبي في طرفيه وترتبط نهايتي السلك بمصدر للتيار الكهربائي، فعند اغلاق الدائرة الكهربائية يتولد ما يسمى (بالمغناطيس الكهربائي) وعند فتح الدائرة الكهربائية (اي انقطاع التيار الكهربائي) يتلاشى المجال المغناطيسي في قطعة الحديد المطاوع بسرعة (اي حصلنا على مغناطيس مؤقت). اما إذا أردنا احتفاظ المغناطيس الكهربائي بالمغناطيسية لفترة اطول بعد انقطاع التيار الكهربائي فنستعمل الفولاذ كقلب بدلاً من الحديد المطاوع. يعتمد مقدار المجال المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي على:

- 1 - عدد لفات الملف لوحدة الطول.
- 2 - نوع مادة القلب.
- 3 - مقدار التيار الكهربائي المناسب في الملف.

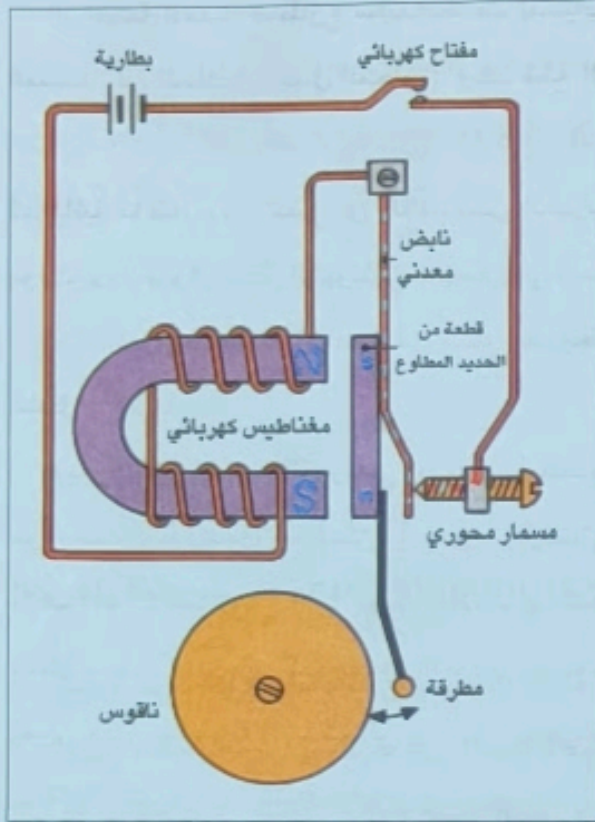
نذكر

يزداد المجال المغناطيسي بين قطبي المغناطيس عندما يكون بشكل حرف U.

الجرس الكهربائي:

هو جهاز للتنبية مألوف للطالب، استثمار المغناطيس الكهربائي في آلية عمل الجرس الكهربائي ويتألف من:

- مغناطيس كهربائي بشكل حرف U لاحظ شكل (19).
- حافظة من الحديد المطاوع.
- مسمار محوري.
- مطرقة.
- ناقوس معدني.



الشكل (19) الجرس الكهربائي

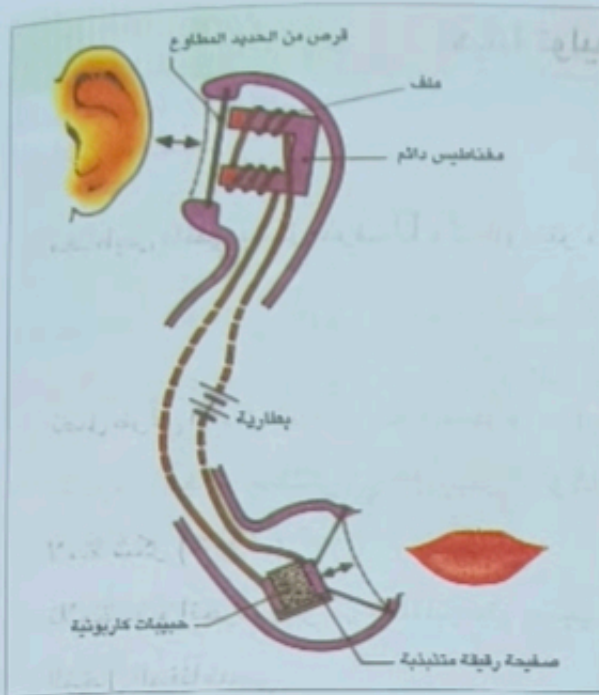
فعند ربط الجرس بدائرة كهربائية تحتوي بطارية مناسبة ومفتاح وعند اغلاق المفتاح يعمل المغناطيس الكهربائي على جذب قطعة الحديد المطاوع فتتحرك المطرقة نحو الناقوس وتحدث صوتاً وعندها تكون الدائرة الكهربائية مفتوحة لذا يفقد المغناطيس مغناطيسيته فتبتعد قطعة الحديد عن المغناطيس الكهربائي وتكون فجوة بينهما وتبتعد المطرقة فينقطع صوت الجرس الكهربائي وتكرر العملية مع استمرار انسياب التيار الكهربائي في دائرة الجرس الكهربائي.

الهاتف:

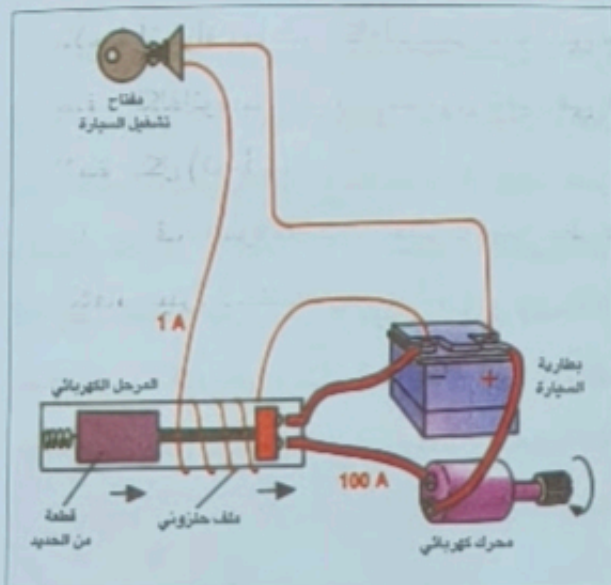
هو احدى وسائل الاتصال السلكية عن بعد والتي تستعمل لارسال واستقبال (الموجات الصوتية) بين شخصين او اكثر لاحظ الشكل (20). ويتم تشغيلها من خلال ارسال اشارات كهربائية عن طريق شبكة تلفونية معقدة والتي تسهل اتصال أي مستعمل لها بالآخر.



شكل (20) اجزاء الهاتف



عند التكلم امام اللاقطة يتغير مقدار التيار في الدائرة الكهربائية بفعل نبضات من التضاضط والتخلخل وبشكل مشابه لتردد موجات صوت المتكلم (التردد نفسه) وهذا التغير بالتيار ينتقل خلال الاسلاك الى سماعة الهاتف الاخر والذي يمر عبر المغناطيس الكهربائي الذي يجذب بدوره قرصاً رقيقاً من الحديد المطاوع فيتذبذب مولداً موجات صوتية في الهواء مشابهاً لصوت المتكلم لاحظ الشكل (21).



المرحل الكهربائي Electromagnet Relay:

عبارة عن مفتاح مغناطيسي يستعمل كاداة للتحكم في اغلاق وفتح دائرة كهربائية. ففي السيارة مثلاً يعمل المرحل بالتحكم في تشغيل دائرة التيار الكبير (المحرك عند بدء التشغيل) بوساطة تيار صغير عند ادارة مفتاح تشغيل السيارة. كما ويستعمل في الدوائر الالكترونية لفتح واغلاق الدائرة ذاتياً. لاحظ الشكل (22).

الحث الكهرومغناطيسي والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة

6-6

لقد علمت ان التيار الكهربائي المناسب في سلك يولد مجالاً مغناطيسياً حوله، ولكن هل يمكن توليد تيار كهربائي بفعل مجال مغناطيسي؟ للاجابة عن ذلك نجري النشاط الاتي:

ادوات النشاط:

مغناطيس دائمي بشكل حرف U ، كلفانوميتر ، سلك موصل معزول.

الخطوات:

- نصل طرفي السلك بطرفي الكلفانوميتر ونحرك السلك في اتجاه مواز لخطوط المجال المغناطيسي، هل ينحرف مؤشر الكلفانوميتر؟
لاحظ شكل (23-a).

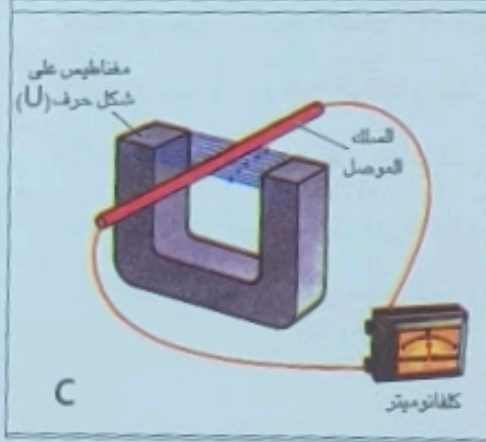
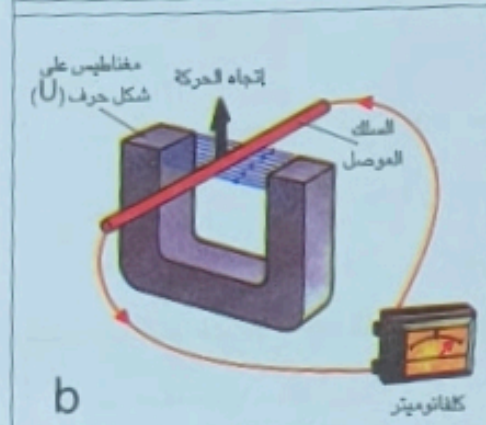
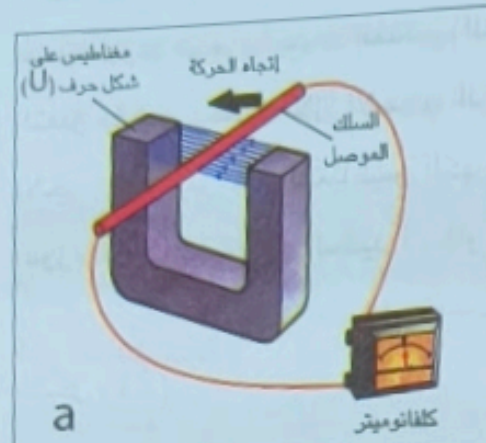
نلاحظ عدم انحراف مؤشر الكلفانوميتر بسبب عدم حصول تغير في المجال المغناطيسي.

- نحرك السلك باتجاه عمودي على خطوط المجال (الى اعلى واسفل)،
تلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر باتجاهين متعاكسين على جانبي صفر الكلفانوميتر. بسبب حصول تغير في المجال المغناطيسي.
لاحظ شكل (23-b).

- عند توقف الموصل عن الحركة، نلاحظ عدم انحراف مؤشر الكلفانوميتر. لاحظ شكل (23-c).

نستنتج من ذلك ان :

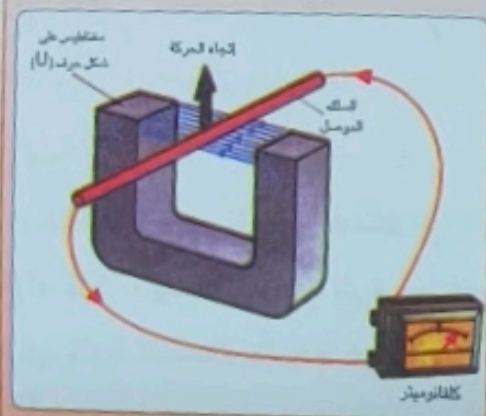
التيار الكهربائي الآني (اللحظي) الذي يتولد في السلك على الرغم من عدم وجود بطارية في دائرته الكهربائية يسمى بالتيار المحتث لانه تيار نشأ من تغير المجال المغناطيسي.



الشكل (23)

تذكر

التيار المحتث يتولد في الدائرة الكهربائية المغلقة عندما يقطع السلك خطوط المجال المغناطيسي (عند حصول تغير في عدد خطوط القوة المغناطيسية في وحدة الزمن) ولا يتولد هذا التيار عندما نحرك السلك في اتجاه مواز لخطوط المجال المغناطيسي.



لقد درسنا في الفصل الثالث ان التيار الكهربائي في دائرة كهربائية مغلقة ينشأ من ربطها ببطارية (او اي مصدر للفولطية).

والسؤال الذي يطرح هنا ما سبب تولد تيار محتث في النشاط السابق على الرغم من عدم وجود بطارية ؟
للإجابة على هذا السؤال، نجري النشاط الآتي:

Induced emf القوة الدافعة الكهربائية المحتثة

نشاط (5)

ادوات النشاط:

ساق مغناطيسية ، ملف اسطواني ، كلفانوميتر.

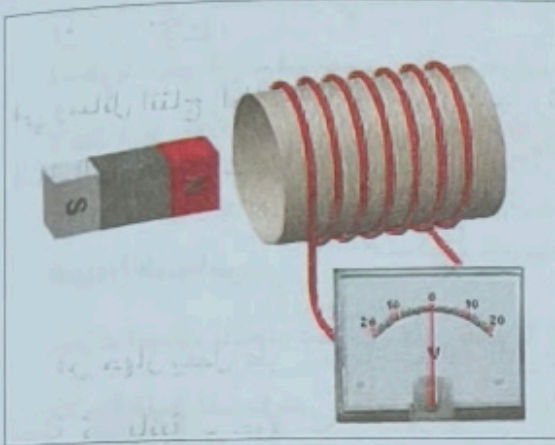
الخطوات:

- اربط طرفي الملف بطرفي الكلفانوميتر لاحظ الشكل (24).
- حرك المغناطيس بتقريبه من الملف بموازية طول الملف ولاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر الذي يشير الى انسياب التيار المحتث فيه. لاحظ الشكل (25 a).
- ثبت المغناطيس بالقرب من الملف ولاحظ، هل ينحرف مؤشر الكلفانوميتر ؟ لاحظ الشكل (25 b).
- لاحظ استقرار مؤشر الكلفانوميتر عند الصفر لاحظ الشكل (25 c). وهذا يعني عدم تولد تيار محتث.
- نسحب ساق المغناطيس من داخل الملف الى الخارج نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر الذي يكون باتجاه معاكس للحالة الاولى.

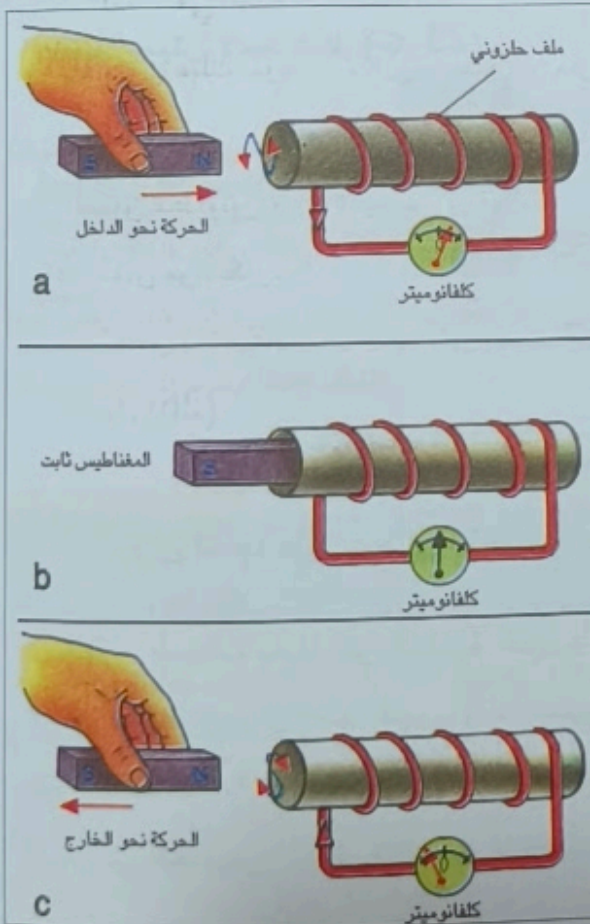
نستنتج من ذلك ان:

التيار المحتث في الدائرة الكهربائية المغلقة ينشأ عندما يتحرك المغناطيس او الملف مسبباً تغيراً في خطوط المجال المغناطيسي، بينما لا ينشأ التيار المحتث إذا لم يتحرك اي منهما لعدم حصول تغير في خطوط المجال المغناطيسي.

وتفسير تولد التيار المحتث في الدائرة المغلقة هو بسبب تولد فرق جهد محتث على طرفي الموصل يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (induce emf). وتقاس بوحدة الفولط (volt). وتم ذلك على يد العالم فرايدي عام 1831م.



الشكل (24)



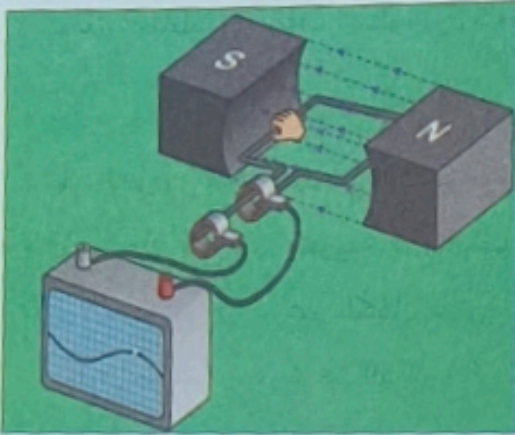
الشكل (25)

ومن خلال ما تقدم يعرف الحث الكهرومغناطيسي بأنه ظاهرة توليد فولتية محتثة عبر موصل كهربائي يقع في مجال مغناطيسي متغير أو عن طريق حركة نسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي يحدث فيها تغير في المجال المغناطيسي. وتعتبر ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي أساس عمل العديد من الأجهزة الكهربائية أهمها المولد الكهربائي.

تطبيقات ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

7-6

لقد أدى اكتشاف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي إلى تطور كبير في وسائل إنتاج الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها خلال شبكات النقل التي تعتبر أساس التكنولوجيا الحديثة.



الشكل (26)

- المولد الكهربائي للتيار المتردد Electric Generator

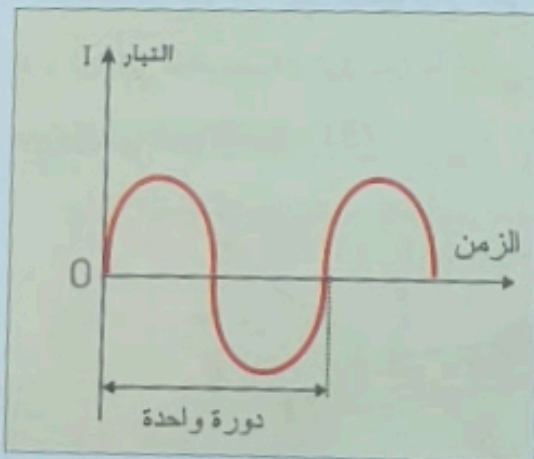
هو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) إلى طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي ويعد المصدر الرئيس المستعمل في إنتاج الطاقة الكهربائية ويعمل على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي.

يتركب المولد في أبسط أشكاله من:

- ملف من سلك موصل معزول ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع.
- حلقتين معدنيتين معزولتين عن بعضهما.
- فرشتان من الكربون (الفحمت).
- مغناطيس دائم أو مغناطيس كهربائي بشكل حرف U. لاحظ الشكل (26).

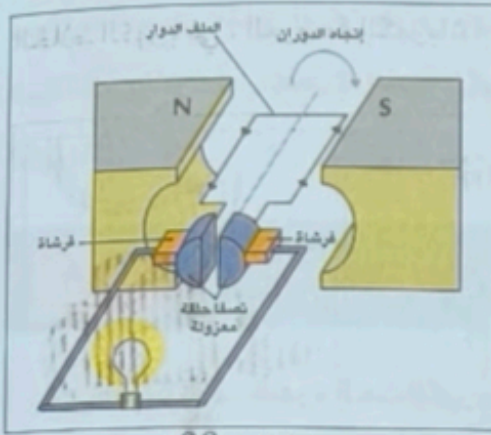
ماذا يحدث أثناء دوران الملف بين قطبي المغناطيسي؟

عند دوران الملف داخل مجال مغناطيسي منتظم قاطعاً خطوط القوة المغناطيسية سيحدث تغيراً في خطوط القوة المغناطيسية فتتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (induce emf) مسببة انسياب تيار كهربائي محتث متناوب في ملف النواة. ينتقل عبر الحلقتين المعدنيتين والفرشتتين الملامستين لهما إلى الدائرة الكهربائية الخارجية ويسمى بالتيار المتردد لاحظ الشكل (27).



شكل (27) التيار الخارج من مولد بسيط للتيار المتردد.

المولد البسيط للتيار المستمر:



الشكل (28)

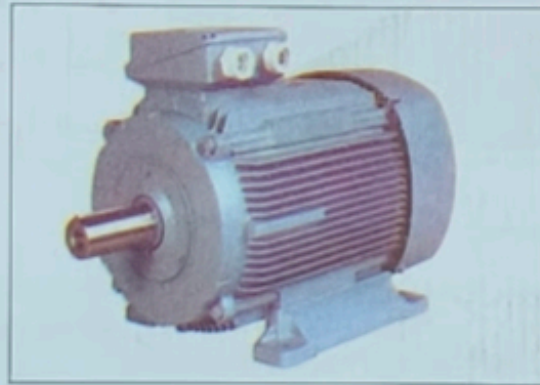
يتركب مولد التيار المستمر من الاجزاء نفسها لمولد التيار المتناوب والاختلاف يكمن باستعمال نصفية حلقة معدنية معزولتين كهربائياً عن بعضهما ومتصلتين بطرفي ملف النواة تسمى المباديل لاحظ الشكل (28).

ان التيار الذي نحصل عليه في هذه الحالة يكون باتجاه واحد يسمى تيار مستمر (DC)، لاحظ الشكل (29).

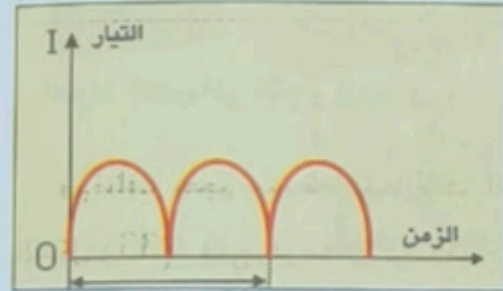
ومن التطبيقات الهامة للتيار الكهربائي:

المحرك الكهربائي:

جهاز يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية بوجود مجال مغناطيسي، أي انه يعمل عكس عمل المولد الكهربائي، لاحظ الشكل (30).



الشكل (30)



شكل (29) التيار الخارج من مولد بسيط للتيار المستمر.

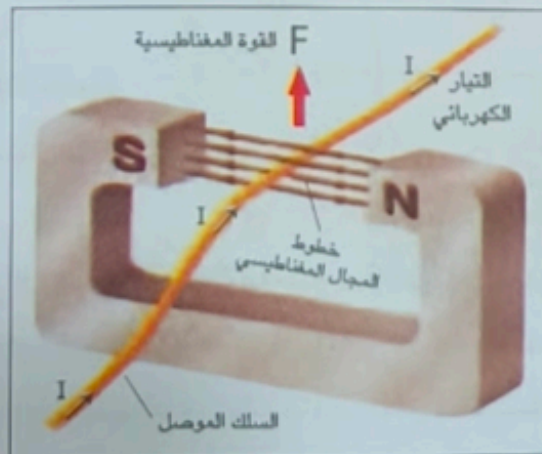
هل تعلم

في مولدات التيار المستمر المستعملة في الحياة العملية:

- تستعمل عدة ملفات وليس ملفاً واحداً.
- تدور المغناط بينما يبقى الملف ثابتاً.

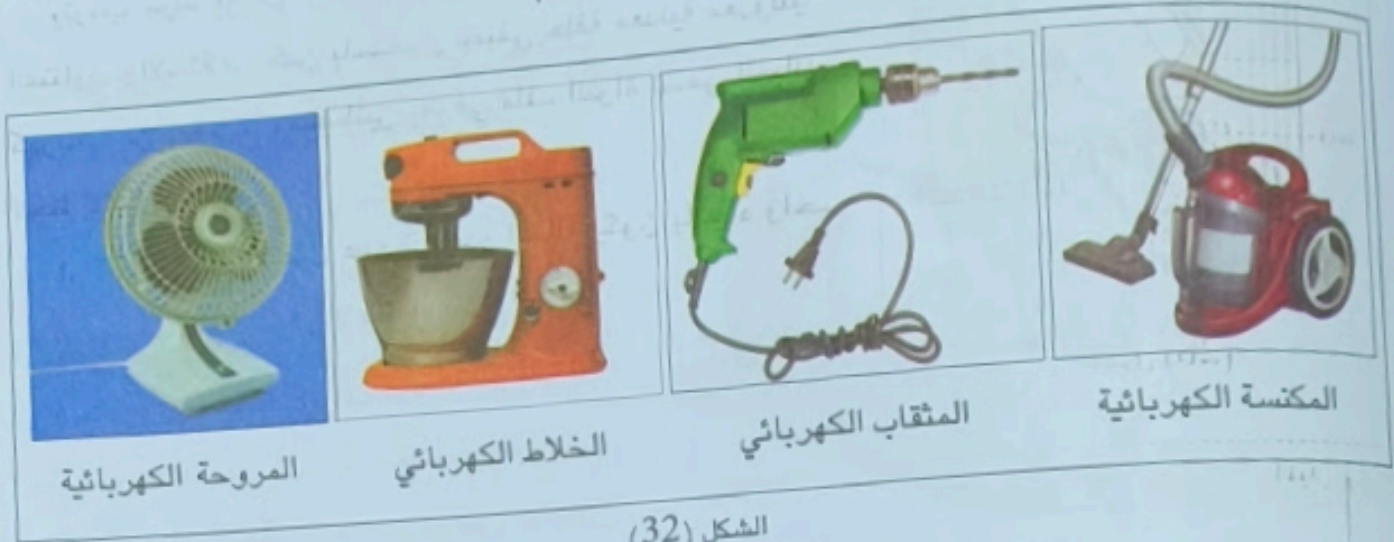


ويعتمد عمل المحرك الكهربائي على مبدأ القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك ينساب فيه تيار كهربائي مستمر موضوع في مجال مغناطيسي لاحظ الشكل (31).



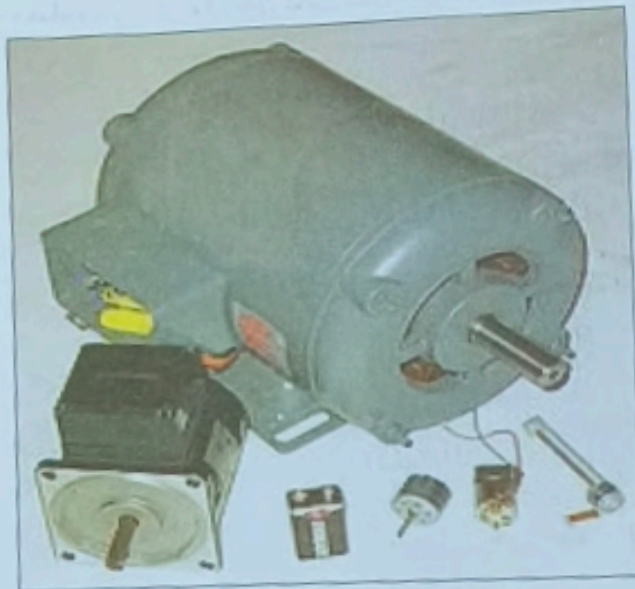
الشكل (31)

وتستعمل المحركات الكهربائية لتشغيل عدة أجهزة كهربائية مثل (المكنسة الكهربائية ، المثلث الكهربائي ، الخلاط الكهربائي ، المروحة الكهربائية وغيرها). لاحظ الشكل (32).



الشكل (32)

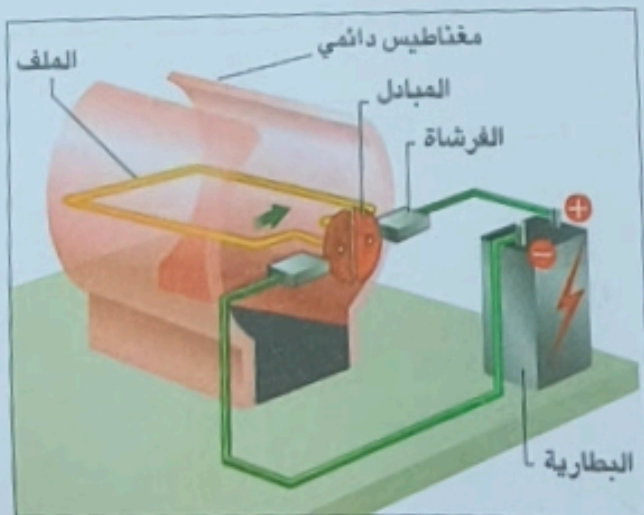
ويختلف حجم وسعة المحركات الكهربائية لاحظ الشكل (33). ففي الوقت الذي تحتاج فيه الخلاطات ومعظم ادوات المطبخ الاخرى لمحركات كهربائية صغيرة لانها تحتاج لقدرة بسيطة لاستعمالها، تتطلب القطارات استعمال محركات أضخم وأكثر تعقيداً.



الشكل (33)

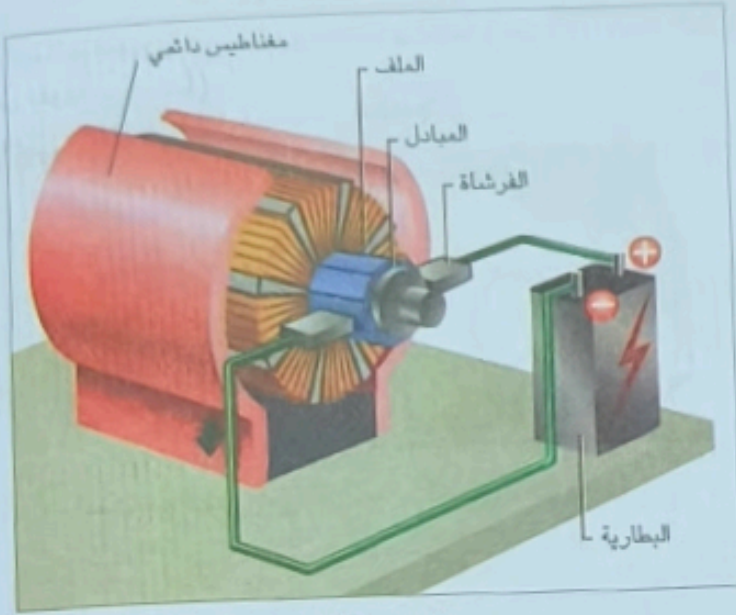
ويتكون المحرك الكهربائي الذي يعمل بالتيار المستمر من الاجزاء الآتية:

- نواة المحرك: عبارة عن ملف من سلك من النحاس معزول يحوي داخله على قطعة من الحديد المطاوع
- لاحظ الشكل (34).



الشكل (34)

- مغناطيس دائم قوي يوضع الملف بين قطبيه.
- المبادل: وهو عبارة عن نصف حلقة معدنية معزولين كهربائياً عن بعضها ويتصلان بطرفي سلك ملف النواة يدوران مع ملف النواة.
- فرشتان من الكربون تلامسان نصف المبادل متصلتان بقطبي مصدر للتيار الكهربائي المستمر.



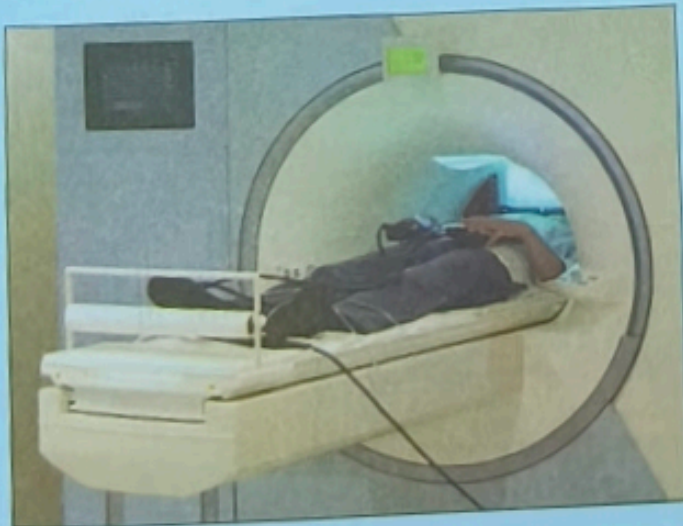
الشكل (35)

فعند اغلاق الدائرة الكهربائية ينساب تيار كهربائي مستمر من الدائرة الخارجية الى ملف النواة. ويمر في طرفي الملف باتجاهين متعاكسين، وبتأثير المجال المغناطيسي للتيار المار في ملف النواة والمجال الناشئ عن المغناطيس الدائم تتولد قوتان متعاكستان في الاتجاه ومتساويتان في المقدار على جانبي الملف تعملان على تدوير الملف حول محوره داخل مجال مغناطيسي ويستمر الملف بالدوران باتجاه واحد بسبب وجود المبادل.

لاحظ الشكل (35).

هل تعلم

من التطبيقات الحديثة للمجال المغناطيسي هو استعماله في بعض اجهزة التصوير الطبية بوساطة الرنين المغناطيسي MRI (Magnetic Resonance Imaging)



أسئلة الفصل السادس

س 1

إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (emf) تتولد من تغير:

a- المجال الكهربائي.

b- المجال المغناطيسي.

c- فرق الجهد الكهربائي.

d- القوة الميكانيكية.

2- يزداد مقدار التيار المحتث المتولد في دائرة ملف سلكي إذا:

a- تحرك المغناطيس ببطء داخل الملف.

b- تحرك المغناطيس بسرعة داخل الملف.

c- يكون المغناطيس ساكناً نسبة للملف.

d- سحب الملف ببطء بعيداً عن المغناطيس.

3- يمكن تحويل مولد للتيار المتناوب إلى مولد للتيار المستمر، وذلك برفع حلقتي الزلق منه، وربط

طرفي الملف بـ:

a- مبادل.

b- مصباح كهربائي.

c- سلك غليظ.

d- فولطمتر.

4- المولد الكهربائي يحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة:

a- كيميائية.

b- كهربائية.

c- مغناطيسية.

d- ضوئية.

5- يعمل المحرك الكهربائي على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة:

a- ميكانيكية.

b- كيميائية.

c- مغناطيسية.

d- ضوئية.

6- أي العوامل التالية لا تزيد قوة المغناطيس الكهربائي لملف:

a- إدخال ساق نحاس داخل جوف الملف.

b- إدخال ساق حديد داخل جوف الملف.

c- زيادة عدد لفات الملف لوحدة الطول.

d- زيادة مقدار التيار المنساب في الملف.

7- لف سلك موصل معزول حول مسمار من حديد مطاوع، وربط طرفي السلك ببطارية فولطيتها

مناسبة. أي من العبارات الآتية غير صحيحة لهذه الحالة:

a- مسمار من الحديد المطاوع يكون مغناطيساً كهربائياً.

b- أحد طرفي المسمار يصير قطباً شمالياً والآخر قطباً جنوبياً.

c- يولد المسمار مجالاً مغناطيسياً في المحيط حوله.

d- يزول المجال المغناطيسي للمسمار بعد فترة زمنية من إنقطاع التيار.

8- الشحنات الكهربائية المتحركة تولد:

a- مجال كهربائي فقط.

b- مجال مغناطيسي فقط.

c- مجال كهربائي ومجال مغناطيسي.

بمّ يتميز المغناطيس الكهربائي عن المغناطيس الدائم ؟

س2

في الشكل المجاور، تتحرك ساق مغناطيسية داخل جوف الملف:

س3

a- ما سبب إنسياب تيار كهربائي في جهاز الملي أميتر المربوط بين طرفي الملف

b- ما مصدر الطاقة الكهربائية المتولدة في الدائرة.



إرسم شكلاً توضح فيه خطوط القوة المغناطيسية لمجال مغناطيسي ناتج عن إنسياب تيار كهربائي مستمر في:

س4

1- سلك موصل مستقيم.

2- حلقة موصلة.

3- ملف سلكي محلزن الشكل.

س5	وضح (مع ذكر السبب) في أي من الحالتين الآتيتين يتأثر سلك موصل مستقيم ينساب فيه تيار كهربائي بقوة مغناطيسية عند وضعه داخل مجال مغناطيسي منتظم:
----	--

a- إذا كان طول السلك عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي.

b- إذا كان طول السلك موازياً لخطوط المجال المغناطيسي.

س6	يزداد المجال المغناطيسي لملف ينساب فيه تيار كهربائي مستمر عند وضع قطعة حديد في جوفه. علل ذلك؟
----	---

س7	ما المكونات الأساسية:
1- للمولد الكهربائي.	
2- للمحرك الكهربائي.	

س8	ما مبدأ عمل كل من :
a- المحرك الكهربائي.	
b- المولد الكهربائي.	

س9	ما الفرق بين مولد التيار المتناوب ومولد التيار المستمر من حيث:
a- الأجزاء التي يتألف منها.	
b- التيار الخارج من كل منها.	

الفصل

السابع

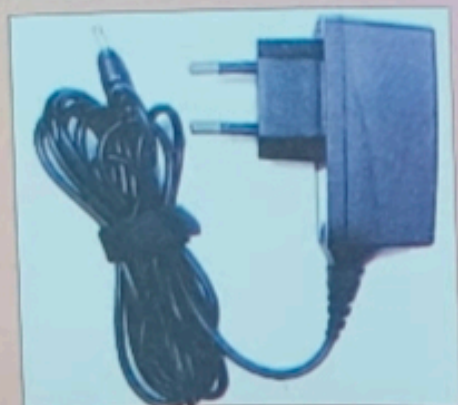
7



Electric Transformer

المحولة الكهربائية

مفردات الفصل



المقدمة

1-7 التيار المحتث

2-7 المحولة الكهربائية وأنواعها

3-7 خسائر القدرة في المحولة الكهربائية

الأهداف السلوكية

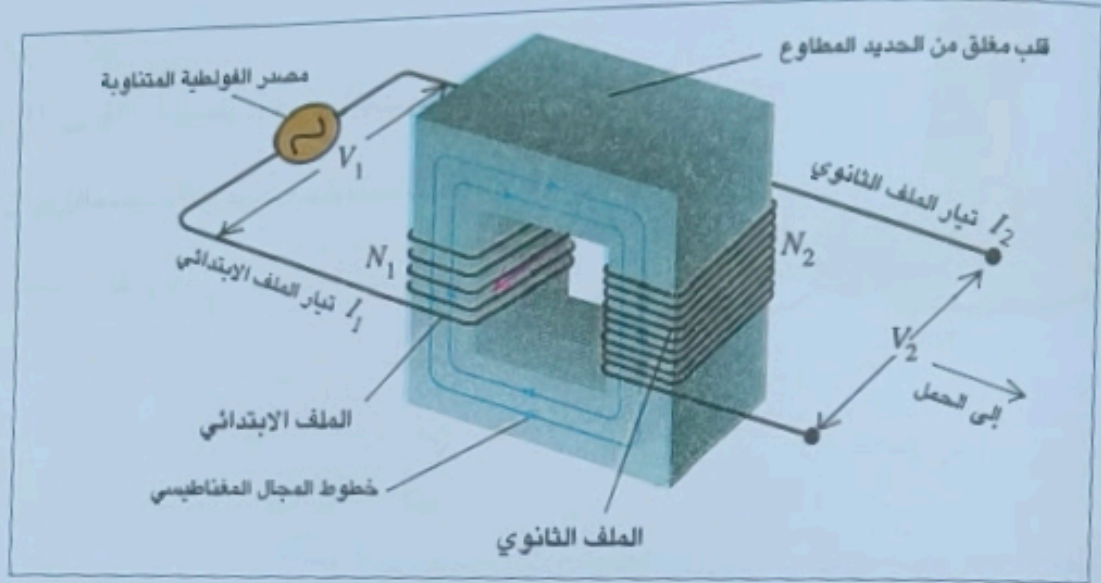
بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُعرف المحولة الكهربائية.
- يذكر أجزاء المحولة الكهربائية.
- يطبق قانون حفظ الطاقة على المحولة الكهربائية المثالية.
- يطبق قانون كفاءة المحولة في حل مسائل رياضية.
- يقارن بين المحولة الرافعة والمحولة الخافضة.
- يعدد خسائر القدرة في المحولة الكهربائية.

المصطلحات العلمية

Electrical Transformer	المحولة الكهربائية
Step-up Transformer	المحولة الرافعة
Step- down Transformer	المحولة الخافضة
Power stations	محطات القدرة
Load	حمل
Primary coil	الملف الابتدائي
Secondary coil	الملف الثانوي
High voltage	الفولطية العالية
Source of AC voltage	مصدر الفولطية المتناوبة
Soft iron core	قلب من الحديد المطاوع

تعد الطاقة الكهربائية من أكثر أنواع الطاقة شيوعاً واستثماراً في المنازل حيث تستعمل في الإضاءة والتدفئة وفي تشغيل جميع الأجهزة الكهربائية وكذلك في تشغيل الأجهزة الكهربائية في المستشفيات والمصانع. لقد درست في الفصل السادس كيفية توليد تيار محث في موصل، وكما علمت يتولد التيار المحث، من تغير خطوط المجال المغناطيسي خلال الموصل في وحدة الزمن، أو نتيجة حصول حركة نسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي الواشج للموصل مقترنة بحدوث تغير في الفيض المغناطيسي الواشج.



الشكل (1) مخطط للمحولة الكهربائية

يتطلب في بعض الأحيان تغير مقدار الفولطية المتناوبة، إما رفعها إلى مقدار أكبر أو خفضها إلى مقدار أصغر. ولتغيير مقدار الفولطية الخارجة من أي مصدر متناوب، تستعمل بعض المحولات الكهربائية الشكل (1) لرفع مقدار الفولطية كما في جهاز التلفاز. ويستعمل البعض الآخر لخفض مقدار الفولطية كما في أجهزة المذياع والمسجل وغيرها.

التيار المحث

1-7

توليد تيار محث في ملف

نشاط

أدوات النشاط:
ملف بشكل اسطوانة مجوفة (الملف عبارة عن سلك معزول ملفوف يحتوي عدة لفات)، ملف حلقي الشكل، مصباح كهربائي يعمل بفولطية مناسبة، مصدراً للفولطية المتناوبة، مفتاح، ساق من الحديد المطاوع طويل نسبياً.

خطوات العمل:

- نضع داخل الملف الأسطواناني ساق حديد مطاوع طويل نسبياً كما في الشكل (2).
- نربط مصدر الفولطية المتناوبة والمفتاح على التوالي بين طرفي الملف الأسطواناني (فتدعى هذه الدائرة بدائرة الملف الابتدائي).
- نربط المصباح الكهربائي بالملف الحلقي (فيدعى هذا الملف بالملف الثانوي).
- نغلق دائرة الملف الابتدائي (الملف الأسطواناني)، نلاحظ توهج المصباح المربوط مع الملف الثانوي.

نستنتج من هذا النشاط ما يأتي:

تولد تيار محث في الملف الثانوي نتيجة لتغير خطوط المجال المغناطيسي في وحدة الزمن المتولد في الملف الابتدائي والذي سببه انسياب التيار المتناوب فيه.

المحولة الكهربائية وأنواعها

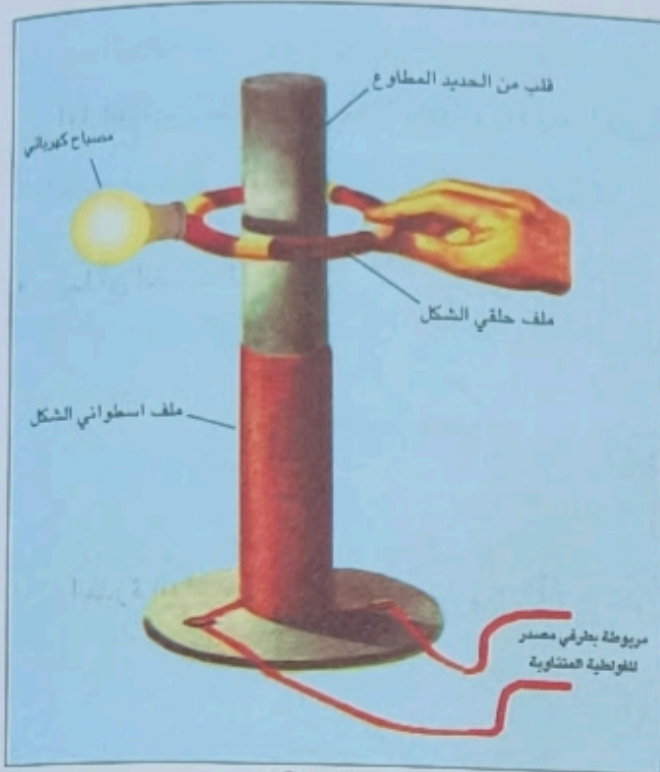
2-7

المحولة الكهربائية هي جهاز يعمل على رفع الفولطية المتناوبة أو خفضها (أي تعمل على تغير مقدار الفولطية المتناوبة إلى مقدار آخر)، فيقل التيار أو يزداد.

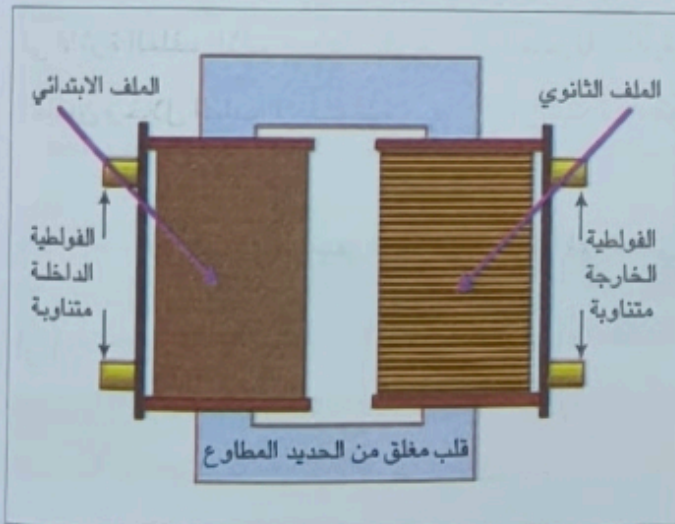
والمحولة الكهربائية تتألف من:

ملفين مصنوعين من أسلاك نحاسية معزولة ملفوفة حول قلب مغلق من الحديد المطاوع. لاحظ الشكل (3). فعند انسياب تيار متناوب في الملف الابتدائي للمحولة، يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً داخل القلب الحديد. فيشج هذا المجال الملف الثانوي كما يشج الملف الابتدائي.

لذا فإن المحولة الكهربائية تعد جهازاً من أجهزة التيار المتناوب فهي لا تعمل على التيار المستمر، وذلك لعدم تولد تيار محث في الملف الثانوي لعدم حدوث تغير في المجال المغناطيسي داخل القلب الحديد.



الشكل (2)



الشكل (3)

وان الملف المربوط مع مصدر الفولطية المتناوبة (الفولطية المجهزة للمحولة) والذي عدد لفاته (N_1) يدعى **بالملف الابتدائي**.
 اما الملف الذي يربط مع الحمل (الجهاز الذي يشتغل على المحولة) الذي عدد لفاته (N_2) يدعى **بالملف الثانوي**.

• بما أن القدرة الكهربائية (P) تساوي حاصل ضرب الفولطية (V) والتيار (I) وتقاس بـ (Watt). أي ان:

$$P = I \times V$$

القدرة الداخلة في الملف الابتدائي $(P_1) = \text{تيار الملف الابتدائي } (I_1) \times \text{فولطية الملف الابتدائي } (V_1)$.

$$P_1 = I_1 \times V_1$$

والقدرة الخارجة من الملف الثانوي $(P_2) = \text{تيار الملف الثانوي } (I_2) \times \text{فولطية الملف الثانوي } (V_2)$.

$$P_2 = I_2 \times V_2$$

وطبقاً لقانون حفظ الطاقة، نجد ان مقدار القدرة المجهزة لدائرة الملف الابتدائي يساوي مقدار القدرة الخارجة من الملف الثانوي (على فرض ان المحولة مثالية) وهذا يعني إهمال الضياع الحاصل في الطاقة خلال اسلاكها وبين القلب الحديد للمحولة أثناء إشتغالها. فيمكن عندئذ تطبيق المعادلة التالية:

القدرة المجهزة لدائرة الملف الابتدائي = القدرة الخارجة من دائرة الملف الثانوي

$$P_1 = P_2$$

تكون:

$$I_1 \times V_1 = I_2 \times V_2$$

جميع المحولات يحصل فيها ضياع قدرة في اثناء عملها فتكون القدرة الخارجة اقل من القدرة الداخلة. ويمكن حساب كفاءة المحولة العملية من العلاقة الآتية:

$$\text{كفاءة المحولة } (\eta) = \frac{\text{القدرة الخارجة من ملفها الثانوي } (P_2)}{\text{القدرة الداخلة في ملفها الابتدائي } (P_1)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

وتكون:

$$\frac{\text{عدد لفات ملفها الثانوي } (N_2)}{\text{عدد لفات ملفها الابتدائي } (N_1)} = \frac{\text{الفولطية الخارجة من الملف الثانوي } (V_2)}{\text{الفولطية الداخلة في الملف الابتدائي } (V_1)}$$

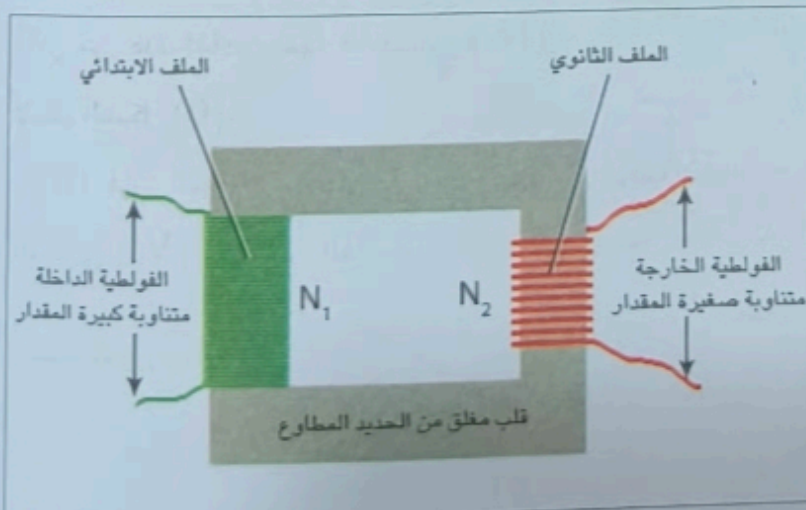
$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

* تدعى النسبة $\frac{N_2}{N_1}$: بنسبة التحويل في المحولة، أو نسبة عدد اللفات.

من الجدير بالذكر: عند نقل الطاقة الكهربائية الى مسافات بعيدة خلال اسلاك توصيل طويلة، فإنها تنقل بفولطية عالية وتيار واطئ وذلك لتقليل الخسارة التي تحصل بسبب المقاومة الكبيرة لهذه الأسلاك.

المحولات الكهربائية تكون بنوعين:

النوع الأول: محولة خافضة Step-down Transformer



الشكل (4)

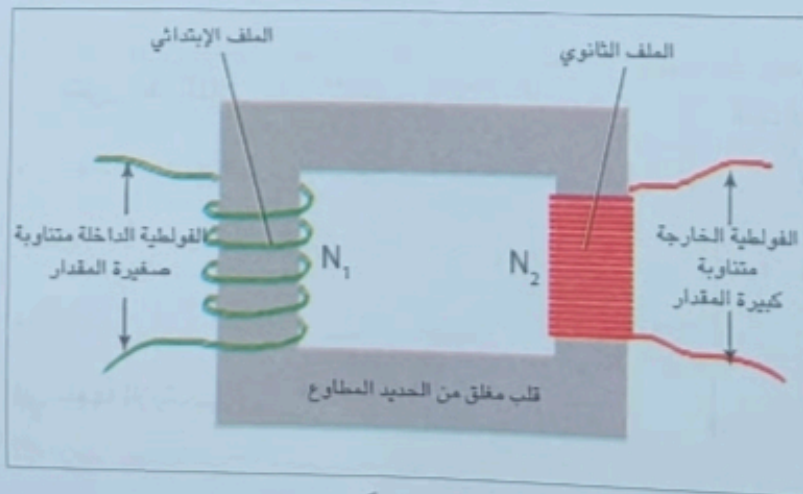
يكون عدد لفات ملفها الثانوي (N_2) أقل من عدد لفات ملفها الابتدائي (N_1) لاحظ الشكل (4) لذا فإن الفولطية الخارجة من ملفها الثانوي (V_2) أقل من الفولطية الداخلة في ملفها الابتدائي (V_1).

هناك استعمالات عدة لهذا النوع من المحولات اذ ان معظم المحولات الكهربائية المستعملة في الفولطية الداخلة إلى المنازل من هذا النوع وكذلك المحولة المستعملة في مناطق استلام القدرة المجهزة الى المدن لاحظ الشكل (5-a) والمحولة المستعملة في جهاز اللحام الكهربائي لاحظ الشكل (5-b) والمحولة المستعملة في شاحنة الموبايل لاحظ الشكل (5-c).



الشكل (5)

النوع الثاني: محولة رافعة Step-up Transformer

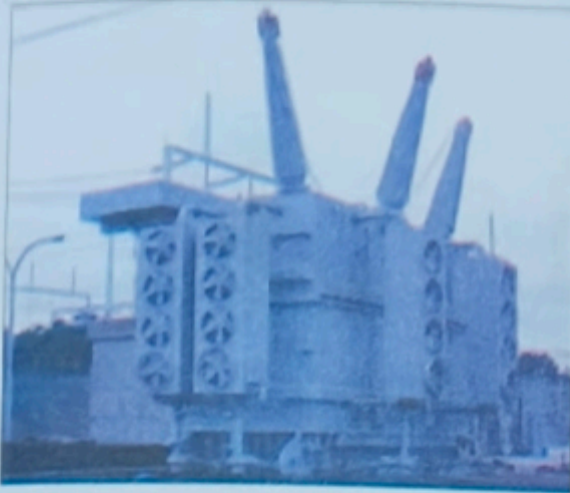


الشكل (6)

يكون عدد لفات ملفها الثانوي (N_2) أكبر من عدد لفات ملفها الابتدائي (N_1). لاحظ الشكل (6).

لذا فإن الفولطية الخارجة من ملفها الثانوي (V_2) أكبر من الفولطية الداخلة في ملفها الابتدائي (V_1).

مثل المحولة المستعملة في جهاز التلفاز لتجهيز الفولطية العالية للقاذف الإلكتروني للشاشة لاحظ الشكل (7) (a) او المحولات المستعملة في محطات توليد الطاقة الكهربائية عند إرسالها الى المدن لاحظ الشكل (7-b).



(b) محولة رافعة في محطات تجهيز الطاقة الكهربائية الى المدن.



(a) محولة رافعة تستعمل في بعض الاجهزة الكهربائية

الشكل (7)

والعلاقة التالية تربط بين عدد اللفات والفولطية :

$$\frac{\text{عدد لفات ملفها الثانوي } (N_2)}{\text{عدد لفات ملفها الابتدائي } (N_1)} = \frac{\text{الفولطية الخارجة من الملف الثانوي } (V_2)}{\text{الفولطية الداخلة في الملف الابتدائي } (V_1)}$$

أي ان:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

وعلى فرض اهمال خسائر القدرة في المحولة الكهربائية، عندئذ تدعى المحولة مثالية والقدرة الخارجة من المحولة تساوي القدرة الداخلة اليها اي ان:

$$P_2 = P_1$$

$$I_2 V_2 = I_1 V_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

وهذا يعني ان المحولة الكهربائية الرافعة للفولطية تكون خافضة للتيار في الوقت نفسه، فالفولطية تتناسب عكسياً مع التيار.

توجد علاقة بين عدد اللفات والتيار في **المحولة الكهربائية المثالية**.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

- إذا كانت نسبة التحويل في المحولة $\frac{N_2}{N_1}$ أكبر من الواحد، فالمحولة تكون رافعة للفولطية وبذلك تصير:

$$[I_1 \text{ أصغر من } I_2] \text{ و } (V_1) \text{ أكبر من } (V_2)$$

- وإذا كانت نسبة التحويل في المحولة $\frac{N_2}{N_1}$ أصغر من الواحد، فالمحولة تكون خافضة للفولطية وبذلك تصير:

$$[I_1 \text{ أكبر من } I_2] \text{ و } (V_1) \text{ أصغر من } (V_2)$$

نذكر

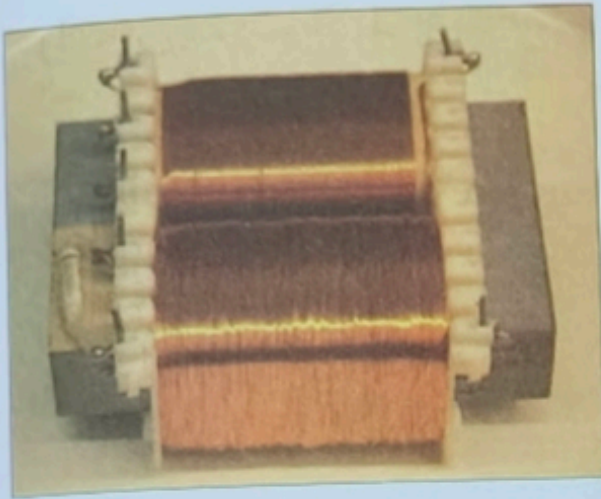
ان المحولة الرافعة للفولطية (Step-up Transformer) تكون خافضة للتيار في الوقت نفسه.
وبالعكس فالمحولة الخافضة للفولطية (Step-down Transformer) تكون رافعة للتيار في الوقت نفسه.

ومن أنواع هذه الخسائر:

1- خسارة ناتجة عن مقاومة أسلاك الملفين:

وتظهر بشكل طاقة حرارية في أسلاك الملفين الابتدائي والثانوي في أثناء إشتغال المحولة وهي ناتجة عن المقاومة الأومية لأسلاك الملفين.

* لتقليل هذه الخسارة تصنع أسلاك الملفين من مادة ذات مقاومة صغيرة المقدار (من النحاس) لاحظ الشكل (8).

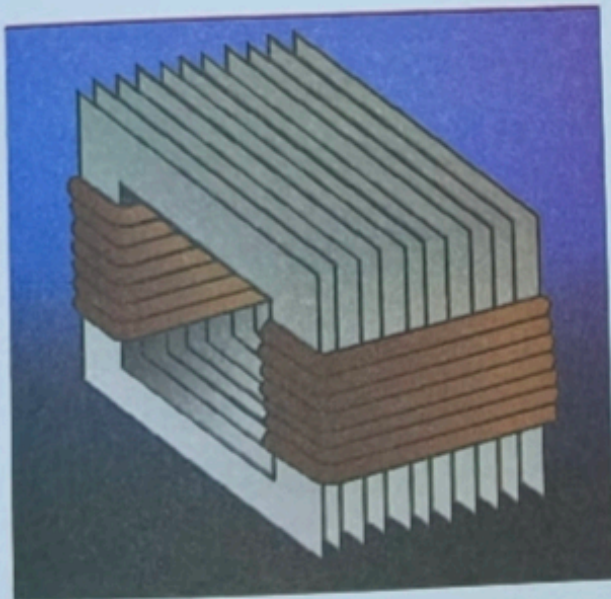


الشكل (8)

2- خسارة التيارات الدوامية:

وتظهر بشكل طاقة حرارية في القلب الحديد للمحولة أثناء إشتغالها، بسبب التغير الحاصل في خطوط المجال المغناطيسي خلال قلب الحديد، والذي يولد تيارات محتثة داخل القلب الحديد تسمى بالتيارات الدوامية.

* لتقليل هذه الخسارة يصنع قلب المحولة بشكل صفائح من الحديد المطاوع رقيقة ومعزولة بعضها عن بعض كهربائياً ومكبوسة كبسا شديداً ومستواها مواز للمجال المغناطيسي. لاحظ الشكل (9).



الشكل (9) ترتيب صفائح الحديد المعزولة عن بعضها في قلب المحولة

مثال (1)

محولة كهربائية ربط ملفها الابتدائي مع مصدر لل فولطية المتناوبة (240V) والجهاز الكهربائي (الحمل) المربوط مع ملفها الثانوي يشتغل على فولطية متناوبة (12V) وكان عدد لفات ملفها الابتدائي (500 turn).

(1) ما نوع هذه المحولة ؟ (2) احسب عدد لفات ملفها الثانوي.

الحل :

1- المحولة خافضة. لأن فولطية ملفها الثانوي ($V_2 = 12V$) أصغر من فولطية ملفها الابتدائي ($V_1 = 240V$).

2- $V_1 = 240V$, $N_1 = 500 \text{ turn}$

$V_2 = 12V$, $N_2 = ?$

نطبق العلاقة الآتية:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

فتكون:

$$\frac{12V}{240V} = \frac{N_2}{500 \text{ turn}}$$

$N_2 = 25 \text{ turn}$ عدد لفات ملفها الثانوي

مثال (2)

إذا كانت القدرة الداخلة في الملف الابتدائي لمحولة كهربائية (220W) وخسائر القدرة فيها (11W)

جد كفاءة المحولة ؟

خسائر القدرة في المحولة = القدرة الداخلة - القدرة الخارجة

الحل :

$$P_{lost} = P_1 - P_2$$

$$11 = 220 - P_2$$

$$P_2 = 209 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

$$= \frac{209W}{220W} \times 100\%$$

$$\eta = 95\% \text{ كفاءة المحولة}$$

أُسئلة الفصل السابع

إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

س1

1- التيار المتناوب المنساب في الملف الثانوي لمحولة كهربائية هو تيار محتث يتولد بوساطة:

a- مجال كهربائي متغير.

b- مجال مغناطيسي متغير خلال قلب الحديد.

c- قلب حديد للمحولة.

d- حركة الملف.

2- النسبة بين فولطية الملف الثانوي وفولطية الملف الابتدائي في المحولة الكهربائية لا يعتمد على:

a- نسبة عدد اللفات في الملفين.

b- مقاومة اسلاك الملفين

c- الفولطية الخارجة من الملف الابتدائي .

d- الفولطية الخارجة من الملف الثانوي .

3- اذا كان عدد لفات الملف الابتدائي لمحولة مثالية (800 turn) وللثانوي (200 turn) وكان

التيار المنساب في الملف الثانوي (40A) فأن التيار المنساب في الملف الابتدائي :

10A -a

80 A -b

160A -c

8000A -d

4- محولة كهربائية عدد لفات ملفها الثانوي (300 turn) وعدد لفات ملفها الابتدائي (6000 turn).

فاذا كانت الفولطية المتناوبة المطبقة على ملفها الابتدائي (240V) فأن الفولطية الخارجة من ملفها

الثانوي تكون:

12V -a

24V -b

4800V -c

80V -d

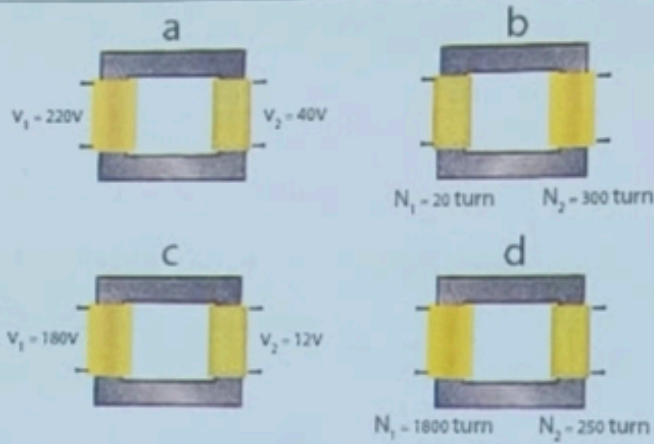
5- محولة مثالية (خسائرها مهملة)، عدد لفات ملفها الابتدائي (600turn)، وعدد لفات ملفها الثانوي (1800turn) وكانت القدرة المتناوبة الداخلة في ملفها الابتدائي (720W) بفولطية (240V) فإن تيار ملفها الثانوي يساوي:

1A -a

3A -b

0.1A -c

0.3A -d



6- الشكل التالي يبين أربع أنواع من المحولات الكهربائية، وطبقاً للمعلومات المعطاة في أسفل كل شكل، بين أي منها تكون محولة رافعة؟

بماذا تختلف المحولة الرافعة عن المحولة الخافضة؟

س2

ماهو اساس عمل المحولة الكهربائية؟

س3

وضح كيف تعمل المحولة الكهربائية على تغير مقدار الفولطية؟

س4

في أي المجالات تستعمل المحولة الكهربائية؟

س5

1- الرافعة 2- الخافضة

وضح الفائدة الاقتصادية من نقل القدرة الكهربائية الى مسافات بعيدة بفولطية عالية وتيار واطىء؟

س6

لماذا تحتاج المحولة الكهربائية لإشتغالها الى تيار متناوب؟

س7

هل تعمل المحولة الكهربائية لو وضعت بطارية بين طرفي ملفها الابتدائي وضح ذلك؟

س8

س9	لتجهيز القدرة الكهربائية من محطة توليدها الى مصنع كبير يبعد عنها ببعد معين .ما نوع المحولة الكهربائية المستعملة:
1-	في بداية خطوط نقل القدرة عند محطة الارسال.
2-	في نهاية خطوط نقل القدرة قبل دخولها المصنع.

المسائل

س1	محولة (كفاءتها 100%) ونسبة التحويل فيها $(\frac{1}{2})$ تعمل على فولطية متناوبة (220V) والتيار المناسب في ملفها الثانوي (1.1A) أحسب:
1-	فولطية الملف الثانوي.
2-	تيار الملف الابتدائي.
س2	محولة كهربائية كفاءتها (80%) والقدرة الخارجة منها (4.8 kW)، ما مقدار القدرة الداخلة في المحولة؟
ج:	6kW
س3	محولة كهربائية كفاءتها (95%)، إذا كانت القدرة الداخلة فيها (9.5 kW). ما مقدار القدرة الخارجة منها ؟
ج:	9.025kW
س4	مصباح كهربائي مكتوب عليه فولطية (6V) وقدرة (12W). ربط هذا المصباح مع الملف الثانوي لمحولة كهربائية ، وربط ملفها الابتدائي مع مصدر للفولطية المتناوبة (240V) وكان عدد لفات ملفها الابتدائي (8000turn). فتوهج المصباح توهجا اعتيادياً. (أعتبر المحولة مثالية) أحسب:
1-	عدد لفات ملفها الثانوي
2-	التيار المناسب في المصباح.
3-	التيار المناسب في الملف الابتدائي.
ج:	1- 200 turn 2- 2A 3- 0.05 A



الفصل

الثامن

8

تكنولوجيا مصادر الطاقة Energy Sources technology

مفردات الفصل

1-8 الطاقة في حياتنا

2-8 المصادر الحالية للطاقة

1-2-8 مصادر الطاقة الاحفورية

2-2-8 مصادر الطاقة المائية

3-2-8 مصادر الطاقة النووية

3-8 المصادر البديلة للطاقة (مصادر الطاقة المتجددة)

1-3-8 تكنولوجيا الطاقة الشمسية

- استثمار الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء

- التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية

2-3-8 تكنولوجيا طاقة الرياح (أو الطاقة الهوائية)

3-3-8 تكنولوجيا طاقة الوقود الحيوي

4-3-8 تكنولوجيا طاقة المد والجزر



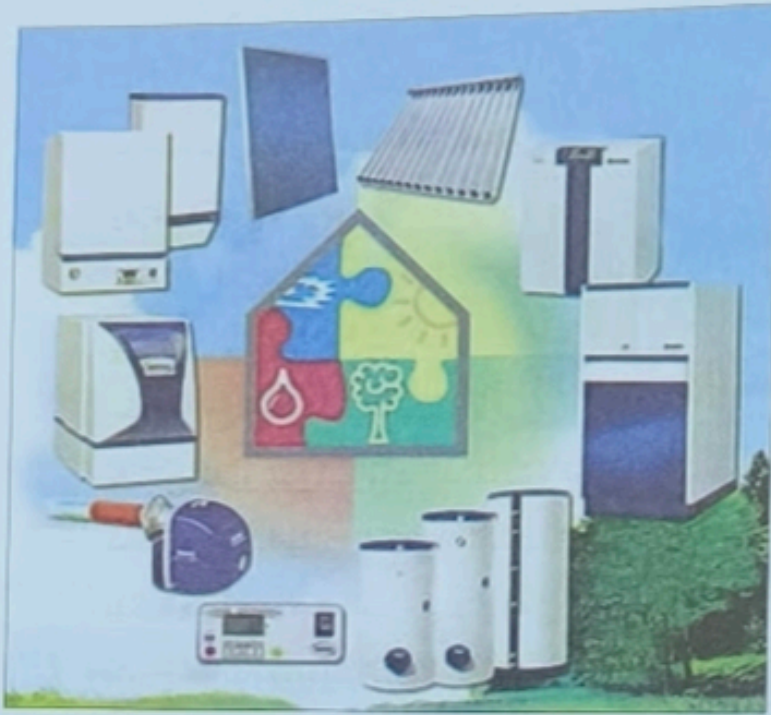
بعد دراسة هذا الفصل ينبغي ان يكون الطالب قادراً ان:

- يوضح مدى اهمية الطاقة في حياتنا.
- يعرف مفهوم الطاقة.
- يحدد انواع الطاقات التي يستثمرها الانسان.
- يعدد انواع الطاقات غير المتجددة.
- يعدد انواع الطاقات المتجددة.
- يوضح الفرق بين الطاقات المتجددة وغير المتجددة.
- يحدد فوائد تطبيقات الطاقات المتجددة.
- يذكر اهمية استعمال انواع مختلفة من الطاقة المتجددة.
- يشرح فوائد تطبيقات الطاقة الشمسية.
- يذكر فوائد الخلايا الشمسية وتطبيقاتها.

المصطلحات العلمية

Energy	الطاقة
Hydropower energy sources	المصادر المائية للطاقة
Nuclear energy sources	مصادر الطاقة النووية
Non-Renewable energy sources	مصادر الطاقة غير المتجددة
Renewable energy sources	مصادر الطاقة المتجددة
Solar cell	الخلية الشمسية
Wind energy	طاقة الرياح
Biofuel energy	طاقة الوقود الحيوي
Tidal energy	طاقة المد والجزر

الطاقة في حياتنا



الشكل (1) أجهزة مختلفة مستهلكة للطاقة تستعمل في حياتنا اليومية

الطاقة هي إحدى المقومات الرئيسية للمجتمعات المتحضرة ونحتاج إليها في تسيير حياتنا اليومية حيث تستعمل الطاقة في تشغيل كثير من المصانع وفي تحريك وسائل النقل المختلفة وفي تشغيل الأدوات المنزلية وغير ذلك من الأغراض.

وكما هو معروف أن هناك صور متعددة للطاقة لاحظ الشكل (2) كالضوء والحرارة والصوت والطاقة الميكانيكية التي تحرك الآلات والطاقة الكيميائية المخزونة في أواسر الذرات والجزيئات والطاقة النووية والتي يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية.



الشكل (2) أنواع الطاقات

وقد تعرفنا في فصول سابقة انه يمكن تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى وان الطاقة هي **المقدرة على انجاز شغل**. ونستعمل وحدات متعددة لقياس مقدار الطاقة وحسب نوع الطاقة المستعملة واهم وحدات الطاقة هي: **الجول (Joule)**

المصادر الحالية للطاقة

2-8

لم يدخر الانسان جهداً منذ فجر التاريخ في استثمار كافة مصادر الطاقة المحيطة به والتي تزوده بالجزء الاساس والاكبر من احتياجاته من الطاقة مثل الحصول على الطاقة من مساقط المياه أو من حركة الرياح وكذلك استثمار الطاقة الشمسية، وحتى الان ومايزال بعض الناس يستعملون اخشاب الاشجار في تلبية جزء من متطلباتهم من الطاقة.

ويمكن تقسيم مصادر الطاقة الحالية في العالم إلى ثلاثة اقسام رئيسية وهي:

1- المصادر الاحفورية.

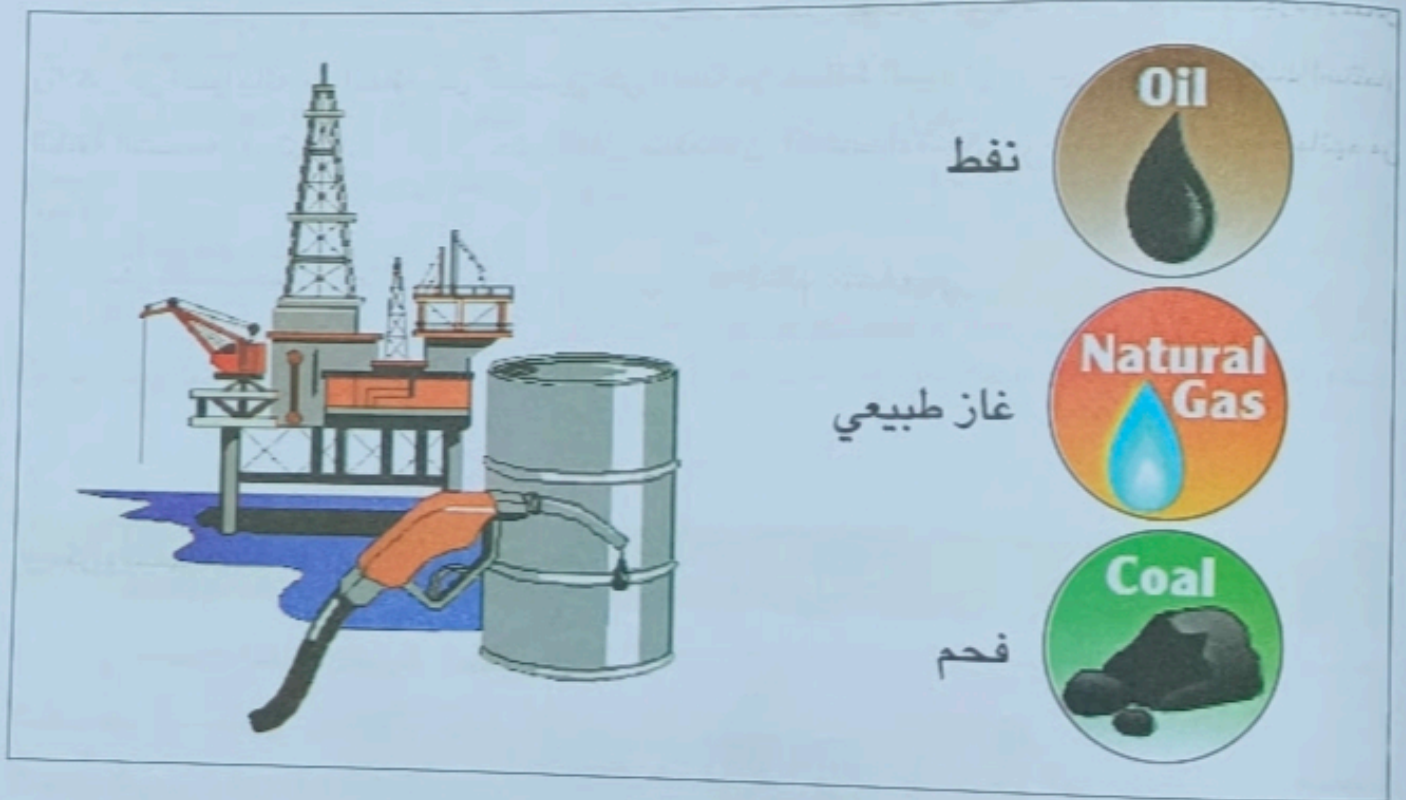
2- مصادر الطاقة المائية.

3- مصادر الطاقة النووية.

ويمكن وصفها حسب المخطط الاتي:



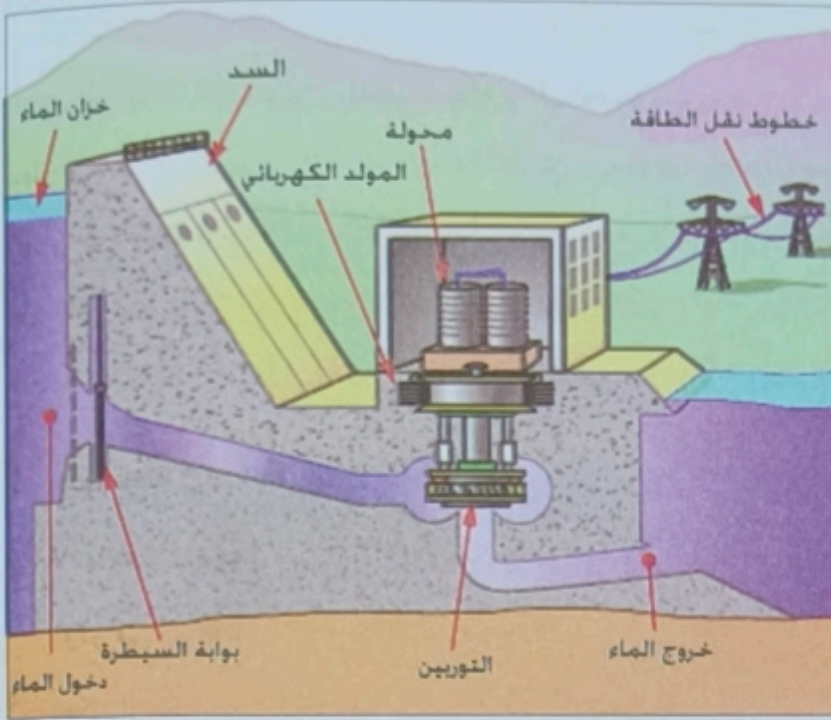
ان مصادر الطاقة الاحفورية تشترك في انها تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين، أي المواد الهيدروكربونية اضافة إلى نسب مختلفة من الماء والكبريت والأوكسجين والنيتروجين واكاسيد الكربون. وتُعد مصادر الطاقة الاحفورية من مصادر الطاقة غير المتجددة بمعنى اخر ان احتياطي العالم منها يتناقص بشكل مستمر لان معدل تكونها اقل بكثير من معدل استهلاكها. ومصادر هذه الطاقة هي النفط والفحم والغاز الطبيعي، لاحظ الشكل (3).



الشكل (3)

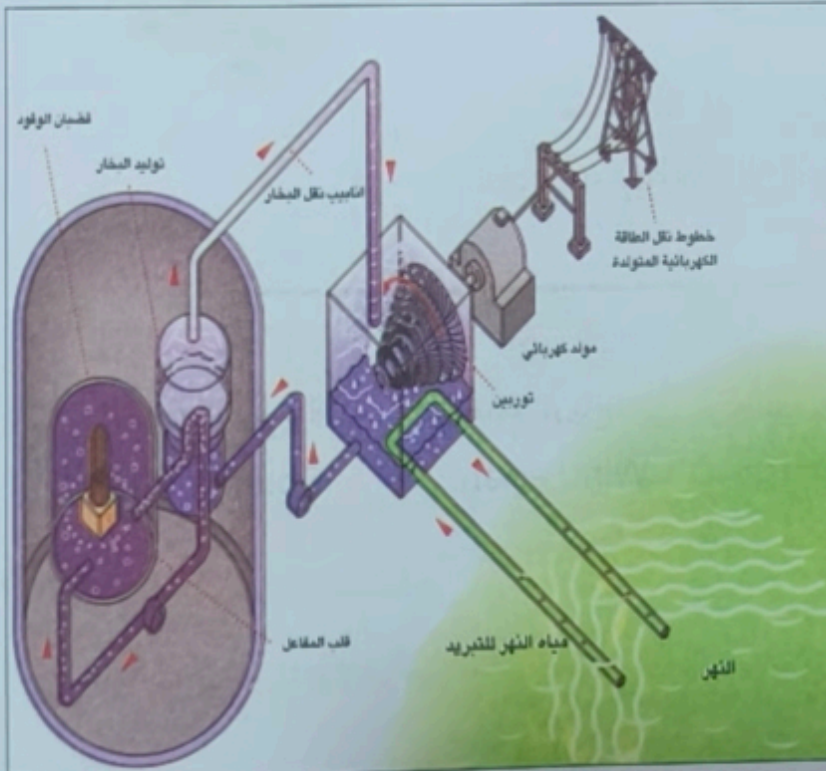
ومن أهم استعمالات الوقود الاحفوري هي:

- توليد الكهرباء حيث تستعمل الحرارة الناتجة من حرق الوقود في تسخين الماء لانتاج البخار الذي يستعمل في إدارة التوربينات الموصلة بمولدات الكهرباء.
- تشغيل وسائل النقل المختلفة.
- يستعمل كوقود مباشر لاغراض الطهي والتسخين.



ان مفهوم مصادر الطاقة المائية يعتمد بالاساس على مبدأ تحويل طاقة الوضع (Potential energy) المختزنة (الكامنة) في المياه المحفوظة خلف السدود أو في أماكن مرتفعة وتحولها إلى طاقة ميكانيكية (حركية) في أثناء سقوط الماء اذ يتدفق الماء خلال مجرى أو أنبوب إلى توربينات، لاحظ الشكل (4) وعندما يندفع الماء خلال التوربين يدور محور التوربين الذي بدوره يقوم بتدوير المولدات الكهربائية الكبيرة المرتبطة به فتنتج الطاقة الكهربائية.

شكل (4) يوضح مكونات إحدى المحطات الكهرومائية لتوليد الطاقة الكهربائية (الشكل للاطلاع فقط)



تنتج محطات الطاقة النووية الطاقة الكهربائية باستعمال منظومة تسمى المفاعل النووي (nuclear reactor). اذ ينتج المفاعل النووي طاقة حرارية هائلة جداً عن طريق انشطار (fission) نوى ذرات عنصر ثقيل مثل عنصر اليورانيوم (235) والذي يستعمل كوقود نووي للمفاعل ويستفاد من الحرارة الناجمة عن الانشطار النووي لتحويل الماء إلى بخار ويؤثر البخار التوربين البخاري لاحظ الشكل (5) الذي بدوره يقوم بتدوير المولد الكهربائي الذي يولد الكهرباء.

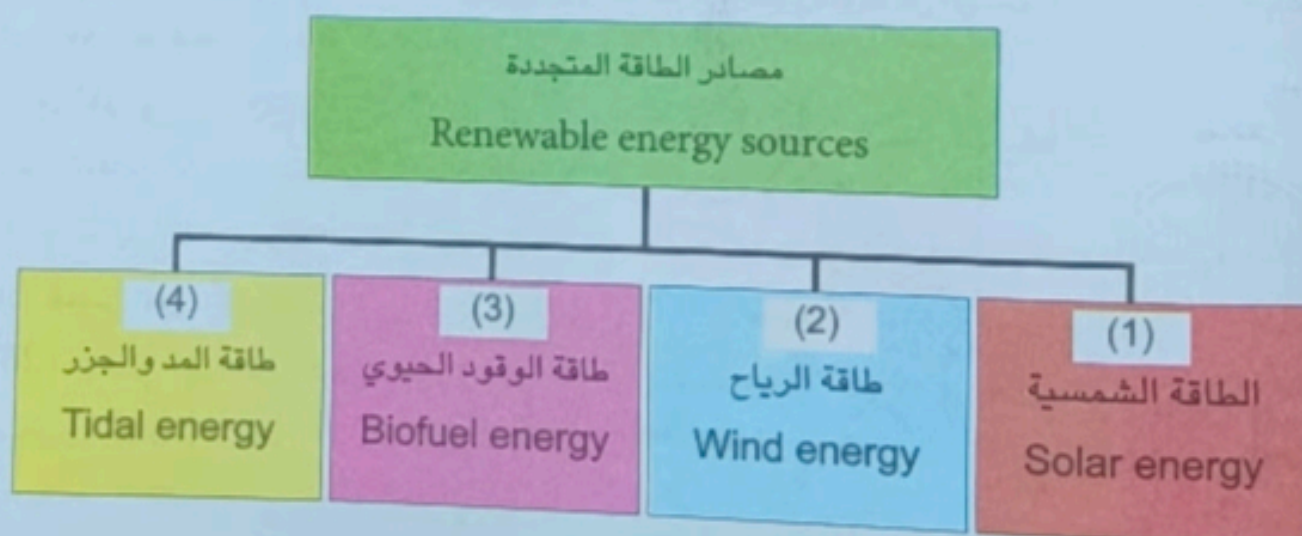
شكل (5) يوضح توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة النووية (الشكل للاطلاع فقط)

المصادر البديلة للطاقة (مصادر الطاقة المتجددة) Renewable energy sources

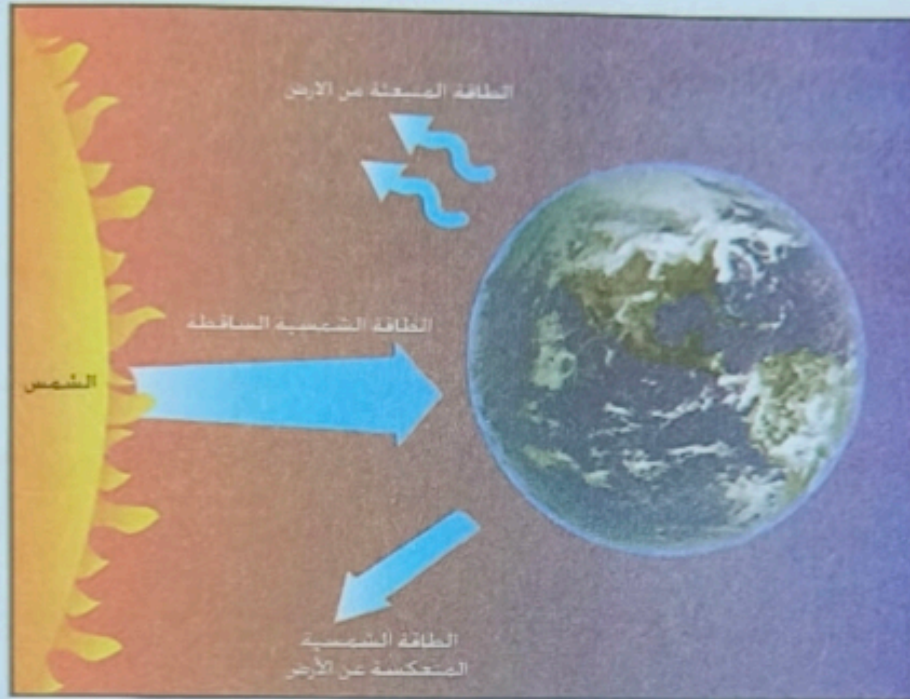
نعيش الآن مرحلة العد التنازلي لمصادر الطاقة الأحفورية من فحم وغاز ونفط وهذه المصادر التي أسهمت بشكل فعال في تشكيل نمط حياتنا الحالية فضلاً عن محدودية هذه المصادر فإن مشكلات التلوث المرافقة لاستعمالها تتزايد يوماً بعد يوم، وقد بذلت وما زالت تبذل محاولات كثيرة للبحث عن مصادر بديلة للطاقة تكون أكثر ديمومة من مصادر الطاقة الأحفورية القابلة للنفاذ، والأسباب الآتية جعلت استعمال الطاقة المتجددة تُفضل على أنواع من الطاقة غير المتجددة:

- 1- لأنها طاقة لا تستنفذ.
- 2- لأنها طاقة نظيفة (غير ملوثة) على عكس أنواع الوقود الأحفوري الذي ينبعث منه عند احتراقه مواد هيدروكربونية تؤثر في البيئة.
- 3- يمكن أن تكون متاحة محلياً خلافاً للوقود الأحفوري.
- 4- قلة تكاليف إنتاج الطاقة منها.

أن أهم مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة البديلة) موضحة في المخطط الآتي:



الطاقة الشمسية التي تستقبلها الأرض هي مصدر الحياة على سطحها والمصدر المباشر وغير المباشر لمختلف أنواع الطاقات المتوافرة عليها، لاحظ الشكل (6).



الشكل (6)

وتُعد تكنولوجيا الطاقة الشمسية أحد أهم الأساليب المتبعة علمياً لتوفير بعض الطلب العالمي على مضائق الطاقة التي يحتاجها الإنسان في حياته اليومية. تتميز الطاقة الشمسية بسهولة توفرها في الكثير من بقاع العالم وخلوها من أي تأثيرات سلبية على البيئة حيث لا تتسبب في انبعاث غازات أو مواد كيميائية ضارة بالبيئة أو الإنسان. ويمكن توضيح مجالات استثمار الطاقة الشمسية في حياتنا اليومية من خلال المخطط الآتي:

alaahamed87



استثمارات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء

Solar cell الخلية الشمسية

مبدأ عمل الخلية الشمسية يقوم على تحويل طاقة ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية لاحظ الشكل (7).



الشكل (7)

وتغطي الخلية الشمسية بلوح زجاجي لحمايتها من التأثيرات الجوية.

التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية

تشكل الطاقة الحرارية جزءاً كبيراً من استثمارات الإنسان للطاقة لذلك شاعت التطبيقات الحرارية المبنية على مبدأ استثمار الطاقة الشمسية ومن هذه التطبيقات:

تكنولوجيا تسخين الماء والتدفئة (السخان الشمسي)



إن السخان الشمسي عبارة عن منظومة متكاملة تتكون من أجزاء عدة تستعمل في تجميع الأشعة الشمسية الساقطة واستثمار طاقتها الحرارية حيث يستفاد منها في تسخين المياه خلال فترة سطوع الشمس لاحظ الشكل (8) وكذلك في تدفئة المنازل والبيوت.

وتستعمل معادن معينة في هذه المنظومات وهي عبارة عن معادن غير قابلة للصدأ مطلية باللون الأسود لغرض امتصاص أكبر كمية ممكنة من الأشعة الشمسية مثل أكاسيد الكروم والكوبلت.

شكل (8) السخان الشمسي



الشكل (9)

وهناك انواع اخرى تستعمل فيها المرايا بشكل قطع مكافئ للحصول على حرارة التسخين. لاحظ الشكل (9).

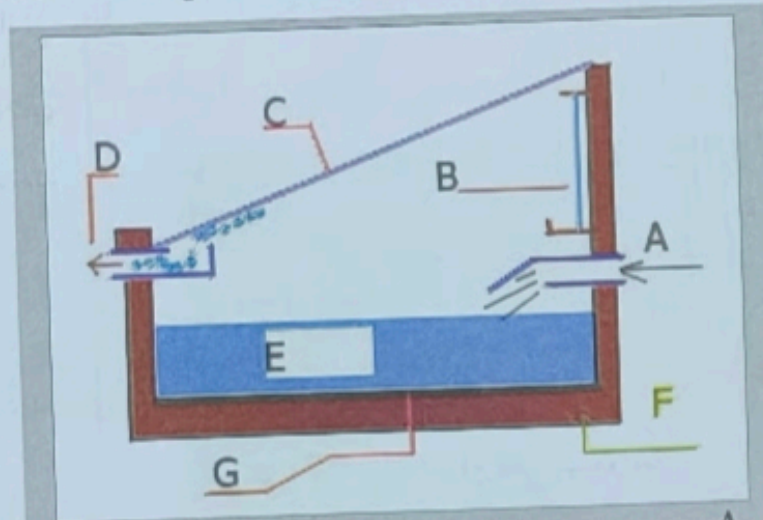
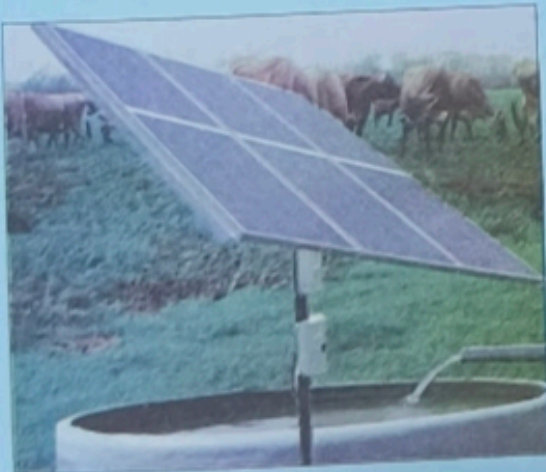
تكنولوجيا تحلية المياه المالحة باستعمال الطاقة الشمسية

Water Purification by Solar Technology

وفي هذه الطريقة تستعمل اشعة الشمس كمصدر حراري لرفع درجة حرارة الماء غير النقي ومن ثم تبخيره وتحويله إلى ماء نقي باستعمال المقطر الشمسي. لاحظ الشكل (10)

هل تعلم

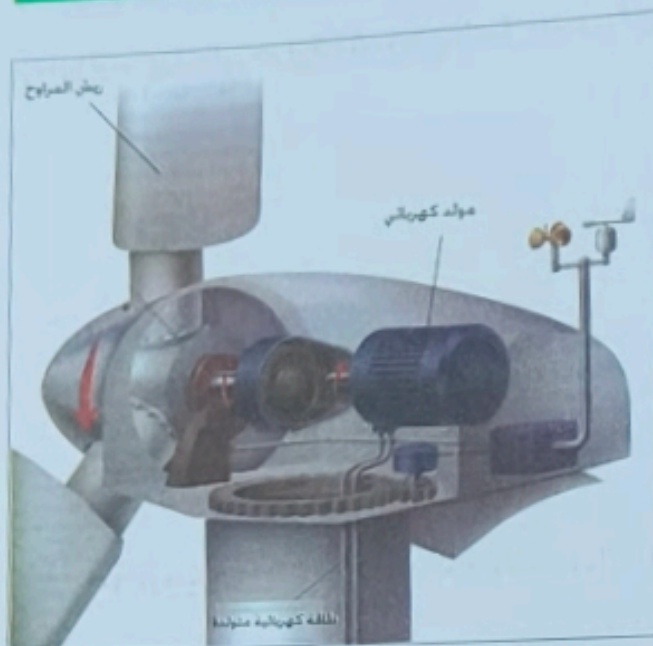
تستعمل الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية وتستثمر الطاقة المتولدة لرفع مياه الابار لاحظ الشكل الآتي.



- A: دخول الماء المالح
- B: المرآة
- C: غطاء زجاجي
- D: خروج الماء المقطر
- E: ماء مالح
- F: طبقة خاصة
- G: صفيحة سوداء

الشكل (10) للاطلاع

8-3-2 تكنولوجيا طاقة الرياح (أو الطاقة الهوائية) Wind Energy Technology



الشكل (11) مبدأ عمل تكنولوجيا طاقة الرياح

أن مبدأ عمل تقنية الرياح يعتمد على استثمار قوة الرياح في تدوير المروحة الهوائية اذ تؤثر الرياح بقوة وتحرك ريش المراوح وتجعلها تدور، وتتصل المروحة مع مولد كهربائي فتدور نواة المولد وتنتج نتيجة لذلك الطاقة الكهربائية لاحظ الشكل (11) علما ان حركة الهواء متغيرة حسب المواقع فتكون سريعة في المناطق الساحلية والمناطق الصحراوية.



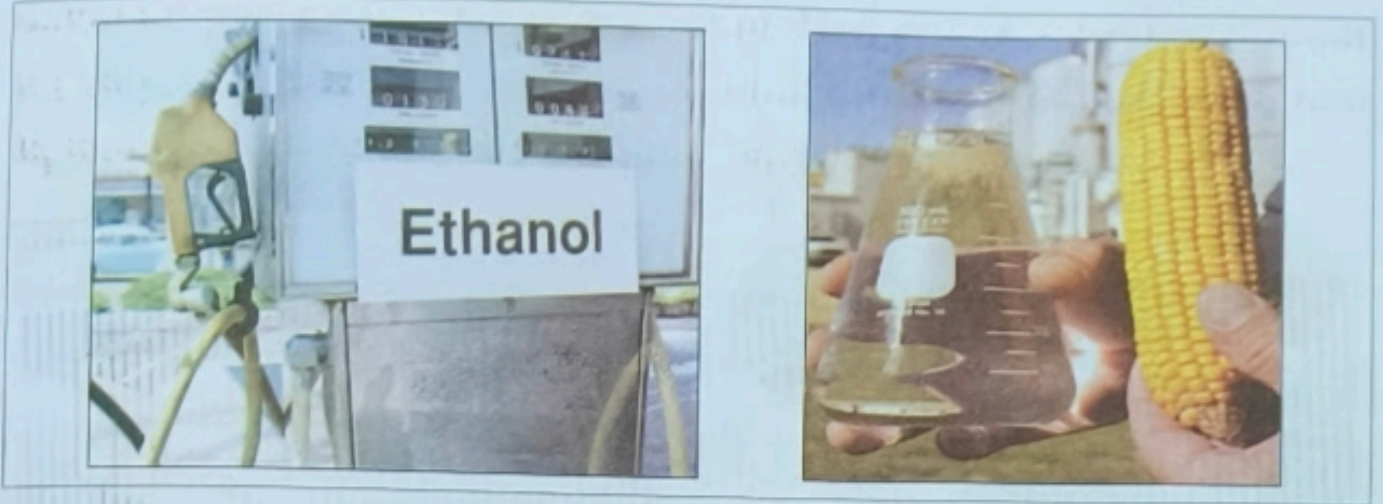
الشكل (12) طاقة الرياح لطواحين هوائية.

مصدر طاقة الرياح يعتمد على سرعة الرياح والتي يجب ان تكون بمعدلات لا تقل عن $5.4 \frac{m}{s}$ وعلى ان يجري هبوبها لساعات طويلة خلال اليوم، لاحظ الشكل (12).

8-3-3 تكنولوجيا طاقة الوقود الحيوي Biofuel Energy

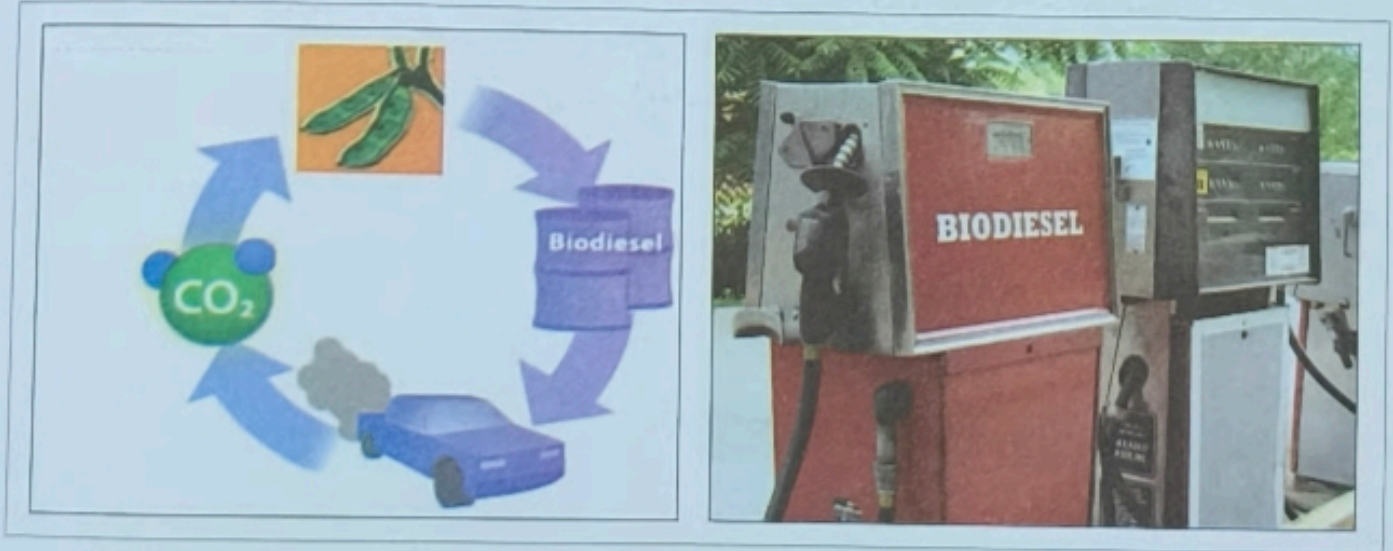
الوقود الحيوي هو الطاقة المستثمرة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها. وهو اهم مصادر الطاقة المتجددة. ويتصدر الوقود الحيوي السائل ليكون اهم مصادر انتاج هذا النوع من الطاقة. وينتج الوقود السائل بنوعين هما:

1. **وقود الايثانول السائل Ethanol fuel**: حيث يستخرج من قصب السكر، البطاطا الحلوة، الذرة والتمر، بعدها يتم معالجته بعمليات وبنسب محددة للاستعمال في مجالات عدة لاحظ الشكل (13). ويستعمل هذا الوقود ايضا في تشغيل بعض أنواع السيارات.



الشكل (13) انتاج وقود الايثانول السائل

2. **وقود الديزل الحيوي Biodiesel fuel**: يستخرج من النباتات الحاوية على الزيوت مثل فول الصويا، وزيت النخيل وعباد الشمس وغيرها، بعد معالجتها كيميائيا لاحظ الشكل (14).



الشكل (14) انتاج وقود الديزل الحيوي

هل تعلم

يمكن الحصول على الوقود الحيوي الغازي (غاز الميثان) من التحلل الكيميائي للمزروعات والفضلات ومخلفات الحيوانات وتحلل النفايات والمجاري ومخلفات الاغذية عن طريق الهضم اللاهوائي.

هي عملية استثمار حركة المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية وتقوم الفكرة على ان منسوب الماء يرتفع وقت المد لاحظ شكل (15-a) وينخفض وقت الجزر لاحظ الشكل (15-b) في البحار والمحيطات وفي ضوء ذلك يشكل فارق ارتفاع وانخفاض منسوب المياه وحركته مصدرا كبيرا للطاقة إذا اخذنا بنظر الاعتبار ملايين الامتار المكعبة التي تتعرض لهذه الحركة حيث يمكن الاستفادة منها في تشغيل التوربينات لتوليد الطاقة الكهربائية.



الشكل (b) حالة الجزر.

الشكل (a) حالة المد.

الشكل (15)

أسئلة الفصل الثامن

س/1 اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- من مصادر الطاقة غير المتجددة هي:

- a- طاقة المد والجزر.
b- طاقة الرياح.
c- طاقة الفحم الحجري.
d- طاقة الهيدروجين.

2- أي الامثلة الآتية هو من مصادر الطاقة المتجددة:

- a- الغاز الطبيعي.
b- النفط.
c- طاقة الخلايا الشمسية.
d- الطاقة النووية.

3- الخلية الشمسية تحول الطاقة:

- a- الحرارية الى طاقة كهربائية
b- الحرارية الى طاقة ضوئية
c- الشمسية الى طاقة ضوئية
d- الضوئية الى طاقة كهربائية

4- المولدات الطافية تستعمل في البحر لغرض توليد:

- a- طاقة الهيدروجين
b- طاقة المد والجزر
c- طاقة الرياح
d- الطاقة الشمسية

5- الوقود المستعمل في المفاعلات النووية هو:

- a- الكادميوم
b- الراديوم
c- الثوريوم
d- اليورانيوم

6- الطاقة المتولدة من حركة أو سقوط المياه تدعى:

- a- الطاقة الحيوية
b- الطاقة المائية
c- الطاقة الشمسية
d- الطاقة النووية

س2 توضع طبقة من الزجاج على لوح الخلية الشمسية عند صنعائها ؟ ما الفائدة من ذلك ؟

س3 تفضل الطاقة المتجددة على أنواع الطاقة غير المتجددة ؟ وضح ذلك ؟

س4 اذكر مبدأ عمل كل من:

- 1- تكنولوجيا الخلايا الشمسية.
2- تكنولوجيا طاقة الرياح.



الفصل التاسع 9

فيزياء الجو وتقنية الاتصالات الحديثة

Physics of Atmosphere and Modern Communication Technology

مفردات الفصل



1-9 جو الأرض ومكوناته.

2-9 طبقات الغلاف الجوي.

3-9 انتشار الموجات ألاسلكية.

4-9 الهاتف النقال.

5-9 الأقمار الصناعية.

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي ان يكون الطالب قادراً على أن:

- يشرح مكونات جو الأرض.
- يذكر طبقات الغلاف الجوي.
- يعرف طبقة الأوزون.
- يميز بين الموجات الأرضية والموجات السماوية.
- يعدد مكونات الهاتف النقال.
- يحدد أستعمالات الاقمار الصناعية.

@alaahamed87

المصطلحات العلمية

Atmosphere and its Contents	جو الأرض ومكوناته
Atmospheric Layers	طبقات الغلاف الجوي
Wireless Channels	قنوات الاتصال ألاسلكية
Wireless Waves Propagation	انتشار الموجات ألاسلكية
Mobile phone	الهاتف النقال
Satellites	الأقمار الصناعية



الشكل (1)

جدول (1)

النسب المئوية (x) لتواجد الغازات في الغلاف الجوي (للاطلاع)	الصيغة الكيميائية	العنصر (الغاز)
78.08	N_2	النيتروجين
20.94	O_2	أوكسجين
0.9325	Ar	أركون
0.036	CO_2	ثنائي أكسيد الكربون
0.0018	Ne	نيون
0.0005	He	هيليوم
0.0001	Kr	كربتون
0.00017	CH_4	ميثان
0.00005	H_2	هيدروجين
0.00003	N_2O	ثنائي أوكسيد النيتروجين
0.000004	O_3	الأوزون
0.000009	Xe	زينون

هل تعلم

الاحترار العالمي هو ظاهرة ازدياد معدل الحرارة في جو الأرض أكثر من المعدل الطبيعي وعدم تسربها إلى خارج الغلاف الجوي نتيجة امتصاص غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعث من المصانع والأنشطة البشرية المختلفة.

تطلق عبارة جو الأرض على غلاف الهواء المحيط بالكرة الأرضية إحاطة تامة، وسمك الغلاف الجوي يعد صغيرا جدا مقارنة بقطر الأرض. فيرى من الفضاء كأنه طبقة رقيقة من الضوء الأزرق الغامق في الأفق لاحظ الشكل (1). الغلاف الجوي عبارة عن طبقة مكونة من خليط من الغازات التي تحيط بالكرة الأرضية مرتبط بها بفعل الجاذبية الأرضية. ويتألف من خليط من الغازات موجود بعضها بنسب ثابتة مثل الهواء الجاف الذي تكون مكوناته على سطح الأرض بنسبة مئوية ثابتة المبينة في الجدول رقم (1).

وينتج عن النشاط البشري غير المتوازن إفسادا للغلاف الجوي، وذلك بتغيير هذه النسب عن حالتها الطبيعية، مما أدى إلى تزايد الاحتباس الحراري. فترتب عنه تغيرات مناخية وفيضانات وانصهار نسب من الجليد في القطبين وأعاصير غير مألوفة، لاحظ الشكل (2).



شكل (2) فياضانات وذوبان الجليد نتيجة لتزايد الاحتباس الحراري

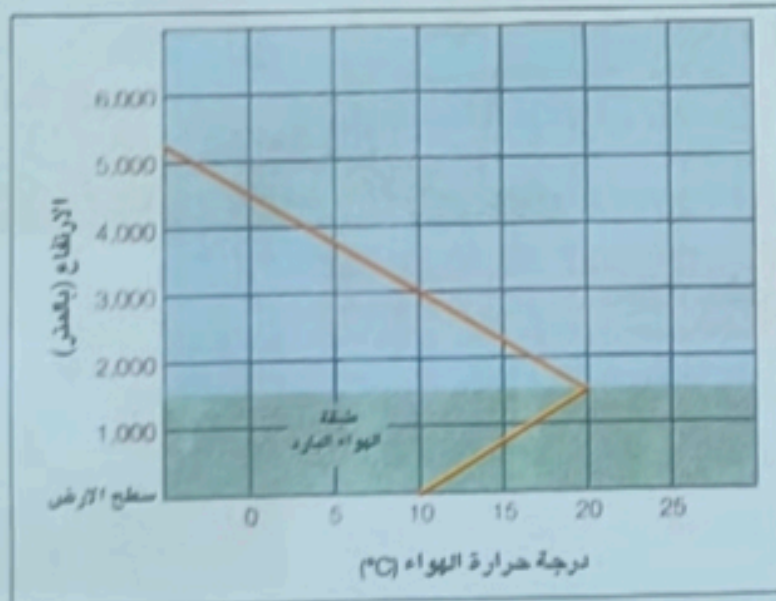
الغلاف الجوي للأرض هو كتلة غير متجانسة حيث يتكون من طبقات بعضها فوق بعض، وتُحدّد هذه الطبقات حسب ما تحتويه كل طبقة من غازات اعتماداً على ضغطها ودرجة حرارتها، فهي تتغير مع الارتفاع عن سطح الأرض بشكل يميز كل طبقة عن غيرها، ويتكون الغلاف الجوي من خمس طبقات رئيسية وهي:

- 1- التروبوسفير (Troposphere).
- 2- الستراتوسفير (Stratosphere).
- 3- الميزوسفير (Mesosphere).
- 4- الثرموسفير (Thermosphere).
- 5- الإكسوسفير (Exosphere).

1- التروبوسفير (Troposphere):

وهي الطبقة الأولى من الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض وتمتد إلى ارتفاع 14km تقريباً من مستوى سطح الأرض وتشكل 80% من الغلاف الجوي. وتتميّز بأنها أكثر الطبقات اضطراباً ففيها تحدث جميع الظواهر المناخية والتغيرات الجوية.

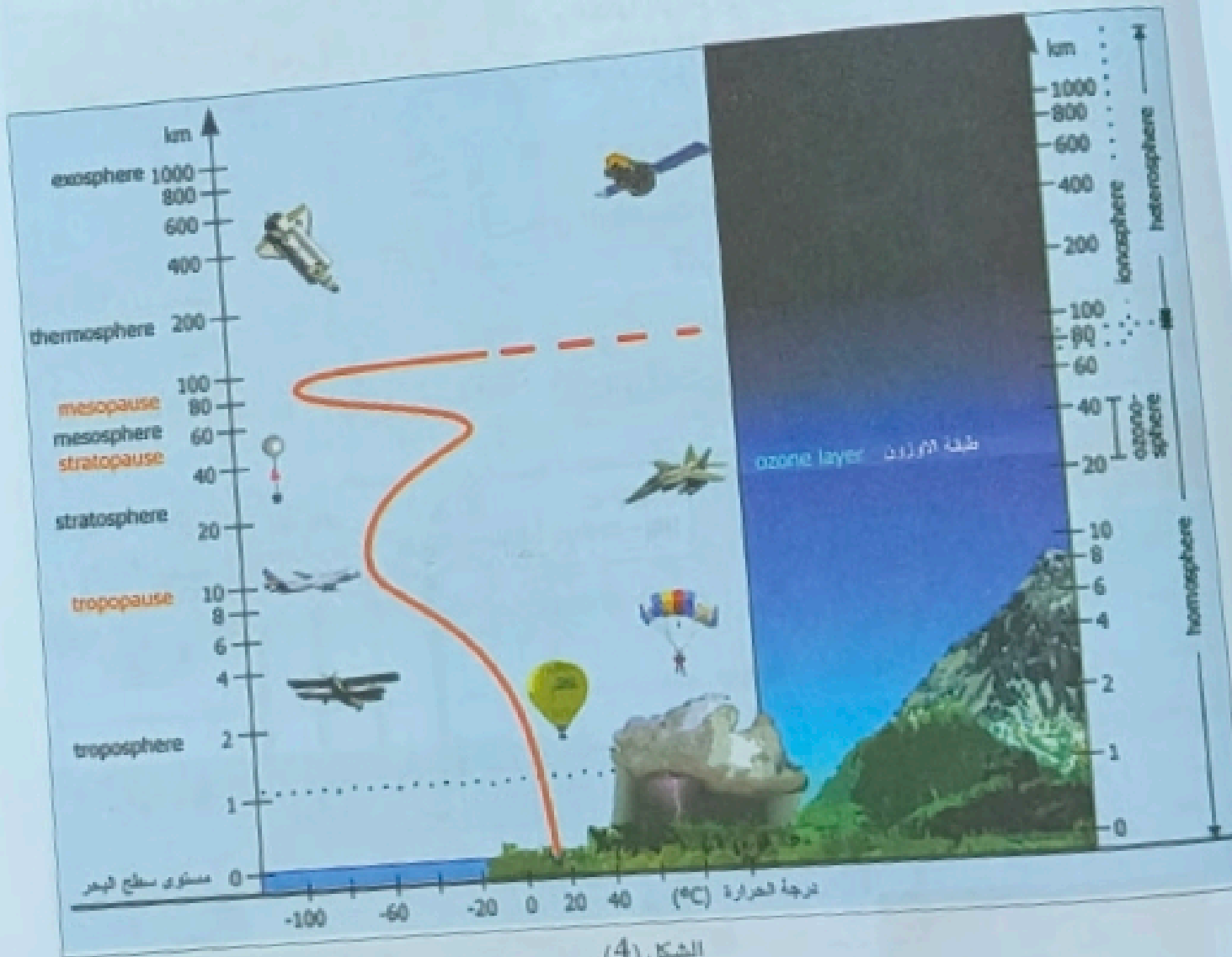
وفي هذه الطبقة يتناقص سريعاً كل من الضغط والكثافة مع الارتفاع عن سطح الأرض كما تتناقص درجة الحرارة بمعدل ثابت يسمى **ثابت التناقص** حيث تهبط درجة الحرارة حوالي 6.5°C لكل كيلو متر واحد. لاحظ الشكل (3).



شكل (3) للاطلاع

2- الستراتوسفير (Stratosphere):

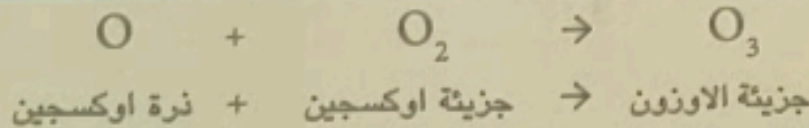
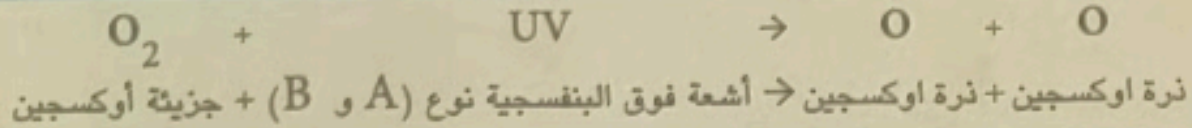
وهي الطبقة التي تقع فوق طبقة التروبوسفير لاحظ الشكل (4)، وتمتد من ارتفاع (14 km) حتى (50 km) وتتميز باحتوائها على طبقة الأوزون (Ozone Layer) ويكون أكبر تركيز للأوزون على ارتفاع (25 km) عن سطح الأرض (91%). وهي تقريباً عند منتصف طبقة الستراتوسفير. وتمتاز طبقة الستراتوسفير بازدياد درجة الحرارة النسبي مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض حيث ترتفع بمعدل (-60°C) عند الحافة السفلى إلى (-15°C) عند الحافة العليا لها من هذه الطبقة.



الشكل (4)

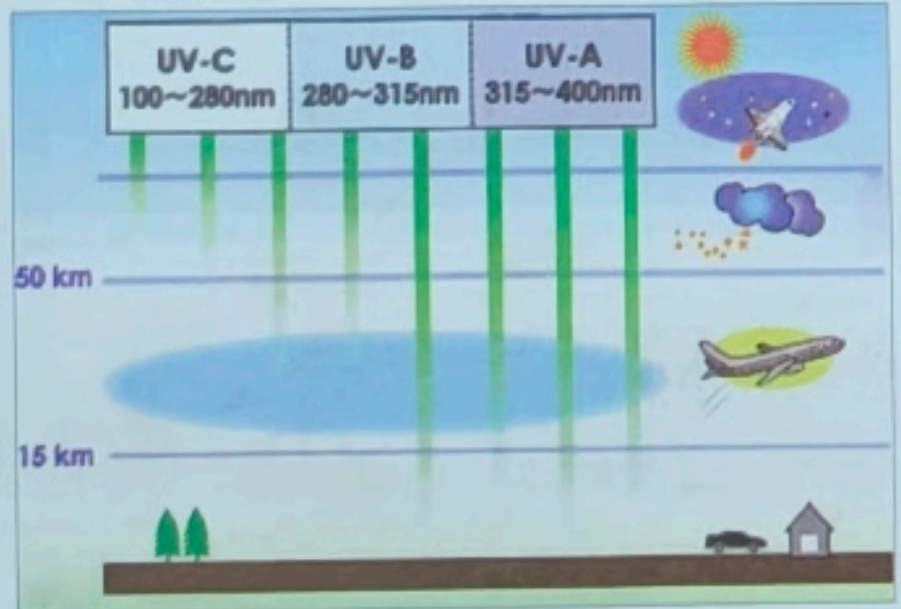
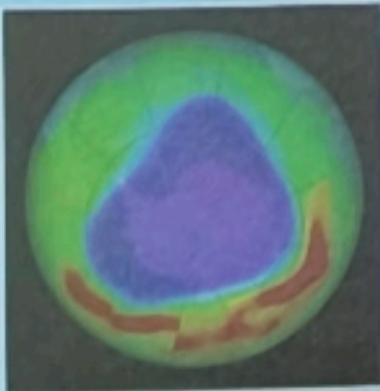
طبقة الأوزون Ozone Layer

يتولد الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet) التي مصدرها الشمس. ومن ملاحظتك للشكل (5) يمكن تصنيف الأشعة فوق البنفسجية إلى ثلاثة أنواع وهي (A و B و C). والتأثير السلبي لهذه الأشعة يكمن في النوع C إذ يؤثر في الأحياء الموجودة على سطح الأرض، وقد حبانا الله سبحانه وتعالى بطبقة الأوزون التي تعتبر مظلة واقية لكل كائن حي على سطح الأرض، إذ تقوم هذه الطبقة بحجب الإشعاع المؤذي نوع (C) من الوصول إلى سطح الأرض، في حين إن نوعي الأشعة فوق البنفسجية (A و B) لها دور في توليد الأوزون (O_3) حيث تمتص الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس من قبل جزيئة الأوكسجين (O_2) الموجودة في الجو وتفككها إلى ذرتي اوكسجين ($O + O$) وبعدها تندمج كل ذرة واحدة مع جزيئة الاوكسجين (O_2) مولدة جزيئة الأوزون (O_3) حسب المعادلة الآتية:



هل تعلم

مصطلح ثقب الاوزون يدل على انخفاض في تركيز الاوزون (أو انخفاض نسبته)، ويتضح (الثقب) في المنطقة المحيطة بالقطب الجنوبي والقطب الشمالي الجغرافيين للكرة الارضية بمساحات كبيرة لهذين القطبين.



الشكل (5)

ومن الجدير بالذكر إن التعرض للأشعة فوق البنفسجية نوع (B) لفترة طويلة يؤدي إلى تأثيرات سلبية قد تسبب حروق للجلد وبعض الأحيان قد يسبب سرطان الجلد.

3- الميزوسفير (Mesosphere) :

طبقة الميزوسفير موجودة في منتصف الغلاف الجوي وتمتد من ارتفاع (50 km) وحتى ارتفاع (90 km) ومكوناتها الغازية (الهليوم والهيدروجين) وهي ذات ضغط منخفض وقليلة الكثافة، إن درجة الحرارة في الميزوسفير تقل مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض. وفي المنطقة العليا للميزوسفير تنخفض درجة الحرارة إلى أقصى ما يمكن، إذ تبلغ حوالي (-120°C)، لاحظ الشكل (4).

4- الثرموسفير (Thermosphere) :

هي عبارة عن طبقة ساخنة فوق الميزوسفير وتعرف بالطبقة الحرارية وترتفع من (90 km) حتى ارتفاع (500 km). وتحتوي على إلكترونات حرة وإيونات وتعرف أيضا بالطبقة المتأينة الأيونوسفير (Ionosphere) وتتصف هذه الطبقة بزيادة درجة الحرارة مع الارتفاع عن سطح الأرض حتى تصل إلى حوالي (1000°C) عند حافتها العليا لاحظ شكل (4)، وتمتاز هذه الطبقة بخاصية عكس الموجات الراديوية نوات الترددات الأقل من (300 KHz) لاحظ الشكل (6).

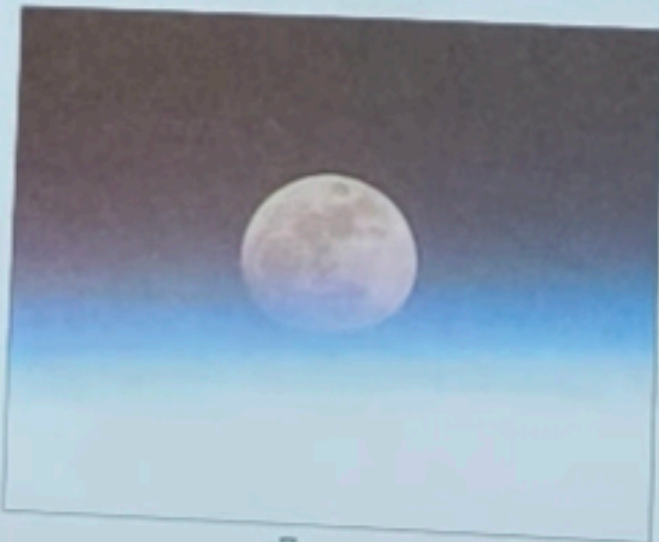


كل طبقة من طبقات الغلاف الجوي لها مردودها النافع على البشر وطبقة الأيونوسفير على سبيل المثال تعكس موجات الراديو التي تبث من مركز معين إلى الأرض لتسمح بذلك وصول البث إلى مسافات بعيدة.

الشكل (6)

5- الإكسوسفير (Exosphere) :

أعلى طبقة من طبقات جو الأرض وتقع على ارتفاع يزيد على (500 km) عن سطح الأرض وتمثل الغلاف الغازي الخارجي، لاحظ الشكل (7) وجزيئات الغاز فيها تتحرك بسرعة كبيرة جدا بحيث تمتلك طاقة حركية كافية للإفلات من قوة جذب الأرض والهروب إلى الفضاء الخارجي.



الشكل (7)

الموجات اللاسلكية تنتشر في الجو بطريقتين هما الموجات الأرضية والموجات السماوية:

الموجات الأرضية:

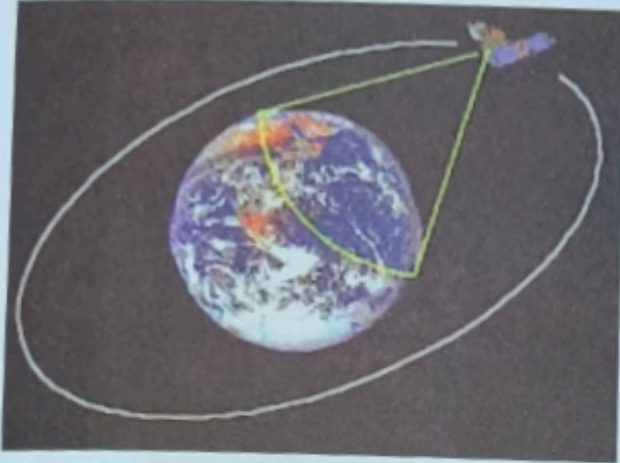
موجات راديوية تنتقل قريبة من سطح الأرض لذا يشار لها أحياناً بالموجات السطحية، وتكون قصيرة المدى بسبب انتشارها بخطوط مستقيمة، لذا فهي غير قادرة على تأمين الاتصالات إلا لمسافات قصيرة نسبياً، نتيجة لتحدب سطح الأرض، وتعتمد على طبيعة الهوائي وتردد الموجات الناقلة وقدرة جهاز الإرسال. ويكون ترددها اقل من 200MHz.



الشكل (8-أ)

الموجات السماوية:

تستعمل هذه في الاتصالات بعيدة المدى وتسلك أنماط مختلفة تبعاً لتردداتها، فالموجات عالية التردد (HF) High Frequency لها القابلية على الانعكاس عن طبقة الأيونوسفير مما يمكنها الانتقال خلال مسافات بعيدة لآلاف الكيلومترات لاحظ الشكلين (8-أ) ، (8-ب).



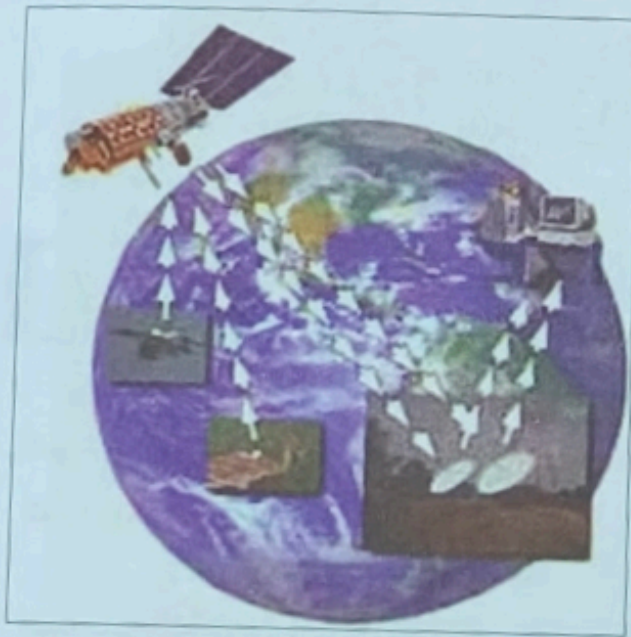
الشكل (11)

القمر الصناعي تابع يدور حول الأرض يحمل أجهزة ومعدات الكترونية، تستعمل في الاتصالات والأغراض العلمية. لاحظ الشكل (11).

ومن استعمالاتها:

1- أقمار صناعية للاتصالات:

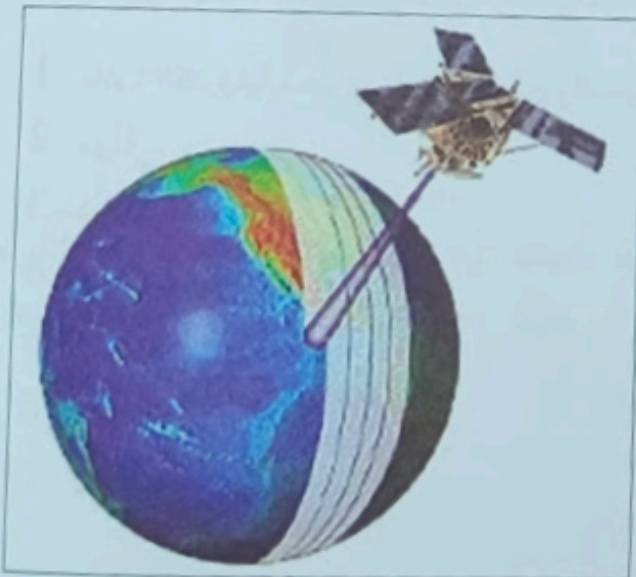
أقمار مخصصة لأغراض الاتصالات الهاتفية، والقنوات الفضائية التلفزيونية، ونقل المعلومات وتكون على ارتفاعات عالية جداً بحدود 36000 km عن سطح الأرض (وهي أعلى من بقية الأقمار) كما موضح في الشكل (12).



الشكل (12)

2- أقمار صناعية علمية:

الغاية منها مراقبة الطقس، الأنواء الجوية، النشاط الشمسي، وأقمار منظومة تحديد المواقع العالمية (GPS) وتكون على ارتفاعات متوسطة لاحظ الشكل (13).



الشكل (13)

3- أقمار صناعية للأغراض العسكرية:

تدور في مدارات خاصة وبارتفاعات واطئة نسبياً لمسح وتصوير المواقع العسكرية لأغراض التجسس وغيرها.

أسئلة الفصل التاسع

من 1

إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- يتألف الغلاف الجوي من خليط من عدة غازات موجودة مع بعضها البعض بنسبة:

- a- متغيرة
- b- ثابتة
- c- متساوية
- d- متعادلة

2- تسمى طبقة الغلاف الجوي التي تحتوي طبقة الأوزون:

- a- الميزوسفير
- b- الستراتوسفير
- c- التروبوسفير
- d- الاكسوسفير

3- أعلى طبقة من طبقات الغلاف الجوي هي:

- a- الستراتوسفير
- b- الترموسفير
- c- الاكسوسفير
- d- الميزوسفير

4- تستعمل الموجات السماوية للاتصالات:

- a- بعيدة المدى
- b- قصيرة المدى
- c- متوسطة المدى
- d- بعيدة المدى ومتوسطة المدى

5- الغاية من الأقمار الصناعية العلمية:

- a- تصوير المواقع الأرضية
- b- مراقبه الطقس والأنواء الجوية
- c- لأغراض الاتصالات
- d- للأغراض العسكرية.

س2	صحح العبارات الاتية إذا كانت خاطئة دون تغيير ماتحته خط:
1-	يتألف الغلاف الجوي من خليط من غازات جميعها متغير النسب.
2-	الغلاف الجوي للأرض هو كتلة متجانسة ومن طبقات بعضها فوق بعض.
3-	في طبقة التروبوسفير يزداد الضغط والكثافة ودرجة الحرارة مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض.
4-	تمتاز طبقة الستراتوسفير بأحتوائها على الكتلونات حرة وأيونات .
5-	بتأثير الأشعة فوق البنفسجية من نوع (A , B) في الاوكسجين يتولد الاوزون.
6-	طبقة الستراتوسفير توجد في منتصف الغلاف الجوي.
7-	تمتاز طبقة الترموسفير بقابليتها في عكس الموجات الراديوية.
8-	يطلق احياناً على الموجات الراديوية السطحية بالموجات السماوية.
9-	ارتفاعات الأقمار الصناعية للاتصالات عالية جداً عن سطح الأرض.

س3	أذكر أربعة غازات من مكونات الغلاف الجوي ؟	
س4	أذكر طبقات الغلاف الجوي الرئيسية ؟	
س5	اذكر ميزات الطبقات الجوية الاتية:	
1- التروبوسفير	2- الستراتوسفير	3- الميزوسفير
س6	ما هو الأوزون؟ وأين يوجد؟ وكيف يتكون ؟	
س7	ما المكونات الرئيسية للهاتف النقال ؟	
س8	أذكر ثلاث أستعمالات للأقمار الصناعية ؟	

محتويات الكتاب

الفصل الأول	الكهربائية الساكنة
1-1	الكهربائية الساكنة
2-1	الشحنة الكهربائية
3-1	شحن المادة بالكهربائية
4-1	الكشاف الكهربائي
5-1	شحن الكشاف الكهربائي
6-1	بعض التطبيقات العملية عن الكهربائية الساكنة
7-1	اختلاف المواد من حيث التوصيل الكهربائي
8-1	قانون كولوم
9-1	المجال الكهربائي
74	
الفصل الثاني	المغناطيسية
1-2	مفهوم المغناطيسية
2-2	المواد المغناطيسية
3-2	المجال المغناطيسي
4-2	تمغنط المواد
74	
الفصل الثالث	التيار الكهربائي
1-3	حركة الشحنات الكهربائية
2-3	التيار الكهربائي
3-3	الدائرة الكهربائية
4-3	قياس التيار الكهربائي
5-3	فرق الجهد الكهربائي
6-3	قياس فرق الجهد الكهربائي
7-3	المقاومة الكهربائية ووحدة قياسها
8-3	قانون أوم
9-3	طرائق ربط المقاومات الكهربائية
10-3	الدائرة القصيرة
11-3	ربط الخلايا الكهربائية

البطارية والقوة الدافعة الكهربائية

الفصل الرابع

81	1-4 مقدمة
82	2-4 تصنيف البطاريات
89	3-4 القوة الدافعة الكهربائية

الطاقة والقدرة الكهربائية

الفصل الخامس

95	1-5 القدرة الكهربائية
101	2-5 الطاقة الكهربائية وكيفية حسابها
103	3-5 الكهرباء في بيوتنا
104	4-5 الدوائر الموزعة
105	5-5 تَجَنُّب الصعقة الكهربائية

الكهربائية والمغناطيسية

الفصل السادس

113	1-6 المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي
114	2-6 المجال المغناطيسي المحيط بسلك مستقيم موصل ينساب فيه تيار كهربائي مستمر
117	3-6 المجال المغناطيسي الناشئ من إنسياب تيار كهربائي مستمر في حلقة موصلة دائرية
120	4-6 المغناطيس الكهربائي
121	5-6 استعمالات المغناطيس الكهربائية
122	6-6 الحث الكهرومغناطيسي والقوة الدافعة الكهربائية المعنتة
125	7-6 تطبيقات ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

المحولة الكهربائية	الفصل السابع
135	1-7 التيار المحت
136	2-7 المحولة الكهربائية وأنواعها
142	3-7 خسائر القدرة في المحولة الكهربائية

تكنولوجيا مصادر الطاقة	الفصل الثامن
149	1-8 الطاقة في حياتنا
150	2-8 المصادر الحالية للطاقة
153	3-8 المصادر البديلة للطاقة (مصادر الطاقة المتجددة)

فيزياء الجو وتقنية الاتصالات الحديثة	الفصل التاسع
163	1-9 جو الأرض ومكوناته
164	2-9 طبقات الغلاف الجوي
168	3-9 انتشار الموجات ألاسكية
169	4-9 الهاتف النقال
170	5-9 الأقمار الصناعية