الفيزياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

إعداد أ / أحمد سمير

ثانوية الأمان الفلسطيني - بيتين

الفيزياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الثالثة

الاهتزاز والموجات

إعداد أ / أحمد سمير

ثانوية سلمان الفارسي - تبوك

الفصل الأول : الموجات والصوت

الموجة :- انتقال الحركة الاهتزازية عبر جزيئات الوسط .

- فمثلا إذا رميت حجرا في بركه ماء ستلاحظ تشكيل دوائر عند نقطه ملامسه الحجر للسطح ، ثم تتسع هذه الدوائر تدريجيا منتشرة في اتجاه جوانب البركة .

ملاحظة :1- لا تنتقل جزيئات الوسط،ولكن طاقه الاضطراب الحاصل في الوسط هي التي تنتقل من مكان إلى أخر .

2- الصوت والضوء هما شكلان من أشكال الطاقة التي تنتشر في الوسط بشكل موجي .

علل : - تنتشر الموجه الحادثة على سطح الماء من جزيء إلى أخر.

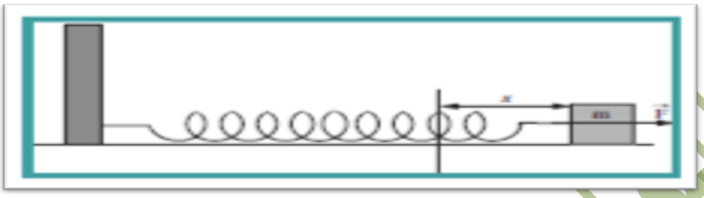
بسبب مرونة جزيئات الماء فتنقل الطاقة الحركية من جزيء إلى جزيء آخر .

الدرس (1-1) الحركة التوافقية البسيطة

الحركة الدورية : الحركة الاهتزازية التي تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية .

علل : دوران الأرض من أمثلة الحركة الدورية ؟

لأنها حركة تتكرر بانتظام في فترات زمنية متساوية .



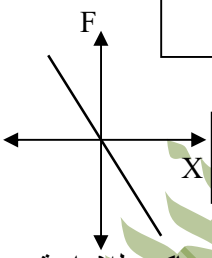
الحركة التوافقية البسيطة –

- في الشكل المقابل عندما نترك الجسم بعد شده يؤثر النابض علي الكتلة بقوة تسمي قوة الإرجاع ليعيدها إلي موضع الاتزان وتكون قوة الإرجاع تتناسب طرديا مع الإزاحة الحادثة للجسم المهتز وتعاكسها بالاتجاه وتسمي هذه الحركة بالحركة التوافقية البسيطة .

الحركة التوافقية البسيطة –

هي حركه اهتزازية تتناسب فيها القوه المعيدة (قوه الإرجاع) طرديا مع الإزاحة الحادثة للجسم وتكون دائما في اتجاه المعاكس لها (عند إهمال الاحتكاك) .

تعريف قوة الإرجاع :



القوة التي تعيد الجسم المهتز باستمرار إلى موضع اتزانه وتكون دائماً في اتجاه معاكس لاتجاه الإزاحة.

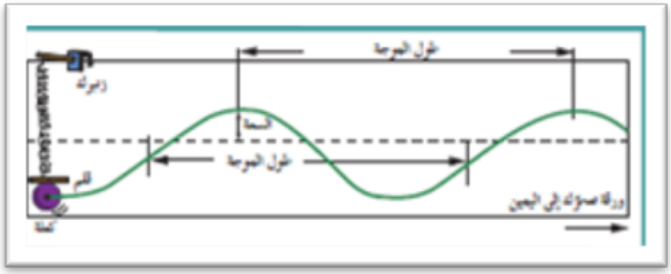
شروط تولد الحركة التوافقية البسيطة :

1- أن تكون قوة الإرجاع تتناسب طرديا مع الإزاحة الحادثة للجسم . 2- قوة الإرجاع تكون في اتجاه معاكس للإزاحة .

علل : اهتزاز الذرات في المواد الصلبة حول مواضع اتزانها يعتبر حركة توافقية بسيطة ؟

لأن سعة الاهتزاز صغيرة فيتحقق شرط الحركة التوافقية البسيطة وهو أن القوة تتناسب طرديا مع الإزاحة الحادثة وتعاكسها في الاتجاه .

تمثيل الحركة التوافقية البسيطة بيانيا –



يتضح من الشكل المقابل أن الحركة التوافقية البسيطة هي الحركة التي تمثل بمنحنى جيبي بسيط.

خصائص الحركة التوافقية البسيطة –

السعة (A)	هي نصف المسافة التي تفصل بين أبعد نقطتين يصل إليهما الجسم المهتز أي أكبر إزاحة للجسم عن موضع سكونه (اتزانه) .
التردد (f)	عدد الاهتزازات الكاملة الحادثة في الثانية الواحدة. ويقاس بوحدة الهرتز (Hz) .
الزمن الدوري (T)	هو زمن دورة كاملة ويقاس بحسب النظام الدولي (SI) بوحدة الثانية .
السرعة الزاوية (ω)	هي مقدار الزاوية التي يمسحها نصف القطر في الثانية الواحدة (وتقاس بوحدة rad \ s)

حساب الزمن الدوري لكتلة معلقة بنابض :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

حيث أن :

m : كتلة النابض , k : ثابت هوك (ثابت النابض)

العوامل التي يتوقف عليها الزمن الدوري لكتلة معلقة بنابض: 1- **كتلة النابض (m)**: حيث أن الزمن الدوري يتناسب طرديا مع الجزر ألتربيعي للكتلة 2- **ثابت هوك (k)** : حيث أن الزمن الدوري للنابض يتناسب عكسيا مع الجزر ألتربيعي لثابت هوك .

ملاحظة هامة : الزمن الدوري لكتلة معلقة بنابض **لا يتوقف على سعة الاهتزازة (A) .**

معادلة الإزاحة في الحركة التوافقية البسيطة :

$$y = A\sin(\omega t)$$

ملاحظات : 1- يمكن حساب السرعة الزاوية في الحركة التوافقية البسيطة من العلاقات التالية :

$$\omega = \frac{\theta}{t} = 2\pi\ f = \frac{2\pi}{T}$$

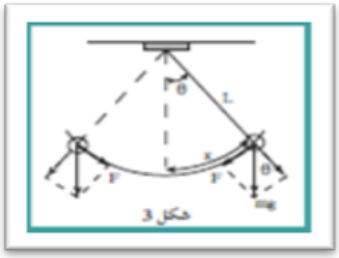
2- حيث أن (N) عدد الدورات . $f = \frac{N}{t}$ $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{f}$

(t) الزمن الكلي للدورات .

تطبيقات عملية للحركة التوافقية البسيطة :

البندول البسيط :

عبارة عن ثقل معلق في نهاية خيط مهمل الوزن وغير قابل للتمدد طوله L، ويكون طرفه الآخر مثبتا بنقطه ثابتة .
كما بالشكل المقابل (شكل 3) .



- عند تحريك الثقل حركة بسيطة لا تبتعد كثيرا عن موضع الاتزان (لا تزيد عن 10^o) وندعه يعود إلي موضع الاتزان تحت تأثير **مركبة الثقل (قوة الإرجاع)** التي تساوي قيمتها $F = -m\ g \sin\theta$ وذلك لأن قوة شد الخيط متعامدة مع اتجاه الحركة والمركبة سالبة لأن مركبة القوة تكون دائما باتجاه عكس الإزاحة (x) .
- نجد أن القوة المحركة للبندول البسيط تشبه القوة المحركة لنظام الكتلة والنابض لذلك فإن حركة البندول البسيط هي حركة توافقية بسيطة عندما تكون سعة الاهتزازة صغيرة في غياب أي احتكاك .

حساب الزمن الدوري للبندول البسيط :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

حيث أن : (L) : طول الخيط
(g) : عجلة الجاذبية الأرضية

العوامل التي يتوقف عليها الزمن الدوري للبندول البسيط: 1- **طول الخيط (L)**: حيث أن الزمن الدوري للبندول يتناسب طرديا مع الجزر ألتربيعي لطول الخيط 2- **عجلة الجاذبية الأرضية (g)** : حيث أن الزمن الدوري للبندول يتناسب عكسيا مع الجزر ألتربيعي لعجلة الجاذبية الأرضية .

ملاحظة هامة : الزمن الدوري للبندول البسيط لا يتوقف علي **كتلة الثقل (m)** كذلك لا يتوقف علي **سعة الحركة (A)** شرط ألا تزيد زاوية الاهتزاز عن **عشر درجات .**

علل لما يلي :

1- الزمن الدوري للبندول البسيط لا يتوقف على كتلة الثقل المعلق فيه .
لان الزمن الدوري لبندول البسيط يتناسب طرديا مع الجذر ألتربيعي لطول خيطه في المكان الواحد بسعة اهتزازة صغيرة أو لأنه يتوقف على طول الخيط وعجلة الجاذبية في المكان فقط.

2- حركة البندول البسيط حركة توافقية بسيطة في غياب أي احتكاك وعندما تكون زاوية إزاحته صغيرة .
لان قوة الإرجاع تتناسب طرديا مع الإزاحة الحادثة ولكن معاكسة لها في الاتجاه .

3- الزمن الدوري للبندول علي سطح القمر اكبر من زمنه الدوري علي سطح الأرض ؟
لأن عجلة جاذبية القمر أقل من عجلة جاذبية الأرض والزمن الدوري يتناسب عكسيا مع الجذر ألتربيعي لعجلة الجاذبية

4- يعود الجسم الممتز إلى موضع استقراره عند إزاحته بعيدا عنه .
بسبب قوة الإرجاع وتكون معاكسة لها في الاتجاه .

الدرس (1-2)

خصائص الحركة الموجية والصوت

خصائص الموجات:

1- تنتشر الموجات في خط مستقيم وفى جميع الاتجاهات
2- تنعكس الموجات على السطوح العاكسة محققة قوانين الانعكاس .
3- تنكسر الموجات عن انتقالها بين وسطين مختلفين محققة قوانين الانكسار .
4- من خصائص الموجات ما يعرف بالتراكب والتداخل والحيود .

تعيين سرعة انتشار الموجة في الوسط :

سرعة الموجة = الطول ألموجي x التردد

$$v = \lambda \cdot f$$

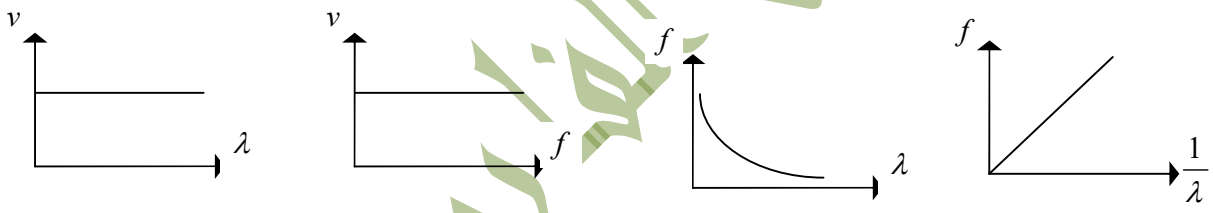
سرعة الانتشار

التردد

الطول ألموجي

ملاحظة هامة :- سرعة انتشار الموجة في الوسط ثابتة لا تتغير بتغير الطول ألموجي أو التردد ولكنها تتغير بتغير :

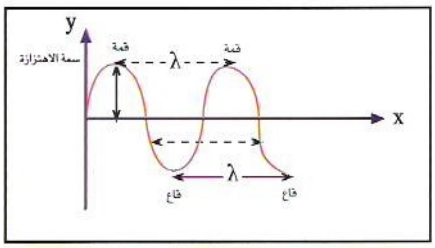
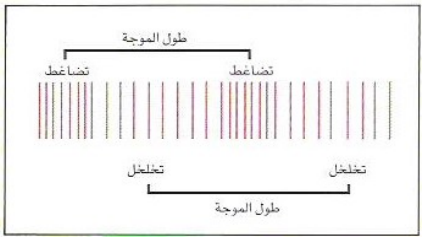
1- نوع الوسط 2- كثافة الوسط 3- درجة حرارة الوسط 4- مرونة الوسط



أنواع الموجات :

وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
الوسط المادي	تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه	لا تحتاج إلى وسط مادي ولكن تنتشر في الفراغ
سرعتها	تتغير بتغير نوع الوسط وحالته	ثابتة في الهواء (الفراغ) وتساوى سرعة الضوء في الهواء($3x10^8$ m/s) وتتغير بتغير نوع الوسط .
رؤيتها	يمكن مشاهدة الحركة ومتابعتها	لا يمكن مشاهدة الحركة ولكن إدراك أثارها
أمثلة	الموجات المائية – موجات الصوت - اهتزاز الأوتار	موجات الضوء – موجات الراديو – الأشعة السينية

أ / احمد سمير

وجه المقارنة	الحركة الموجية المستعرضة	الحركة الموجية الطولية
شكل الموجة		
التعريف	الموجات التي تكون فيها حركة جزئيات الوسط عمودية علي اتجاه انتشار الموجة .	الموجات التي تكون فيها حركة جزئيات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجة .
مم تتكون	قمم وقيعان	تضاغطات وتخلخلات
طول الموجة	المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين.	المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو مركزي تخلخلين متتاليين
	القمة : أعلى نقطة يصل إليها الاضطراب ألموجي القاع :أسفل نقطة يصل إليها الاضطراب ألموجي	التضاغط : اقتراب جزئيات الوسط من بعضها التخلخل : ابتعاد جزئيات الوسط من بعضها
سعة الموجة	أقصى إزاحة إلى أعلى أو إلى أسفل	أقصى إزاحة يميناً أو يساراً
أمثلة	موجات الماء – موجات الضوء	موجات الصوت

علل لما يلي :

1- **يعتبر الصوت موجات ميكانيكية وطولية ؟**

لأنه يحتاج إلي وسط مادي ينتقل فيه علي شكل تضاغطات وتخلخلات .

2- **يعتبر الضوء موجات كهرومغناطيسية ؟**

لأنه لا يحتاج إلي وسط مادي ينتقل فيه ويمكنه الانتقال في الفراغ .

3- **نري ضوء الشمس ولا نسمع أصوات الانفجاريات التي تحدث فيها ؟**

لأن الضوء موجات كهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ بينما الصوت موجات ميكانيكية لا تنتقل في الفراغ .

4- **لا يمكن تغيير سرعة الموجة بتغيير ترددها ؟**

لأن طول الموجة يتناسب عكسي مع ترددها فإذا حدث تغير في تردد الموجة يحدث تغير في طول الموجة بنفس النسبة فيظل حاصل ضربهما ثابت وهو سرعة الموجة .

5- **إذا وضع جرس تحت ناقوس زجاجي مفرغ من الهواء فإننا لا نسمع صوت رنين الجرس .**

لان الصوت موجات ميكانيكية لا تنتقل في الفراغ لكنه يحتاج لوسط لكي ينتقل خلاله .

أذكر أهمية كل مما يلي :

1- **قيام اختصاصيو الزلزال بدراسة الموجات التي تحدثها الزلازل والمقارنة بين سرعة الموجات وسعتها**

أ- لمعرفة مكان الزلزال واحتساب شدته .

ب- وصف الزلزال والتعرف علي نشأة الأرض والتنبؤ بحدوث زلزال في المستقبل .

2- استخدام رجال الشرطة أجهزة الرادار

أ- احتساب سرعة السيارات من خلال الموجات التي ترسلها باتجاه السيارات .

ب- معرفة مدي التزام السائق بالسرعات المحددة علي الطرق

انعكاس الصوت

تعريف الصوت : أي اضطراب ينتقل في الوسط نتيجة اهتزازه .

والصوت موجات طولية ميكانيكية لا يمكن أن تحدث إلا في وسط ناقل للموجات .

مما ينشأ الصوت : ينشأ الصوت من اهتزاز الأجسام التي تحدثه .

كيف يتم سماع الصوت :

تتحرك طبلة الأذن علي شكل اهتزازات تنتقل بعد تكبيرها عن طريق العصب السمعي إلي المخ الذي يترجم هذه الاهتزازات إلي أصواتها الأصلية .

انعكاس الصوت هو ارتداد الصوت عندما يقابل سطحا عاكسا. أو تغير مسار الشعاع الصوتي في الوسط نفسه .

ملاحظة هامة :

فتنقسم الطاقة الصوتية عند السطح الفاصل إلى ثلاثة أقسام :

1- قسم منها ينفذ في الوسط الجديد ويعانى انكسارا نتيجة لانتقاله من وسط إلى آخر .

2- قسم ينعكس عن السطح الفاصل بزاوية مساوية لزاوية السقوط ، حيث ترتد الموجات الصوتية إلى الوسط التي جاءت منة

3- قسم ثالث يمتص .

ملاحظة : فيما يتعلق بالقسم الذي ينعكس كلما كان الوسط الجديد صلبا ، زاد القسم المنعكس من الطاقة الصوتية مثل الحديد والخشب . أما إذا كان الوسط الجديد من الصوف أو القماش ، فإن معظم الطاقة الصوتية تمتص بهذه المواد .

س- اذكر بعض الآثار الضارة للضوضاء التي تحدثها مكبرات الصوت في الحفلات والمحركات والمطارق والمناشير في مجال الصناعة علي صحة الإنسان ؟

أ- آلاما شديدة في الأذن قد تفقد الأذن الحساسية في تمييز الأصوات المختلفة .

ب- يمكن أن تدمر خلايا الأذن الداخلية التي لا يمكن تعويضها .

قانونا انعكاس الصوت

1- الشعاع الصوتي الساقط والشعاع الصوتي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس .

2- زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس أي $[\theta_1 = \theta_2]$

تطبيقات على إنعكاس الصوت :

(أ) ظاهرة الصدى

تعريف الصدى : بأنه تكرار سماع للصوت الأصلي نتيجة لانعكاس الموجات الصوتية .

ملاحظة :- إن الإحساس بالصوت في الأذن يستمر لمدة s (0.1) بعد وصول الصوت إلي طبلة الأذن .فإذا وصل الصوت المنعكس إلي الأذن في زمن أقل من s (0.1) بعد وصول الصوت الأصلي إليها لا تستطيع الأذن العادية تمييز الصوت الأصلي عن الصوت المنعكس .

شرط تمييز (سماع) صدى الصوت 1- وجود سطح عاكس .

2- لا يقل زمن وصول الصوت المنعكس إلى الأذن عن s (0.1) من وصول الصوت الأصلى إليها .

3- ألا تقل المسافة بين السامع (الأذن) والسطح العاكس عن m (17) .

حساب المسافة بين مصدر الصوت والسطح العاكس :

$$d = \frac{1}{2} v\ t$$

علل لما يلي :

1- - لا يحدث صدى الصوت في قاعة يقل طولها عن m (17) .

لان الأذن تميز بين الصوت الأصلي والصدى في s (0.1) والصوت المنعكس يصل للاذن في هذه الحالة في زمن أقل من (0.1) s

2 – يستخدم الخفاش صدي الصوت في اصطياد الحشرات .

بإرساله لموجات صوتية في اتجاه الحشرات واستقبالها بعد انعكاسها فيحدد مكانها ويسهل علية اصطيادها.

3- لا تستطيع الأذن البشرية التمييز بين صوتين الفترة الزمنية بينهما أقل من s (0.1) .

لان الإحساس بالصوت في الأذن يستمر لمدة s (0.1) بعد وصول الصوت لطبلة الأذن. وإذا قل الزمن عنs (0.1) يحدث تراكب وتشويش للصوت .

4- تغطى جدران استوديوهات الصوت بطبقة من الصوف أو القماش .

لتفادي صدي الصوت حيث تمتص معظم الطاقة الصوتية الساقطة عليها .

(ب) تسليط أو تركيز الصوت :

عندما ينعكس الصوت عن سطح مقعر فإنه يتجمع في بؤرة(مثل الضوء)، وذلك يزيد من وضوح الصوت وشدته .

علل : 1- لتركيز الصوت يجب ألا يتجاوز مساحة السطح العاكس المقعر حدا معينا ؟

لمنع حدوث التشويش للصوت نتيجة انعكاسه عليه .

2- يتم تزويد المسارح والقاعات الكبيرة بجدران خلفية مقعرة .

لأنها تعكس الأصوات التي ترتد من الصالة أو القاعة وتزيد وضوح الصوت لتجميعها للصوت المنعكس في البؤرة .

3- سقف وجدران المسجد الكبير مقعرة .

بحيث يضمن توزيع الصوت علي كافة أنحاء المسجد بوضوح

(ج) نقل الصوت بالأنابيب

يتم ذلك بهدف جمع الطاقة الصوتية ونقلها باستخدام مواد ذات معاملات امتصاص صغيرة ، من اجل تقليل الطاقة الصوتية التي تمتصها جدران الأنابيب .

ومن تطبيقات هذه الخاصية : سماعة الطبيب والبوق .

علل : 1- يتم نقل الصوت باستخدام الأنابيب .

حيث تكون لتلك الأنابيب معاملات امتصاص صغيرة تقلل من امتصاص جدرانها للطاقة الصوتية .

2- استخدام سماعة الطبيب في نقل نبضات القلب إلى أذن الطبيب.

لان أنابيبها مصنوعة من مواد ذات معاملات امتصاص صغيرة .

انكسار الصوت :

هو التغير في مسار الموجات الصوتية عند انتقالها بين وسطين مختلفين الكثافة مثل الهواء وثاني أكسيد الكربون .

- ويحدث انكسار الصوت نتيجة اختلاف سرعتي الصوت في الوسطين .

$$\frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{v_1}{v_2}$$

v_1 : سرعة الصوت في الوسط الأول

v_2 : سرعة الصوت في الوسط الثاني

ϕ : زاوية السقوط

θ : زاوية الانكسار

(شكل 6)

(شكل 7)

ملاحظات هامة :

1 – ينكسر الشعاع الساقط مقتربا من العمود المقام على السطح الفاصل ، وذلك عندما تكون سرعة الصوت في الوسط الأول (v_1) الأقل كثافة اكبر من سرعته في الوسط الثاني (v_2) الأكبر كثافة كما بالشكل (6) .

2- ويحدث العكس في (شكل 7) حيث ينكسر الشعاع الساقط مبتعدا عن العمود على السطح الفاصل وذلك عندما تكون سرعة الصوت في الوسط الأول (v_1) الأكبر كثافة أقل من سرعته في الوسط الثاني (v_2) الأقل كثافة.

2- تحدث ظاهرة الانكسار في الهواء الذي يحيط بسطح الأرض لأنة غير متجانس الحرارة . فدرجة حرارته قرب السطح تكون في النهار أكبر من درجة حرارة الطبقات العليا والعكس في الليل .

- فيحدث انكسار لموجات الصوت كما في (الشكل 8) حيث سرعة انتشار الصوت في الهواء الساخن أكبر منها في الهواء البارد .

علل لما يلي:

1-ينكسر الشعاع الساقط مقتربا من العمود المقام على السطح الفاصل .

لان سرعة الصوت في الوسط الأول v_1 اكبر من سرعته في الوسط الثاني v_2 .

2- ينكسر الشعاع الساقط مبتعدا من العمود المقام على السطح الفاصل .

لان سرعة الصوت في الوسط الأول v_1 اقل من سرعته في الوسط الثاني v_2

3-حدوث انكسار الموجات الصوتية عند مرورها بين وسطين .

نتيجة اختلاف سرعة الصوت في الوسطين

4- سرعة الصوت في غاز الهيدروجين أكبر من سرعته في الهواء في نفس الظروف .

لأنهما مختلفان في الكثافة الصوتية

5– يمكن حدوث انكسار للصوت في الهواء الذي يحيط بسطح الأرض.

لان الهواء غير متجانس الحرارة .

6-يستطيع الأولاد سماع الصوت الصادر من السيارة في الليل من مسافة بعيدة ولا يستطيعون سماعه في النهار

لاختلاف سرعة الصوت بين طبقات الهواء المختلفة فيحدث الانكسار لموجات الصوت نهارا يكون مبتعدا عن سطح الأرض فلا يسمع الصوت وليلا مقتربا من سطح الأرض فيسمع الصوت .

تراكب الموجات

1- يحدث تراكب للموجات ذات النوع الواحد (ميكانيكية مثلا) .

2- لا يحدث تراكب للموجات مختلفة النوع (ميكانيكية وكهرومغناطيسية مثلا) .

مبدأ التراكب :

إن الموجات ذات النوع الواحد (ميكانيكيه مثلا) تعبر بعضها بعضا دون أن تتأثر وتتجمع عندما تلتقى في نقطة تسمي نقطة التراكب . فتساوى الإزاحة الكلية الناتجة مجموع الإزاحات لهذه الموجات وبعد عبور الموجات نقطة التراكب ، تستعيد كل موجة شكلها وتكمل بالاتجاه الذي كانت تسلكه.

علل : يمكن سماع شخص يوضوح بالرغم من أن صوته تقاطع مع أصوات أخرى ؟

بسبب حدوث ظاهرة تراكب الموجات (مبدأ التراكب) .حيث أن كل موجة بعد عبورها لنقطة التراكب تستعيد شكلها وتكمل بالاتجاه الذي كانت تسلكه .

تداخل الموجات :

تعريف التداخل :

هو نتيجة التراكب بين مجموعة من الموجات من نوع واحد ولها التردد نفسه .

لاحظ : 1- يحدث التداخل مع كل أنواع الموجات .

2- للحصول علي نمط تداخل واضح ومستمر لابد أن يكون للموجات المتداخله السعة نفسها .

أنواع التداخل : 1- التداخل البنائي 2- التداخل الهدمي

وجه المقارنة	التداخل البنائي	التداخل الهدمي
الشكل		
التداخل في الموجات المستعرضة	التقاء قمة من الموجة الأولي مع قمة من الموجة الثانية أو قاع مع قاع	التقاء قمة من الموجة الأولي مع قاع من الموجة الثانية أو قاع من الأولي مع قمة من الثانية
في الموجات الطولية	التقاء تضاغط من المصدر الأول مع تضاغط من المصدر الثاني أو تخلخل مع تخلخل	التقاء تضاغط من المصدر الأول مع تخلخل من المصدر الثاني أو تخلخل من الأول مع تضاغط من الثاني
عملها	تدعم الموجات بعضها فتقوي	تلغي الموجات بعضها البعض
تأثير التداخل علي الصوت	تزداد شدة الصوت	تضعف شدة الصوت أو تنعدم
الازاحة المحصلة	تساوي مجموع الإزاحات	تساوي الفرق بين الازاحات
فرق المسير ΔS (شرط الحدوث)	$\Delta S = n\lambda$ حيث أن n = 0,1,2,3,4,.... عدد صحيح	$\Delta S = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ حيث أن n = 0,1,2,3,4,.... عدد صحيح

أمثلة علي التداخل :

1- **تداخل موجات سطح الماء :** كما بالشكل (11) : وذلك عندما يلامس سطح الماء مصدران مهتزان لهما نفس التردد والسعة .

(شكل 11)
تداخل ناتج عن تراكب أمواج الماء من مصدرين مهتزين

لاحظ : 1-المناطق المضيئة تمثل تداخل بناء .
2- المناطق المظلمة تمثل تداخل هدام .

2- **تداخل الموجات الصوتية :** لنأخذ مصدرين صوتيين نقطيين M_1 و M_2 كما بالشكل (12) يطلقان أمواجا لها التردد نفسه والسعة نفسها .

(شكل 12)
تداخل ناتج من تراكب أمواج صوتية من مصدرين صوتيين

لاحظ : 1- الدوائر المتصلة تمثل النهايات العظمي للتضاغطات .
2- الدوائر المتقطعة تمثل النهايات العظمي للتخلخلات .
3- الطول ألموجي (λ) يساوي المسافة بين أي قوسين متصلين متتاليين . أو المسافة بين أي قوسين متقاطعين متتاليين .

ملاحظة: لبيان ظاهرة التداخل في الصوت يمكن استخدام أنبوب كوينك حيث يظهر التداخل البنائي للموجتين علي شكل تقوية للصوت .بينما يظهر التداخل ألهدمي علي شكل انعدام للصوت فلا يسمع صوت .

الفيزياء يخفف أو يلغي الضوضاء :

يعتبر التداخل ألهدمي للصوت خاصية مفيدة في التقنية ضد الضوضاء . فقد تم تجهيز بعض الآلات المصدرة للضوضاء بأجهزة ترسل صوت الآلة إلي رقائق الكترونية تقوم بإصدار أصوات مطابقة لصوت الآلة ولكن تختلف معها في الطور كما في سماعات الأذن التي تعرف بالسماعات المانعة للضوضاء والتي يستخدمها الطيارون بكثرة في أيامنا هذه .

علل : يعتبر التداخل ألهدمي للصوت خاصية مفيدة في التقنية ضد الضوضاء .

وذلك بتجهيز بعض الآلات المصدرة للضوضاء بأجهزة ترسل صوت الآلة إلي رقائق الكترونية تصدر أصوات مطابقة كما في السماعات المانعة للضوضاء والتي يستخدمها الطيارين بكثرة الآن.

حيود الصوت

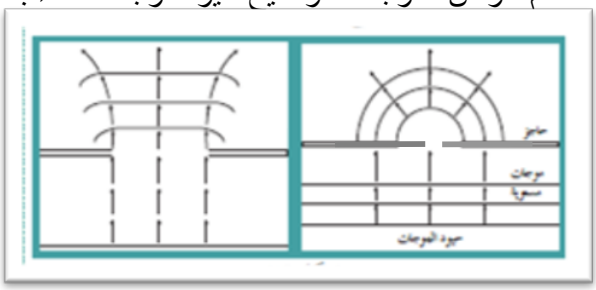
هي ظاهرة انحناء الموجات حول حافة حادة أو عند نفاذها من فتحة صغيرة بالنسبة إلى طولها ألموجي .

ملاحظة : يزداد انحناء الموجات كلما كان أتساع الفتحة أصغر .

علل : يمكنك سماع صوت يفصلك عنه حاجز .

بسبب حدوث ظاهرة الحيود في الصوت عند اصطدام موجات بحواجز وفتحات تتناسب أبعادها مع طول الموجة الصوتية

لاحظ : يمكن توضيح الحيود عمليا باستخدام حوض الموجات لتوضيح حيود موجات الماء باستخدام شرائح متنوعة الأحجام والأشكال كما بالشكل التالي .



الموجات الموقوفة (الساكنة) :

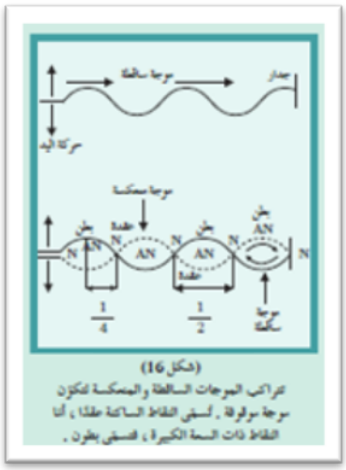
ماذا يحدث عند ربط حبل في حائط ثم هز الطرف الحر للحبل بطريقة منتظمة ؟

تحدث موجات ساقطة علي الجدار وموجات منعكسة وتلتقي الموجات الساقطة علي الجدار مع الموجات المنعكسة وتتداخل مكونة موجات موقوفة أو منعكسة .

الموجات الموقوفة :

هي تلك الموجات التي تنشأ من تراكب قطارين من الموجات متماثلين في التردد والسعة لكنهما يسيران في اتجاهين متعاكسين .

مما تتكون الموجات الموقوفة ؟



تتكون من عقد وبطون .

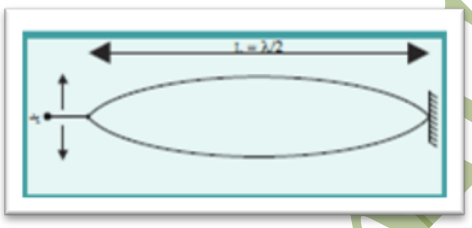
العقدة : موضع في الموجة الموقوفة تكون سعة اهتزاز جزيئات الوسط عنده صفر أو النقاط الساكنة في الموجة الموقوفة

البطن : موضع في الموجة الموقوفة تكون سعة اهتزاز جزيئات الوسط عنده أكبر ما يمكن أو النقاط ذات السعة الكبيرة في الموجة الموقوفة .

الطول الموجي للموجة الموقوفة : ضعف المسافة بين مركزي بطنين متتاليين أو عقدتين متتاليتين .

ملاحظات هامة :

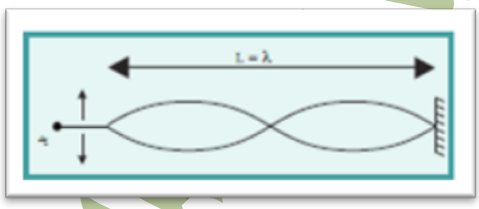
1- أبسط موجة موقوفة يمكن تكونها من قطاع واحد كما بالشكل المقابل حيث أن **القطاع يتكون من عقدتين بينهما بطن .**



طول القطاع الواحد (طول الحبل أو الوتر) = نصف طول موجة .

$$L = \frac{\lambda}{2}$$

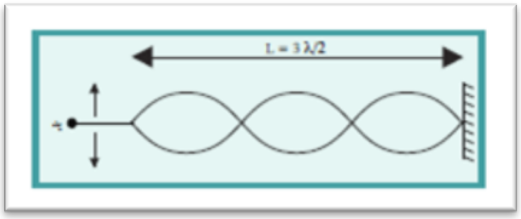
2- بزيادة التردد يزيد عدد القطاعات فإذا ضاعفنا تردد اهتزاز الحبل نحصل علي موجة موقوفة لها قطاعان كما بالشكل المقابل . وطول الحبل يساوي طول الموجة .



$$L = 2\ \frac{\lambda}{2}$$

$$L = \lambda$$

3- اذا حركنا الحبل بتردد ثلاث مرات أكثر نحصل علي موجة لها ثلاثة قطاعات كما بالشكل المقابل . ويكون :



$$L = \frac{3\lambda}{2}$$

الموجات الموقوفة والآلات الموسيقية

تتكون الموجات الموقوفة عند اهتزاز: 1- أوتار الآلات الموسيقية التي تصدر نغمات أساسية أو توفيقية
2- الأعمدة الهوائية المهتزة في حالة الرنين داخل آلات النفخ الموسيقية .

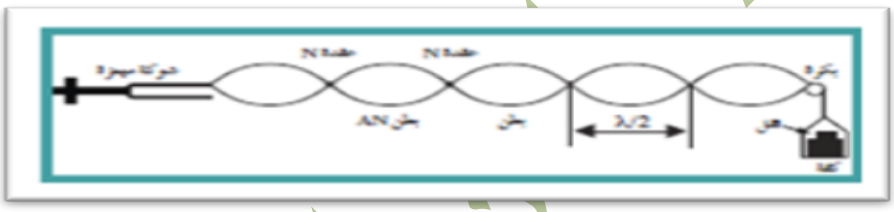
علل لما يلي :

1- تكون الموجات الموقوفة في الأوتار عند اهتزازها ؟
بسبب حدوث تداخل بين سلسلة من الموجات الساقطة والموجات المنعكسة المتماثلة في التردد والسعة .

2- عند حدوث تداخل بين موجات ساقطة وموجات منعكسة تسمي الموجات الناتجة الموجات الموقوفة أو الساكنة ؟
لثبات مواضع العقد والبطون في الموجة الموقوفة .

1- الأوتار الممتزة

س : اشرح تجربة ميلد لتوليد موجات موقوفة في الأوتار الممتزة ؟



الأدوات : يتكون جهاز ميلد من : 1- شوكة رنانة مهتزة
2- وتر وهو عبارة عن خيط مرن طوله حوالي m (2) يتصل بأحد فرعي الشوكة .
3- يمر الطرف الاخر للوتر فوق بكرة ملساء وينتهي في كفة توضع فيها أثقال .كما بالشكل الموضح أعلاه .

الخطوات : 1- عندما تهتز الشوكة ينتقل في الوتر قطار من الموجات المستعرضة تصل إلي البكرة فيرتد عنها .
2- تتراكب الموجات الساقطة مع الموجات المنعكسة مكونة الموجات الموقوفة التي تتكون من عقد وبطون .

س : اشرح تجربة لتعيين سرعة الموجات الموقوفة باستخدام جهاز ميلد ؟
1- نعد جهاز ميلد كما سبق ونضع أثقال مناسبة في الكفة .
2- نجعل الشوكة الرنانة تهتز حتي نحصل علي اهتزاز مستعرض في الوتر علي هيئة قطاعات .
3- يحدث تراكب بين الموجة الساقطة والموجة المنعكسة مكونا موجات موقوفة تتكون من قطاعات وكل قطاع ينكون من عقدتين بينهما بطن .
4- نحدد عدد القطاعات (n) وطول الخيط (L) .

النتائج :
طول القطاع الواحد = المسافة بين عقدتين متتاليتين = $\frac{L}{n}$

ولكن المسافة بين عقدتين متتاليتين = نصف طول موجة = $\frac{\lambda}{2}$

$$\therefore \lambda = \frac{2L}{n} \qquad \because \frac{L}{n} = \frac{\lambda}{2}$$

ولكن $v = \lambda . f$

$$\boxed{\therefore v = \frac{2L}{n} . f}$$

ما هي العوامل المؤثرة في تكوين الموجة الموقوفة وعدد قطاعاتها ؟

1- طول الوتر 2- نوع الوتر 3- قوة الشد في الوتر

النغمات التي يصدرها الوتر :

1 – النغمة الأساسية : هي النغمة التي يصدرها الوتر عندما يهتز بأكمله كقطاع واحد وترددها هو أقل تردد يمكن أن يهتز به هذا الوتر .

2 – النغمات التوافقية : نغمات يصدرها الوتر أعلى في التردد و أقل في الشدة من النغمة الأساسية – وفيها يهتز الوتر على شكل قطاعين أو أكثر .

حساب سرعة انتشار الموجة في وتر مشدود :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

حيث أن : v : سرعة الانتشار
T : قوة الشد في الوتر
μ : كتلة وحدة الأطوال من الوتر وتقاس (kg /m)

$$\mu = \frac{m}{L}$$

ملاحظة هامة :

حيث أن (m) : كتلة الوتر
(L) : طول الوتر

$$T = m\,g$$

حيث أن : (m) : كتلة الثقل المعلق بالوتر (الموضوع بالكفة)
(g) : عجلة الجاذبية الأرضية

حساب تردد النغمات التي يصدرها الوتر :-

$$\because v = \frac{2\,L}{n} . f$$

$$\therefore f = \frac{n\,v}{2\,L}$$

$$\because v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

حيث ان (n) : عدد القطاعات $n = 1,2,3,4,\ldots\ldots$

ملاحظة هامة :

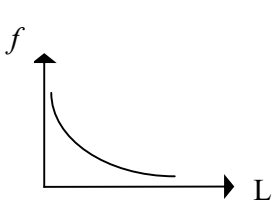
في النغمات التوافقية : نجد أن عدد القطاعات (n) يسبق **رتبة** النغمة بمقدار **1** .

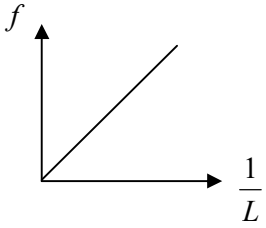
- فمثلا عدد القطاعات في النغمة التوافقية الأولي يساوي **2** وفي التوافقية الثانية يساوي **3** وهكذا .

العوامل المؤثرة في تردد النغمة الأساسية :

1- طول الوتر (L)

$$f \alpha \frac{1}{L}$$

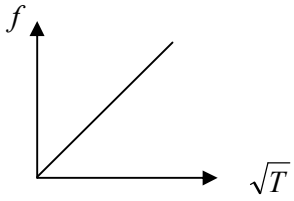




$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

2- قوة الشد في الوتر (T) :

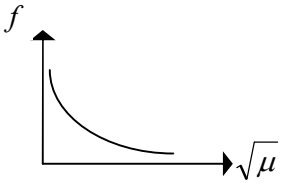
$$f \alpha \sqrt{T}$$

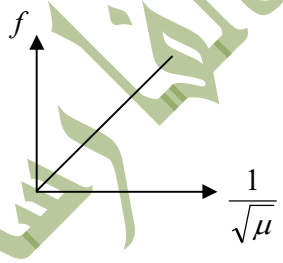


$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

3- كتلة وحدة الأطوال من الوتر (μ) :

$$f \alpha \frac{1}{\sqrt{\mu}}$$





$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}}$$

ملاحظة هامة : يمكن حساب تردد أي نغمة توافقية يصدرها الوتر من العلاقة التالية :

$$f_{(n-1)} = n f_o$$

حيث أن (f) : تردد النغمة التوافقية
(n) : عدد القطاعات
(f_o) : تردد النغمة الأساسية

علل لما يلي : 1- النغمة الأساسية المتولدة في وتر تعتبر أقل تردد لنغمة يصدرها الوتر.

لأنها تتكون من قطاع واحد وهو بطن محاطة بعقدتين .

2- الوتر السميك يصدر صوتا أقل تردد من وتر رفيع من نفس نوع المادة

لأنه كلما زاد سمك الوتر زادت كتلة وحدة الأطوال من الوتر فيقل التردد .

ملاحظة : عدد القطاعات يقل عن عدد العقد **بمقدار 1**

ثانوية سلمان الفارسي - بنين

الأعمدة الهوائية والرنين

تنقسم الأعمدة الهوائية إلي نوعين هما :

1- **عمود هوائي مغلق :** ويكون مغلق من أحد طرفيه

2- **عمود هوائي مفتوح :** ويكون مفتوح من كلا طرفيه .

س – يشبه اهتزاز الأعمدة الهوائية اهتزاز الأوتار المستعرضة . فسر ذلك (كيفية تولد الموجات الموقوفة في الأعمدة الهوائية) .

الموجة الصوتية التي تتحرك في العمود الهوائي داخل الأنبوب تنعكس عند وصولها إلي نهاية العمود الهوائي ثم تتحرك في الاتجاه العكسي وتستمر حركة الانعكاس مكونة موجة موقوفة طولية حيث تتكون عقدة عند الطرف المغلق للعمود وبطن عند الطرف المفتوح .

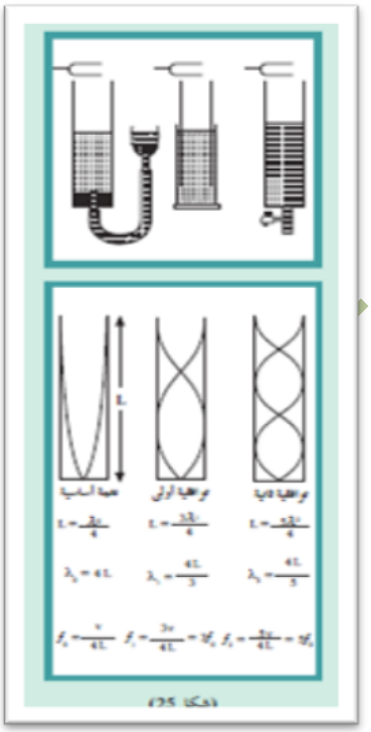
علل لما يلي : 1- يتكون عند الطرف المغلق للعمود الهوائي عقدة ؟

لأن جزيئات الهواء لا يمكنها أن تتحرك عند الطرف المغلق للعمود الهوائي الذي يمنعها من الحركة .

2- يتكون عند الطرف المفتوح للعمود الهوائي بطن ؟

لأن جزيئات الهواء تستطيع الحركة بسهولة إلي الخارج .

الرنين : اهتزاز جزيئات الوسط بسعة عظمى نتيجة تأثرها بمصدر يهتز بتردد يساوى أحد ترددات النغمة الأساسية أو التوافقية .



(أ) الرنين في الأعمدة الهوائية المغلقة

- يوضح الشكل المقابل ثلاثة أنواع من الأنابيب الهوائية المغلقة . يمكن تغيير طول العمود الهوائي فيها بتغيير مستوي سطح الماء أو أي سائل مناسب آخر داخل الأنبوب المستخدم .

يمكن أن يهتز عمود هوائي مغلق طوله (L) ويصدر نغمات مختلفة هي :

1- **النغمة الأساسية** : إذا إهتز بحيث تتكون علي امتداد طوله عقدة واحدة وبطن واحد أي علي شكل قطاع واحد .كما بالشكل المقابل .
ويكون طول العمود (طول القطاع) = ربع طول موجة . لأن المسافة بين عقدة وبطن يساوي ربع طول موجة .

$$L = \frac{\lambda}{4}$$

2- **النغمة التوافقية الأولي :** إذا اهتز بحيث يتكون داخله عقدتان وبطنان أي علي شكل ثلاث قطاعات كما بالشكل المقابل .

$$L = \frac{3\lambda}{4}$$

3- **النغمة التوافقية الثانية :** إذا اهتز بحيث تتكون علي امتداد طوله ثلاث عقد وثلاث بطون أي علي شكل خمس قطاعات كما بالشكل المقابل .

$$L = \frac{5\lambda}{4}$$

وهكذا .....

حساب تردد النغمة الأساسية في العمود الهوائي المغلق :

$$\because \quad f_o = \frac{v}{\lambda}$$

$$\because \quad \lambda = 4\ L$$

$$\therefore \quad f_o = \frac{v}{4\ L}$$

حساب تردد النغمات التوافقية في العمود الهوائي المغلق :

$$f_n = (2n+1)\, f_o = (2n+1)\frac{v}{4L}$$

حيث أن (f_n) تردد النغمة التوافقية

(f_o) تردد النغمة الأساسية

$(n = 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , \ldots\ldots)$

أي أن تردد هذه النغمات يتناسب مع الأعداد الصحيحة الفردية .

النسبة بين الترددات :

$$f_o : f_1 : f_2 : \ldots\ldots$$

$$1 : 3 : 5 : \ldots\ldots$$

أي أن تردد **النغمة التوافقية الأولي** يساوي **ثلاث أمثال تردد النغمة الأساسية** . وتردد **النغمة التوافقية الثانية** يساوي **خمسة أمثال تردد النغمة الأساسية** وهكذا .

ملاحظة هامة : عندما يهتز عمود هوائي ليصدر **نغمته الأساسية** وتسمي **الرنين الأول** . فإن بعض **النغمات التوافقية** وتسمي **بالرنين الثاني والثالث وهكذا** تصدر مرافقة للنغمة الأساسية كما يحدث في الأنابيب الأرغوانية . ويزداد شدة النغمات التوافقية المرافقة للنغمة الأساسية كما يزداد عدد هذه النغمات تدريجيا مما يؤدي إلي تغير نوع النغمة في الأنبوب الأرغواني.

علل لما يلي :1- تغير نوع النغمة في الأنبوب الأرغواني (آلة النفخ) ؟

بسبب زيادة شدة النغمات التوافقية المرافقة للنغمة الأساسية كما يزداد عدد النغمات تدريجيا .

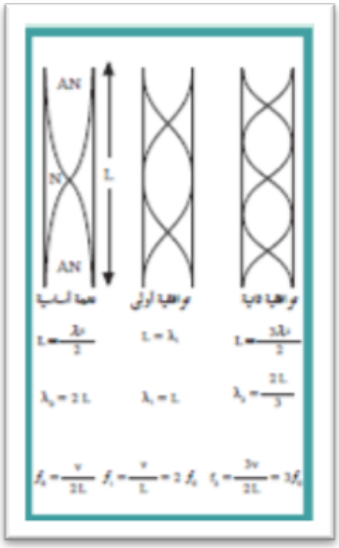
2- حدوث رنين في الأعمدة الهوائية ؟

عندما تهتز جزيئات الوسط بسعة عظمي نتيجة تأثرها بمصدر يهتز بتردد يساوي احد ترددات النغمة الأساسية أو التوافقية .

لاحظ هامة : التردد للنغمات في العمود الهوائي **يتناسب عكسيا** مع **طول العمود الهوائي .**

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

الرنين في الأعمدة الهوائية المفتوحة



1- النغمة الأساسية : إذا اهتز بحيث تتكون علي امتداد طوله عقدة واحدة وبطنين أي علي شكل قطاع واحد .كما بالشكل المقابل .
ويكون طول العمود (طول القطاع) = نصف طول موجة . لأن المسافة بين بطنين متتاليتين يساوي نصف طول موجة .

$$L=\frac{\lambda}{2}$$

2- النغمة التوافقية الأولي : إذا اهتز علي شكل قطاعين كما بالشكل المقابل .

$$L=\frac{2\lambda}{2}$$

3- النغمة التوافقية الثانية : إذا إهتز علي شكل ثلاث قطاعات كما بالشكل المقابل .

$$L=\frac{3\lambda}{2}$$

وهكذا .....

حساب تردد النغمة الأساسية في العمود الهوائي المفتوح :

$$f_o=\frac{v}{\lambda}=\frac{v}{2L}$$

حساب تردد النغمات التوافقية في العمود الهوائي المفتوح :

$$f_{n-1}=n\ f_o=\frac{n\ v}{2\ L}$$

n = 1 , 2 , 3 , 4 ,..... (عدد القطاعات)

حيث أن : (f_{n-1}) : تردد النغمة التوافقية

(f_o) : تردد النغمة الأساسية

النسبة بين الترددات :

$$f_o\ :\ f_1\ :\ f_2\ :\ .....$$

$$1\ :\ 2\ :\ 3\ :\ .....$$

ملاحظات هامة : 1- عدد القطاعات (n) يسبق **رتبة** النغمة التوافقية بمقدار **1** .
2- في العمود المفتوح يكون **عدد القطاعات (n)** يساوي **عدد العقد** في الرسم الموضح للعمود المفتوح
3- الفرق بين **طولي عموديين هوائيين يحدثان رنينين متتاليين** يساوي **نصف طول الموجة** سواء أكان الأنبوب مفتوحا أم مغلقا .

الفيزياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الرابعة

الكهربائية الساكنة والتيار المستمر

إعداد أ / أحمد سمير

تابعونا على الفيس بوك - بنها

الفصل الأول : الكهربائية الساكنة

(الدرس 1-1) الشحنات والقوي الكهربائية

1- أنواع الشحنات :

الذرة تحتوى على ثلاث أنواع من الجسيمات هى :

1- البروتونات **الموجبة الشحنة** وتوجد داخل النواة .
2- النيوترونات التي **لا تحمل شحنة كهربائية** وتوجد داخل النواة
3- الالكترونات **السالبة الشحنة** وتدور حول النواة .

علل : الذرة متعادلة كهربائيا في حالتها العادية ؟

لأنها تحتوى على عدد متساو من البروتونات والإلكترونات .

ملاحظة : تتجاذب الإلكترونات مع البروتونات ، لكنها تتنافر فى ما بينها . أي أن الشحنات **المتشابهة تتنافر** والشحنات **المختلفة تتجاذب** . يعود هذان التجاذب والتنافر إلي خاصية تسمي **الشحنة الكهربائية .**

2- قانون حفظ (بقاء) الشحنة :

الشحنات لا تفنى ولا تستحدث بل تنتقل من ماده إلى أخرى ، ما يعنى أن الشحنات الكهربائية محفوظة .

ملاحظة : وينطبق مبدأ حفظ الشحنة الكهربائية على كل عمليات الشحن ، سواء تلك التي تحدث على نطاق واسع مثل البرق أو التي تحدث علي نطاق ضيق كما في مجال الذرة.

علل لما يلي :

1- إذا فقدت الذرة عدد من الالكترونات تصبح أيون موجب ؟

لأنه في هذه الحالة يصبح عدد بروتونات النواة اكبر من عدد الإلكترونات .

2- إذا اكتسبت الذرة عدد من الالكترونات تصبح أيون سالب ؟

لأنه في هذه الحالة يصبح عدد بروتونات النواة أقل من عدد الإلكترونات .

ملاحظات هامة :

1- تكون الإلكترونات التي تدور **بالقرب** من النواة **شديدة الترابط** معها في حين أن الإلكترونات التي تدور في **أبعد** المدارات يكون **ترابطها** بالنواة **ضعيفا** ويسهل انتزاعها من الذرة .
2- تختلف قيمة الطاقة اللازمة لنزع إلكترونا ما طبقا لنوع المواد المختلفة .
3- فإلكترونات المطاط تكون أكثر ارتباطا من إلكترونات الفراء .
4- الحرير له ميل للإلكترونات أكثر من ميل الزجاج والبلاستيك لها .

ماذا يحدث في الحالات التالية :

1- عند احتكاك ساق المطاط بالفراء (الصوف) ؟

تنتقل الإلكترونات من الفراء إلى المطاط ، فيصبح قضيب المطاط محتويا على إلكترونات زائدة ، ويصبح سالب الشحنة .أما الفراء، فيحدث له نقص في الإلكترونات ويصبح موجب الشحنة .

2- عند احتكاك ساق الزجاج أو البلاستيك بالحرير ؟

تنتقل الإلكترونات من الزجاج إلى الحرير ، فيصبح الحرير محتويا على إلكترونات زائدة ، ويصبح سالب الشحنة .أما الزجاج فيحدث له نقص في الإلكترونات ويصبح موجب الشحنة .

مما سبق نستنتج أن :- الجسم الذي لا تتساوي فيه أعداد البروتونات والالكترونات يكون مشحونا كهربائيا حيث انه :

أ- إن احتوى على **إلكترونات أقل** أصبح **موجب** الشحنة .

ب- وإن احتوى على **إلكترونات أكثر** أصبح **سالب** الشحنة .

طرق الشحن :

تنتقل الشحنات بثلاث طرق هي :

1- **الدلك (الاحتكاك) :** هو انتقال الإلكترونات من جسم إلي أخر .

2- **التوصيل (اللمس) :** هو انتقال الإلكترونات من جسم مشحون إلى جسم أخر بالتلامس المباشر .

3- **التأثير (الحث) :** هو تحرك الإلكترونات إلى جزء من الجسم بسبب الشحنة الكهربائية لجسم أخر لا يلامسه .

ملاحظة هامة :

1- الشحنة الكهربائية التي يحملها أي جسم هي مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون الواحد لأنه لا يمكن تجزئة الإلكترون الواحد .

2- لا يمكن وجود شحنة تعادل شحنة 10.5e أو 1000.5e

تعليلات هامة :

1- لا يمكن وجود شحنة تعادل شحنة 100.5e

لأن الشحنة الكهربائية التي يحملها جسم لابد وأن تكون مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون الواحد.

2- عند احتكاك قضيب مطاطي بالفراء يصبح قضيب المطاط سالب الشحنة بينما الفراء يصبح موجب الشحنة .

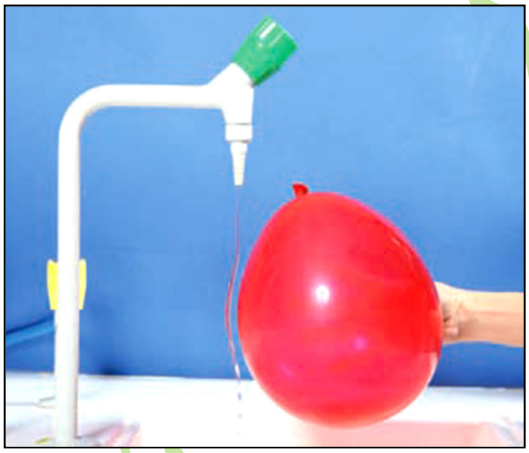
لأن عند احتكاك الساق المطاطي بالفراء تنتقل الالكترونات من الفراء إلى المطاط و ذلك لأن الكترونات المطاط تكون أكثر ارتباطا من إلكترونات الفراء فيصبح ساق المطاط محتويا على الكترونات زائدة و يصبح سالب الشحنة أما الفراء فيحدث له نقص في الالكترونات فيصبح موجب الشحنة .

3- عند دلك ساق من الزجاج بقطعة من الحرير فإن الزجاج يشحن بشحنة موجبة والحرير بشحنة سالبة .

لأن عند دلك ساق من الزجاج بقطعة من الحرير تنتقل الالكترونات من الزجاج إلى الحرير و ذلك لأن الحرير له ميل لاكتساب الالكترونات أكثر من الزجاج الذي يفقد الالكترونات فتصبح ساق الزجاج موجبة الشحنة و الحرير سالب الشحنة .

تجربة الماء المنحني :

لإجراء هذا النشاط تحتاج إلى بالون ومصدر ماء (صنبور) .



1- افتح صنبور الماء لتحصل على ماء ينساب بخيط رفيع .

2- انفخ البالون وقربه من الماء .

3- دع البالون الجاف يحتك بسترتك أو بقطعة من الصوف .

4- قرب البالون ببطء من الماء .

اعتماد على ملاحظتك :

1- ماذا اكتسب البالون نتيجة احتكاكه بسترتك أو بقطعة الصوف ؟

شحنة كهربائية .

2- ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه قبل احتكاكه ؟

استمرت بالانسياب بشكلها الطبيعي

3- ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه بعد احتكاكه ؟

انحني مسار انسيابها

4- هل يُمكنك استخدام مسطرة من الحديد بدلاً من البالون ؟ و لماذا ؟
لا لأن الحديد موصل للكهرباء فلا يمكن تجميع شحنات ساكنة عليه بدلكه بقطعة من الصوف .

5- ماذا تستنتج ؟
تبقي الشحنات ثابتة في المواد العازلة ولكنها تتحرك في المواد الموصلة مكونة تيارا كهربائيا .

3- الكشف عن الشحنة :-

إن الشحنة الكهربائية **غير مرئية** ، لكن يمكن اكتشافها بواسطة أداة خاصة تسمى **الكشاف الكهربائي (الالكتروسكوب)**

الكشاف الكهربائي :

تركيبه :
1- ساق معدنية لها قرص في أعلاها .
2- ساق في الأسفل حيث توجد ورقتان أو صفيحتان من معدن رقيق جدا (ألمونيوم أو فضة أو ذهب).

وظيفة الكشاف : الكشف عن وجود ونوع ومقدار الشحنة الكهربائية .

ملاحظات :
1- عندما يكون الكشاف الكهربائي غير مشحون تتدلى الورقتان نحو الأسفل (شكل 30) .
2- عندما يلمس القرص جسما مشحونا تسري الشحنات عبر الساق حتى تصل إلي الورقتين اللتين تصبحان مشحونتين بالشحنة نفسها لذا فإنهما تتنافران أو تنفرجان .
3- تتنافر ورقتا الكشاف الكهربائي إذا شحنتا بشحنة سالبة أو موجبة كما بالشكل المقابل .

علل :1- انفراج ورقتي كشاف كهربائي عند تلامس جسم مشحون من قرصه المعدني
عندما يلمس القرص جسما مشحونا تسري الشحنات عبر الساق إلي ورقتي الكشاف فتشحنان بالشحنة نفسها فتتنافرا.

4- التفريغ الكهربائي :

فقدان الكهرباء الساكنة الناتج عن انتقال الشحنات الكهربائية بعيدا عن الجسم .

ملاحظات:
1- لا يحتفظ الجسم المشحون بشحنته إلى الأبد ،فالإلكترونات تميل إلي الحركة لتعود بالجسم إلى حالته المتعادلة .
2- عند جمع جسمين يحمل إحداهما شحنة موجبة والأخر سالبة ، تنتقل الإلكترونات من الجسم ذي الشحنة السالبة إلي الجسم الموجب الشحنة .

علل لما يلي :
1- تجهز شاحنة لنقل الغاز أو النفط بسلسلة معدنية تتدلى من الخلف بشكل يبقي طرفها الأسفل دائما على تماس مع الأرض
تعمل السلسلة علي تفريغ الشحنات المتراكمة علي جسم الشاحنة لمنع حدوث شرارة كهربائية قد تؤدى لاحتراقها.
2- يقوم بعض الفنيين الذين يتعاملون مع الدوائر الالكترونية على وسادة عازلة و يرتدون أربطة حول معصمهم تتصل بسلك أرضي .
حتى يحدث تفريغ كهربائي من أجسامهم للأرض ومنع انتقالها الي الدوائر الالكترونية الحساسة

تداخل الفيزياء و الكيمياء

قوى الروابط الكيميائية التي تعمل على ترابط الذرات معاً لتكون جزئيات هي قوى كهربائية بين الشحنات الموجبة و الشحنات السالبة .

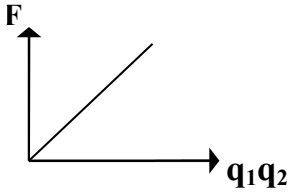
5- قانون كولوم

القوة الكهربائية بين جسمين مشحونين ، مهمل حجمهما بالنسبة إلي المسافة الفاصلة بينهما ، تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما .

العوامل التي يتوقف عليها القوي الكهربائية المتبادلة بين شحنتين :

1- **مقدار كلا من الشحنتين q_1q_2 :**

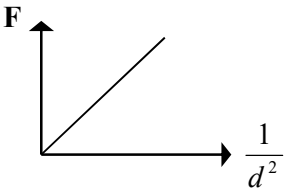
$$F \ \alpha \ q_1 q_2$$

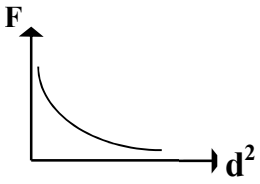


2- **البعد بين الشحنتين (d) :**

$$F \alpha \frac{1}{d^2}$$

3- **نوع الوسط :**





الصيغة الرياضية لقانون كولوم

$$F = K \frac{q_1 \ q_2}{d^2}$$

حيث أن (K)هو ثابت كولوم ويتوقف علي نوع الوسط الذي توجد فيه الشحنتين .

ملاحظة : قانون كولوم يشبه قانون نيوتن للجاذبية حيث تؤدي الشحنة في قانون كولوم الدور نفسه الذي تؤديه الكتلة في قانون نيوتن للجاذبية .

مثال (1) : ذرة هيدروجين مفردة تتكون نواتها من بروتون كتلته (1.7×10^{-27} kg) يدور حوله إلكترون واحد كتلته (9.1×10^{-31} kg) و متوسط نصف قطر المدار يساوي (5.3×10^{-11} m) .
إذا علمت أن شحنة الإلكترون = شحنة البروتون = (1.6×10^{-19} C) . أحسب ما يلي :

أ) القوة الكهربية بين إلكترون و البروتون .

.....

.....

ب) قوة الجاذبية بين إلكترون و البروتون علما بأن $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$.

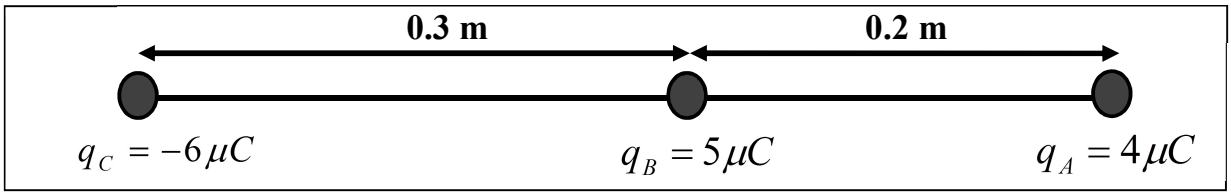
.....

.....

جـ) قيم : هل النتيجة مقبولة ؟

.....

مثال (2) : أدرس الشكل المقابل . ثم أحسب ما يلي :



أ) القوة الكهربية المؤثرة علي الكرة (C) .

ب) القوة الكهربية المؤثرة علي الكرة (A) .

ماذا يحدث في الحالات التالية :

1- لقوة كهربية مقدارها (100 N) إذا قلت المسافة بين الشحنتين لنصف قيمتها الأساسية ؟

2- لقوة كهربية مقدارها (400 N) إذا قلت كل من الشحنتين إلي نصف قيمتهما ؟

ثانوية سلمان الفارسي - بنين

الفصل الثاني : التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

(الدرس 2-1) التيار الكهربائي ومصدر الجهد

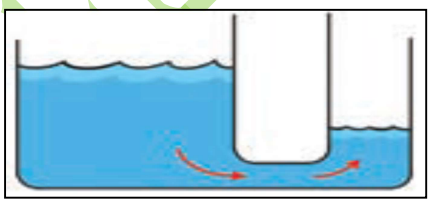
1- تدفق الشحنات

- تتدفق الشحنات من إحدى طرفي الموصل إلى الطرف الآخر عندما يكون هناك **فرق في الجهد** بين طرفي الموصل ويستمر تدفق الشحنات إلى أن **يتساوي** الجهد بين الطرفين .
- أي انه تتدفق الشحنات عندما يكون هناك **فرق جهد** .
- وعندما **لا يكون** هناك فرق جهد **يتوقف** سريان الشحنات عبر الموصل .

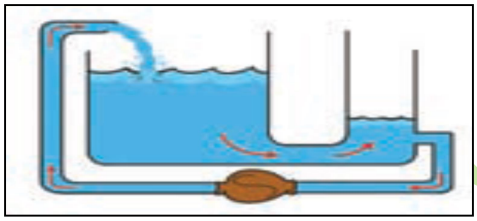
مثال على ذلك إذا لامس إحدى طرفي سلك ما الأرض بينما اتصل الطرف الآخر بكره مولد (فان دي جراف) المشحون إلي جهد عالي تتدفق موجة من الشحنات في السلك لفترة قصيرة إلي أن يتساوي جهد كرة المولد مع جهد الأرض .

- للحصول على **تدفق مستمر للشحنات** في موصل ما يجب الحفاظ على فرق الجهد بين طرفي الموصل .

لاحظ : تدفق الشحنات يشبه تدفق المياه من خزان عالٍ إلى آخر منخفض حيث يستمر تدفق المياه فقط طالما هناك فرق في مستوى المياه .



أ) تتدفق المياه من طرق الأنبوب ذي الضغط المرتفع إلى الطرف الآخر ذي الضغط المنخفض . يتوقف التدفق عندما يتساوي الضغط .



ب) يستمر تدفق المياه بسبب وجود **مضخة** تحافظ على الفرق في مستوى الخزان

2- التيار الكهربائي

هو سريان الشحنات الكهربائية .

ملاحظات :

1- **في الموصلات الصلبة :** تقوم **الإلكترونات** بحمل الشحنات في الدائرة وتسمي هذه الالكترونات إلكترونات التوصيل.أما **البروتونات** فهي موجودة داخل نواة الذرة ومحكومة في أماكن ثابتة .

2- **في الموائع :** تشكل الأيونات السالبة و الموجبة سريان الشحنة الكهربائية (مثل الإلكتروليت الموجود في بطاريات السيارات)

علل : لا يمكن للبروتونات حمل الشحنات الكهربائية في الدائرة الكهربائية .

لأن البروتونات موجودة داخل نواة الذرة و محكومة في أماكن ثابتة (غير قابلة للحركة) .

شدة التيار الكهربائي (I) : كمية الشحنة التي تمر خلال أي مقطع في الثانية الواحدة .

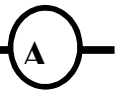
$$I = \frac{Q}{t}$$

حيث أن (Q) كمية الشحنة
(t) الزمن

أ / أحمد سمير

وحدة قياس شدة التيار الكهربائي : **الأمبير** (A) ويعادل (كولوم / ثانية) (C / s)

الأمبير : سريان شحنة مقدارها C (1) لكل ثانية .

الجهاز المستخدم في قياس شدة التيار الكهربائي : هو **الأميتر**  ويوصل في الدائرة علي **التوالي** .

لاحظ : 1- عندما تسري الإلكترونات في سلك ما **يتساوى** عدد الإلكترونات الذي يدخل من **أحد طرفيه** مع عدد الإلكترونات الذي يخرج من **الطرف الآخر**، و في كل لحظة تساوي محصلة شحنة السلك **صفر** .

2- الوحدة الدولية لقياس كمية الشحنة الكهربائية هي الكولوم (C) ويساوي الشحنة الكهربائية لعدد من الالكترونات يساوي (6.24×10^{18}) الكترون .

حساب عدد الالكترونات المارة في موصل :

حيث أن (Q) كمية الشحنة المارة في الموصل

(e) شحنة الإلكترون ($e = 1.6 \times 10^{-19}$).

$$N = \frac{Q}{e}$$

مصادر الفولت :

مصدر الجهد : هو الشئ الذي يحافظ على استمرار فرق الجهد بين طرفي الدائرة . وبالتالي تحافظ علي الانسياب المستقر

مصادر الجهد تتمثل في 1- **الأعمدة الجافة** 2- **الأعمدة السائلة** 3- **المولدات**

مصادر الجهد : هي التي تمدنا **بالطاقة** اللازمة لتحريك **الشحنات** في الدائرة .

البطارية : عبارة عن عمودين أو أكثر متصلين ببعضهما البعض .

لاحظ : 1- تتحول الطاقة الناتجة عن التفاعل **الكيميائي** الحادث داخل العمود الكهربي إلى **طاقة كهربائية .**

2- تقوم المولدات(كالدينامو في السيارة) بتحويل الطاقة **الميكانيكية** (الحركية) إلى طاقة **كهربائية** .

فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين (V):

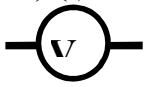
يساوي عدديا مقدارالشغل المبذول (الطاقة) لنقل وحدة الشحنات بين هاتين النقطتين .

حيث أن (E) هي الشغل المبذول أو الطاقة

(q) كمية الشحنة .

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

وحدة قياس فرق الجهد : الفولت (v) ويعادل (جول / كولوم) (J / C)

الجهاز المستخدم في قياس فرق الجهد : هو **الفولتميتر**  ويوصل في الدائرة علي **التوازي** .

الجهد: هو الطاقه مقسومة على الشحنة.

القوة الدافعة الكهربائية (e.m.f) :

هي طاقة الجهد لكل شحنة مقدارها كولوم واحد ناتجة عن الالكترونات المتحركة بين الطرفين .

ملاحظات : 1- تقوم القوة الدافعة الكهربائية بتوفير **الضغط الكهربائي** اللازم **لتحريك** الالكترونات بين الطرفين في الدائرة .

2- **الشحنات** هي التي **تتدفق** عبر الدائرة نتيجة لوجود **قوة دافعة كهربائية** . ولا يمكن القول بأن **القوة الدافعة الكهربائية** تنساب عبر الدائرة .

3- القوة الدافعة **لا تتحرك** أما **الشحنات** فهي التي **تسري** عبر الدائرة .

4- القوة الدافعة هي التي **تسبب التيار .**

ما المقصود بكل مما يلي :

1- القوة الدافعة الكهربائية لمصدر كهربائي V (1) .

طاقة الجهد لشحنة مقدارها c(1) تساوى j(1) ناتجة عن حركة الالكترونات بين طرفي البطارية.

2- شدة التيار الكهربائي في سلك A (1).

معدل سريان الشحنة التي تمر عبر أي مقطع في السلك C 1 لكل ثانية .

3- فرق الجهد بين نقطتين v (4) .

الشغل المبذول (الطاقة) لنقل وحدة الشحنات بين هاتين النقطتين يساوي J 4 .

مثال (1) : تيار شدته (A 5) يمر في سلك في نصف دقيقة حيث فرق الجهد بين طرفي السلك (V 12) .

أحسب ما يلي :

أ) كمية الشحنة الكهربية المارة في السلك .

.....

.....

ب) الشغل المبذول (الطاقة) اللازم لنقل هذه الشحنة في السلك .

.....

.....

جـ) عدد الالكترونات المارة في السلك حيث ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C)

.....

.....

مثال (2) : بطارية تبذل طاقة (J 270) على شحنة (C 30) في دائرة كهربية . أحسب ما يلي :

أ) فرق جهد هذه البطارية .

.....

.....

ب) شدة التيار المار في الدائرة في زمن قدره (10) ثواني .

.....

.....

الدرس (2-2): المقاومة الكهربائية وقانون أوم

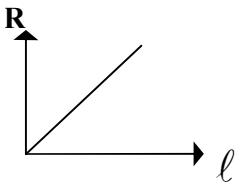
1- المقاومة الكهربائية

الإعاقة التي تواجهها الإلكترونات أثناء انتقالها في الموصل بسبب تصادمها مع بعضها ومع ذرات الفلز المارة به .

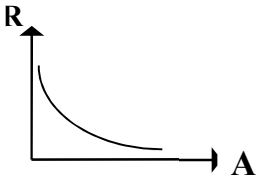
ملاحظة : إذا عرضنا موصلين مختلفين إلى فرق الجهد نفسه ،سيعيق كل منهما التيار الكهربائي على نحو مختلف ، أي أن لكل موصل مقاومة تختلف عن الاخري .

العوامل التي يتوقف عليها المقاومة الكهربائية لموصل (R) :

1- **طول السلك (ℓ) :** مقاومة الأسلاك الطويلة أكبر من مقاومة الأسلاك القصيرة .(تزداد مقاومة السلك بزيادة طوله) .



2- **مساحة مقطع السلك (A) :**
مقاومة الأسلاك السميكة أقل من مقاومة الأسلاك الرفيعة .(تقل مقاومة السلك بزيادة مساحة مقطع السلك .)



3- **نوع مادة السلك** : تتغير المقاومة بتغير نوع المادة .

4- **درجة حرارة السلك :** تزداد المقاومة بزيادة درجة الحرارة والعكس صحيح .

$$R = \frac{\rho\ \ell}{A}$$

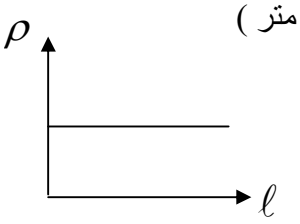
حيث أن : (ρ) هي المقاومة النوعية للمادة المصنوع منها السلك

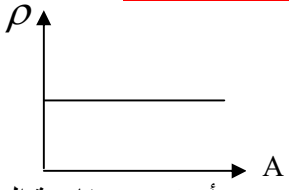
وحدة قياس المقاومة الكهربائية : هي **الأوم** (Ω)

الجهاز المستخدم في قياس المقاومة الكهربائية : هو **الأوميتر** .

العوامل التي يتوقف عليها المقاومة النوعية لمادة (ρ) :
1- نوع المادة 2- درجة الحرارة

وحدة قياس المقاومة النوعية : (Ω . m) (أوم . متر)





ملاحظة: 1- يمكن أن تصبح مقاومة المواد **صفرا** علي درجات الحرارة المنخفضة جدا وعندها تسمي هذه المواد بالمواد

أ / أحمد سمير

فائقة التوصيل .

2- تنقسم المقاومة الكهربائية لنوعين :

أ- مقاومة ثابتة (⁓⁓⁓)

ب- مقاومة متغيرة (ريوستات) ⁓⁓↗ .

علل لما يلي :

1- كلما زاد طول السلك زادت مقاومته الكهربائية .(تكون مقاومة الأسلاك الطويلة أكبر من مقاومة الأسلاك القصيرة)

وذلك لزيادة عدد التصادمات بين ذرات السلك والكترونات التيار فتزداد المقاومة.

2- كلما زادت مساحة المقطع لموصل قلت مقاومته الكهربائية .(تكون مقاومة الأسلاك السميكة أقل من مقاومة الأسلاك الرفيعة) .

لوجود مساحة أكبر لتدفق الالكترونات فيقل عدد التصادمات بين ذرات السلك والكترونات التيار فتقل المقاومة .

3- تزداد المقاومة النوعية للموصل كلما زادت درجة حرارته

لأنه بزيادة الحرارة تزداد الحركة الاهتزازية للذرات فيزداد عدد تصادمها مع الكترونات التيار فتزداد المقاومة .

4- المقاومة الكهربائية غير مميزة لنوع المادة .

لأن المقاومة الكهربائية تعتمد على سماكة السلك (مساحة مقطعه) و طوله و درجة حرارته.

قانون أوم

فرق الجهد بين طرفي مقاومة ثابتة يتناسب طرديا مع شدة التيار المار فيها عند ثبات درجة الحرارة .

$$I = \frac{V}{R}$$

ملاحظة :

وحدة قياس المقاومة هي **الأوم** ويعادل (فولت / أمبير) (V/ A) .

$$1\,A = \frac{1V}{1\Omega}$$

تعريف الأوم :

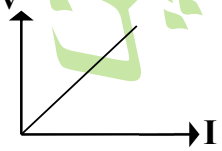
مقاومة موصل حين يكون فرق الجهد بين طرفيه (1V) ويسري فيه تيار شدته (1A) .

ملاحظات:

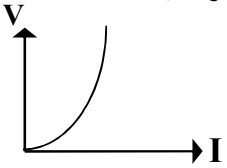
1- شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة يتناسب طرديا مع فرق الجهد المطبق عبر الدائرة ،عند ثبات المقاومة ودرجة الحرارة . ويتناسب عكسيا مع المقاومة عند ثبات فرق الجهد ودرجة الحرارة .

تنقسم المقاومات أيضا إلي نوعين :

أ- **مقاومات أومية (مقاومات تحقق قانون أوم):** حيث يتغير التيار المار فيها علي نحو ثابت مع فرق الجهد علي طرفيها وتكون العلاقة **طردية** خطية بين شدة التيار والجهد . كما بالشكل المقابل .



ب- **مقاومات لا أومية (مقاومات لا تحقق قانون أوم)** : حيث يتغير التيار علي نحو غير خطي مع فرق الجهد بين طرفي المقاومة .وتكون العلاقة طردية **لا** خطية بين شدة التيار والجهد .كما بالشكل التالي .



علل لما يلي :

1- استخدام الريوستات في دائرة قانون أوم .

لتغيير مقاومة الدائرة وبالتالي تغير شدة التيار الكهربائي في الدائرة .

2- عند تحقيق قانون أوم عمليا نمرر تيار منخفض الشدة .

حتى لا ترتفع درجة حرارة المقاومة و تصبح العلاقة الطردية لا خطية بين شدة التيار و الجهد .

العلاقة بالكيمياء الكهربائية :

التحليل الكهربائي: تتعلق الكيمياء الكهربائية بالطاقة الكهربائية وبالتغيير الكهربائي .

- يمكن للجزيئات الموجودة في سائل ما أن تنكسر وتنفصل عن بعضها بتأثير التيار الكهربائي وهذا ما يعرف بالتحليل الكهربائي .

مثال : تمرير التيار الكهربائي في الماء حيث تنفصل مكونات الماء وهي الهيدروجين والأكسجين .

استخدامات التحليل الكهربائي : 1- إعادة شحن بطارية السيارة .

1- استخراج المعادن من المواد الخام .مثل الألمونيوم .

مثال 1 : في تجربة أوم كان فرق الجهد بين طرفي السلك (10 V) و كانت شدة التيار فيه (2 A) أحسب ما يلي :

(أ) مقاومة السلك .

.....

.....

(ب) طول السلك إذا كانت مقاومته النوعية (1.6×10^{-8} Ω.m) و مساحة مقطعه (3) mm^2 .

.....

.....

.....

مثال 2 : سلك معدني طوله (200 m) ومساحة مقطعه (2×10^{-6} m) ومقاومته النوعية (2.5×10^{-8} Ω.m)

أحسب ما يلي :

(أ) مقاومة السلك .

.....

.....

(ب) فرق الجهد بين طرفي السلك عندما يمر به تيار شدته (4 A) .

.....

.....

مثال 3 : سلك معدني طوله (500 m) و مساحة مقطعه (0.5 cm) و فرق الجهد بين طرفيه (210 V)

و كانت شدة التيار المار فيه (8 A) . أحسب ما يلي :

(أ) المقاومة الكهربية السلك .

.....

.....

(ب) المقاومة النوعية لمادة السلك .

القدرة الكهربائية

القدرة الميكانيكية

هي الشغل المبذول خلال وحدة الزمن .

القدرة الكهربائية (p):

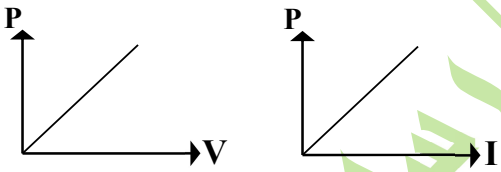
معدل تحول الطاقة الكهربائية إلي أشكال أخري (ميكانيكية – حرارية – ضوئية) .
أو هي ناتج ضرب شدة التيار وفرق الجهد .

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

$$p = \frac{E}{t}$$

حيث أن (E) هي الطاقة الكهربائية المستهلكة

وحدة قياس القدرة الكهربائية : الواط (W) ويعادل (جول / ثانية J/s)



$$\because P = \frac{E}{t}$$
$$\because E = QV$$
$$\because Q = It$$
$$\therefore P = VI$$

الواط أيضا يعادل (فولت . أمبير V. A)

علل : تختلف شدة إضاءة مصباحين بالرغم من أنهما يعملان بنفس فرق الجهد الكهربائي .
بسبب اختلاف القدرة الكهربائية لكل من المصباحين .

الطاقة الكهربائية

1- حساب الطاقة المستهلكة في جهاز موصول على فرق جهد (V) :

$$\because P = \frac{E}{t}$$

$$\therefore E = P\,t$$

$$\because p = V\,I$$

$$\boxed{\therefore E = V\,I\,t}$$

2- حساب الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية (R) : (قانون جول)

إذا كان للجهاز مقاومة أومية (R) :

$$\because E = V\,I\,t$$

$$\because V = I\,R$$

$$\boxed{\therefore E = I^2\,R\,t}$$

3- حساب الطاقة المستهلكة في المنزل :

الطاقة المستهلكة من أي جهاز منزلي تحسب بالعلاقة $\boxed{E = P\,t}$

- تقاس الطاقة المستهلكة في المنازل بوحدة (الكيلو واط . ساعة)

الكيلو واط . ساعة = 3.6×10^6 J

ملاحظة : سعر التكلفة = الطاقة المستهلكة بوحدة الكيلووات . ساعة X سعر الكيلووات . ساعة

مثال 1 : استخدمت مدفأة كهربائية في داخلها ملف تسخين واحد و تعمل على فرق جهد (220 V) و يمر فيها تيار شدته (5 A) أحسب :

(أ) مقاومة الملف الواحد .

.....

(ب) القدرة المستهلكة عند استخدام الملف الواحد .

.....

(جـ) الطاقة المستهلكة (بالجول) إذا استخدمت المدفأة لمدة (6) ساعات .

.....

(د) الطاقة المستهلكة (بالكيلو واط – ساعة) إذا استخدمت لنفس المدة .

.....

(هـ) سعر التكلفة الذي ستدفعه إذا كان سعر الكيلو واط – ساعة يساوي (فلسين) في هذه المدة .

.....

مثال 2 : مقاومة أومية (50 Ω) يمر فيه تيار شدته (10 A) أحسب :
(أ) فرق الجهد بين طرفي المقاومة الأومية .

.....

(ب) القدرة الكهربية للمقاومة الأومية .

.....

(جـ) الطاقة المستهلكة في المقاومة الأومية في زمن قدره (20) ثواني .

.....

(د) الطاقة المستهلكة في المقاومة الأومية في زمن قدره دقيقتين .

.....

مثال 3 : شحنة كهربائية مقدارها (15 C) مرت خلال دقيقة في مقاومة عليها فرق جهد (12 V) أحسب :
(أ) شدة التيار المار في المقاومة .

.....

(ب) الطاقة الحرارية المتولدة في المقاومة خلال دقيقتين .

.....

الدوائر الكهربائية

الدوائر الكهربائية :

مسار مغلق يمكن للإلكترونات أن تنساب خلاله .

مكونات الدائرة الكهربائية :

1- **مصدر كهربائي أو أكثر .**
2- مجموعة من الأجهزة المستقبلة للطاقة الكهربائية .
3- مفتاح وأسلاك للتوصيل .

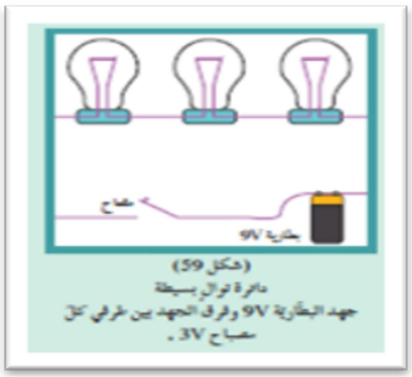
ملاحظة :
نستطيع التحكم بانسياب الالكترونات في الدائرة الكهربائية عبر فتحها لقطع التيار الكهربائي أو إغلاقها للسماح له بالمرور .

ينقسم توصيل الأجهزة الكهربائية في الدوائر الكهربائية إلي نوعين :

1- دوائر التوالي

2- دوائر التوازي

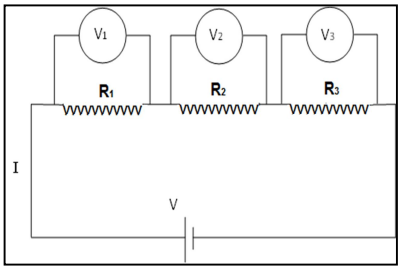
1- دوائر التوالي



خصائص التوصيل علي التوالي :

1- التيار الكهربائي في الدائرة له **مسار واحد** . وهذا يعني أن كل مصباح الدائرة يمر به **التيار نفسه** . (شدة التيار ثابت في الدائرة) .

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = ...$$



2- المقاومة الكلية (المكافئة) للتيار في الدائرة تساوي مجموع المقاومات المفردة

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + ...$$

3- المقاومة الكلية (المكافئة) **أكبر** من **أكبر** مقاومة في المجموعة .

4- في حالة تساوي المقاومات يمكن حساب المقاومة المكافئة من العلاقة :

حيث أن : (N) عدد المقاومات

(R) قيمة أي من المقاومات

$$R_{eq} = N\,R$$

5- شدة التيار في الدائرة تساوي **جهد المصدر** مقسوما علي **المقاومة الكلية للدائرة** (قانون أوم) .

$$I = \frac{V}{R_{eq}}$$

6- **فرق الجهد** بين طرفي كل جهاز يتناسب **طرديا** مع **مقاومته** . والسبب في ذلك أن الطاقة التي تستخدم لتحريك وحدة الشحنة خلال المقاومة الأكبر تكون أكبر من تلك اللازمة لتحريكها خلال المقاومة الأقل .

7- **الجهد الكلي** للمصدر يساوي **مجموع** الجهود الواقعة عبر كل جهاز من مكونات الدائرة .

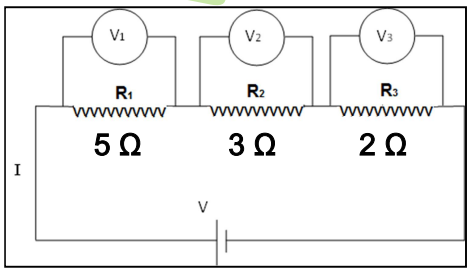
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + ...$$

8- إذا **انقطع** التيار الكهربائي عن إحدى المقاومات المتصلة على **التوالي** لأي سبب فإنه **ينقطع عن جميع المقاومات** .

(إذا **توقف** أحد الأجهزة عن العمل يتوقف التيار في كل الدائرة وبالتالي **لا يعمل أي من الأجهزة**) .

علل : لا توصل الأجهزة الكهربائية في المنزل على التوالي .

لأن إذا توقف أحد الأجهزة عن العمل يتوقف التيار في كل الدائرة .



مثال 1 : دائرة كهربائية تحتوي على ثلاث مقاومات كما بالشكل المقابل .

هذه المقاومات موصولة على فرق جهد يساوي (V_T = 30 V) أحسب :

(أ) قيمة المقاومة المكافئة .

.....

(ب) شدة التيار المار خلال الدائرة .

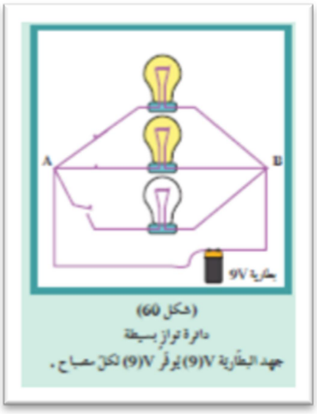
.....

(جـ) فرق الجهد على كل مقاومة .

.....

2- دوائر التوازي

خصائص التوصيل علي التوازي :



(شكل 60)
دائرة توازي بسيطة
جهد البطارية 9V يوفر 9V لكل مصباح .

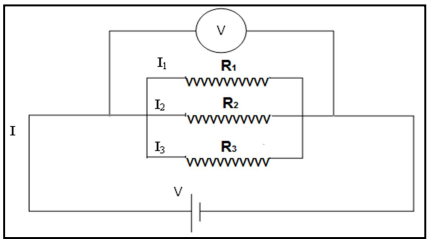
1- تتصل كل الأجهزة علي التوازي بالنقطتين نفسيهما A , B ويكون فرق الجهد بين طرفي كل جهاز ثابت .

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = ...$$

2- **ينقسم** التيار الكلي في الدائرة علي الفروع المتوازية حيث يتناسب شدة التيار المار في أي فرع **عكسيا** مع **مقاومة** هذا الفرع .

3- شدة التيار الكلي في الدائرة تساوي مجموع التيارات المارة في الفروع المتوازية .

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + ...$$



4- مقلوب المقاومة (الكلية) المكافئة يساوي مجموع مقلوب المقاومات في الدائرة .

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

5- المقاومة الكلية (المكافئة) **أصغر** من **أصغر** مقاومة في المجموعة .

6- **تقل** المقاومة الكلية (المكافئة) **بزيادة** عدد الفروع المتوازية (عدد المقاومات) .

7- في حالة تساوي المقاومات يمكن حساب المقاومة المكافئة من العلاقة :

$$R_{eq} = \frac{R}{N}$$

8- إذا **انقطع** التيار الكهربائي عن إحدى المقاومات المتصلة على **التوازي** لأي سبب فإنه **لا ينقطع عن باقي المقاومات**

(إذا **توقف** أحد الأجهزة عن العمل فإن باقي الأجهزة **تظل تعمل**) .

علل : توصل الأجهزة الكهربائية في المنازل على التوازي .

جميع الأجهزة مصممه للعمل على فرق جهد ثابت فإذا تعطلت احد الأجهزة تستمر البقية في العمل كما يمكن تزويد كل جهاز بمفتاح خاص . (إذا انقطع التيار عن أحد الأجهزة لأي سبب فإن باقي الأجهزة تظل تعمل) .

مثال 4 : ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها (10 Ω) ، موصولة على التوازي ، و متصلة معاً بمصدر (30 V) . أحسب ما يلي :

(أ) شدة التيار المار في كل مقاومة منها .

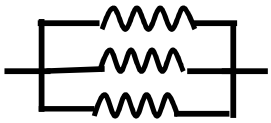
.....

.....

(ب) شدة التيار الكلي الناتج عن المصدر .

.....

(جـ) المقاومة الكلية في الدائرة .

وجه المقارنة	توصيل المقاومات على التوالي	توصيل المقاومات على التوازي
رسم الدائرة		
القانون المستخدم لحساب المقاومة المكافئة	$\mathbf{R_{eq}} = R_1 + \mathbf{R_2} + R_3$	$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{\mathbf{R_1}} + \frac{1}{\mathbf{R_2}} + \frac{1}{\mathbf{R_3}}$
شدة التيار الكهربائي المار في كل مقاومة علاقته بمقدار المقاومة	$\mathbf{I_{eq}} = I_1 = \mathbf{I_2} = I_3$ ثابت ولا يتوقف على مقدار المقاومة.	$\mathbf{I_{eq}} = I_1 + \mathbf{I_2} + I_3$ يتناسب شدة التيار لكل مقاومة عكسيا مع قيمتها.
الجهد الكهربائي لكل مقاومة و علاقته بمقدار بالمقاومة	$\mathbf{V_{eq}} = V_1 + \mathbf{V_2} + V_3$ يتناسب فرق الجهد علي كل مقاومة طرديا مع قيمتها.	$\mathbf{V_{eq}} = V_1 = \mathbf{V_=} = V$ ثابت ولا يتوقف على مقدار المقاومة.

مثال 2 : ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها (10 Ω) ، موصولة على التوالي ، و يسري فيها تيار شدته (3 A) . أحسب ما يلي :

(أ) فرق الجهد الكهربائي بين طرفي كل مقاومة منها .

.....

.....

(ب) فرق الجهد الكلي بين طرفي الدائرة .

.....

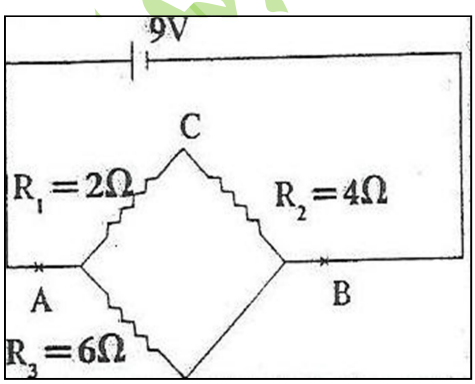
.....

(جـ) استنتج أن المقاومة الكلية في الدائرة تساوي مجموعة المقاومات الموجودة على امتداد مسار الدائرة .

.....

.....

مثال 3 : من خلال الدائرة الكهربائية التالية . أحسب ما يلي :



(أ) قيمة المقاومة المكافئة .

.....

.....

.....

(ب) شدة التيار المار في البطارية .

.....

(جـ) شدة التيار المار في المقاومة (R_3) .

.....

(جـ) فرق الجهد في المقاومة (R_1) .

.....

مثال 4 : ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها (10 Ω) ، موصولة على التوازي ، و متصلة معاً بمصدر (30 V) . أحسب ما يلي :

(أ) شدة التيار المار في كل مقاومة منها .

.....

.....

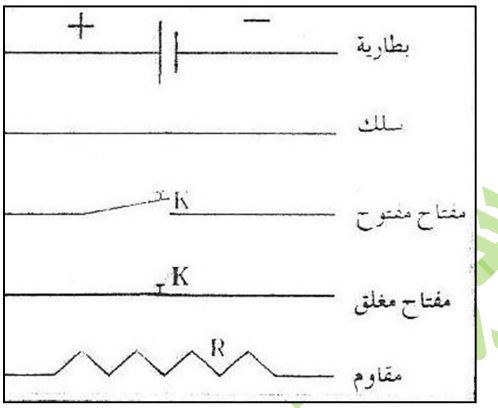
(ب) شدة التيار الكلي الناتج عن المصدر .

.....

.....

(جـ) المقاومة الكلية في الدائرة .

.....



رسوم توضيحية :

* تُمثل المقاومة بـ **خط متعرج**
* تُمثل أسلاك التوصيل **بخطوط مستقيمة متصلة**
* تُمثل البطارية **بمجموعة من الخطوط القصيرة والطويلة المتوازية .**
* يُمثل الطرف الموجب للبطارية **بخط طويل**
* يُمثل الطرف السالب للبطارية **بخط قصير**

الدوائر المركبة والمقاومة المكافئة

الدائرة المركبة :

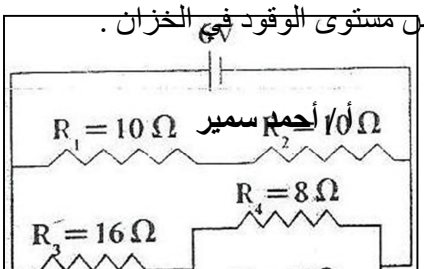
دائرة كهربائية توصل بها مجموعة من المقاومات بشبكة واحدة و تحتوي على نوعين من التوصيل .

المقاومة المكافئة :

قيمة المقاومة المفردة التي تشكل الحمل نفسه على البطارية و مصدر القدرة .

ملاحظات : 1- تُحسب المقاومة المكافئة للدائرة و ذلك بتجميع المقاومات في خطوات متتالية .

2- القياس بالتيار الكهربائي : يستخدم مؤشر الوقود في السيارة مقاومة متغيرة لقياس مستوى الوقود في الخزان .



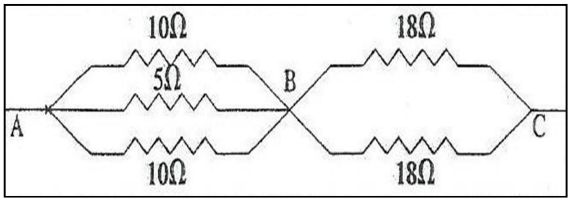
تطبيقات على الدوائر المركبة

أحمد سمير

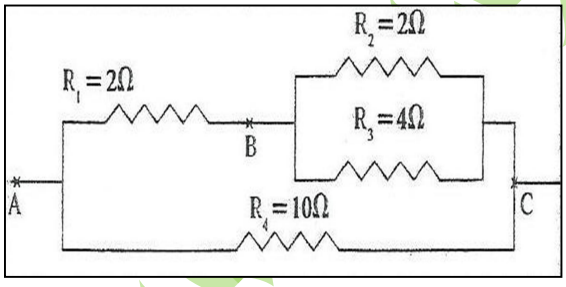
مثال 1 : في الدائرة المركبة في الشكل المقابل . أحسب :
(أ) احسب مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة .

(ب) احسب شدة التيار خلال البطارية .

مثال 2 : احسب مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة المركبة :



مثال 3 : الدائرة المركبة موصلة علي فرق جهد (v = 10 v)



(أ) احسب مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة .

(ب) احسب شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد .