نموذج الاجابة

# مذكرة الفيزياء

# الصف العاشر ( 10 )

# الفصل الدراسي الثاني

العام الدراسي : 2026/2025 م

أ/ يوسف عزمي

## الدرس ( 1 ) : الحركة التوافقية البسيطة ( S . H . M )

**الموجة** **انتقال الحركة الاهتزازية عبر جزيئات الوسط**

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :** لجزيئات الماء إذا رميت حجراً في بركة ماء.

الحدث : نلاحظ تشكل دوائر في الماء

السبب : لا تنتقل الجزيئات، ولكن الطاقة هي التي تنتقل عبر جزيئات الوسط

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

بسبب انتقال الطاقة عبر جزيئات الوسط

---

**الحركة الدورية** **الحركة التي تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية**

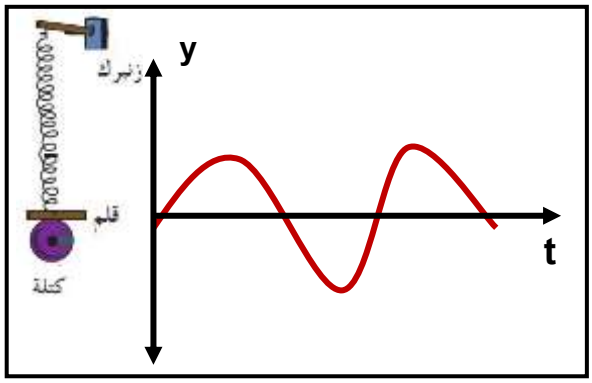
** من أمثلة الحركة الدورية : حركة اهتزازية ـ حركة موجية – حركة دائرية

**علل :** تصلح حركة البندول البسيط أو حركة دوران الأرض حول الشمس كأداة لقياس الزمن .

لأنها حركة دورية تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية

---

**الحركة التوافقية البسيطة** **حركة اهتزازية تتناسب فيها قوة الإرجاع طرديا مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه بإهمال الاحتكاك مع الهواء**




**تمثيل الحركة التوافقية البسيطة بيانياً :**

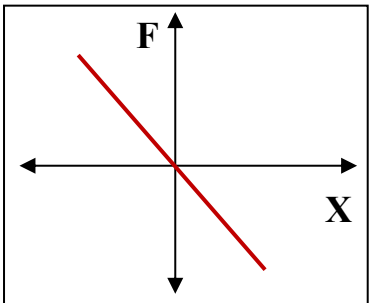
** عند ربط كتلة مثبت بها قلم بنابض معلق بحيث إن القلم يرسم على ورقة موضوعة تتحرك بشكل أفقي وبسرعة ثابتة ثم سحبت الكتلة لأسفل وتركت تتحرك حركة توافقية بسيطة :

أ) أرسم الشكل الناتج على الورقة :

ب) نستنتج أن الحركة التوافقية البسيطة تمثل بـ منحنى جيبي بسيط

---

**قوة الإرجاع** **قوة تعمل على إرجاع الجسم إلى موضع اتزانه وتتناسب طرديا مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه**

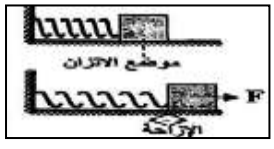


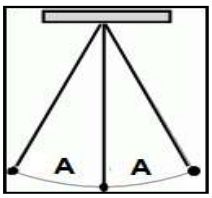

قوة الإرجاع والإزاحة الحادثة في الحركة التوافقية البسيطة

**علل :** 1- يعود الجسم المهتز في الحركة التوافقية البسيطة إلي موضع اتزانه.

أوعندما نقوم بشد الكتلة التي بنهاية النابض ثم نتركها فأنها تتحرك نحو موضع اتزانها.

بسبب قوة الإرجاع التي تقوم بإرجاع الجسم إلى موضع الاتزان






## خصائص الحركة التوافقية البسيطة

**السعة ( A )** أكبر إزاحة للجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه

أو نصف المسافة بين أبعد نقطتين يصل إليهما الجسم المهتز

** بعد الجسم المهتز في أي لحظة عن موضع الاتزان يمثل الإزاحة بينما أكبر بعد للجسم المهتز يمثل السعة

** إذا كان البعد بين أبعد نقطتين يصل اليها الجسم المهتز يساوي ( 8 cm ) فأن سعة الحركة تساوي 4 cm

---

**التردد ( f )** عدد الاهتزازات الحادثة في الثانية الواحدة

$$f = \frac{N}{t}$$

---

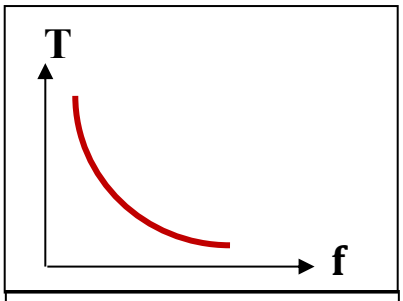
**الزمن الدوري ( T )** الزمن اللازم لعمل دورة كاملة

$$T = \frac{t}{N}$$

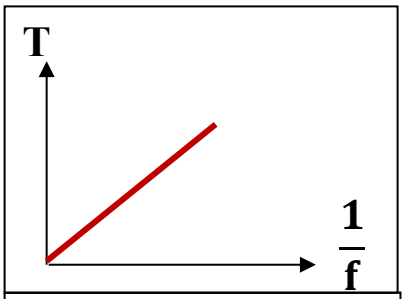
** يقاس الزمن الدوري بوحدة الثانية S

** يقاس التردد بوحدة الهرتز Hz

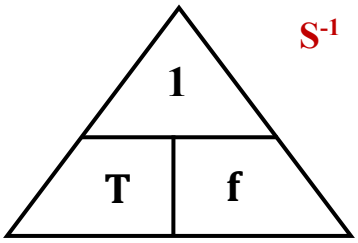
والذي يكافئ $S^{-1}$




الزمن الدوري والتردد لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة




الزمن الدوري ومقلوب التردد في الحركة التوافقية البسيطة



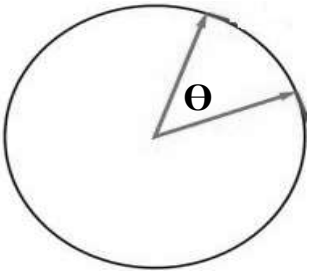

---

**السرعة الزاوية ( ω )** الزاوية التي يمسحها نصف القطر في الثانية الواحدة

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

** تقاس السرعة الزاوية بوحدة rad/s

---




**مثال 1 :** جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة ويصنع (120) أهتزازة خلال دقيقة . أحسب :

أ ) التردد :

$$f = \frac{N}{t} = \frac{120}{60} = 2\ Hz$$

ب) الزمن الدوري :

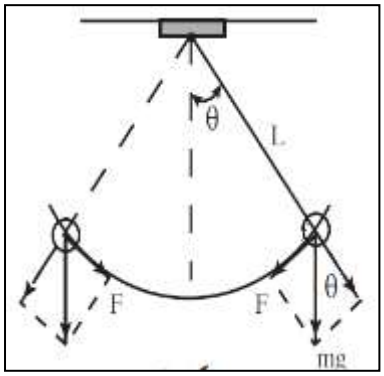
$$T = \frac{t}{N} = \frac{60}{120} = 0.5\ S$$

ج) السرعة الزاوية ( التردد الزاوي ) :

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 2 = 12.56\ rad/s$$

## معادلات الحركة التوافقية البسيطة

**البندول البسيط** عبارة عن ثقل معلق في خيط مهمل الوزن وغير قابل للتمدد




** اذكر الشروط اللازمة لكي تكون حركة البندول البسيط حركة توافقية بسيطة :

1- غياب الاحتكاك مع الهواء

2- لا تزيد زاوية الاهتزاز عن 10 درجات

** القوة المعيدة ( الإرجاع ) للبندول تحسب من العلاقة : $F = - mg \sin \theta$

**علل :** حركة البندول البسيط تكون حركة توافقية بسيطة عندما يهتز بزاوية اهتزاز صغيرة في غياب الاحتكاك.

لأن قوة الإرجاع تتناسب طردياً مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه

==========

**الأزاحة في ( S . H . M )** $y = A \sin (\omega t)$

** ( y ) هي الازاحة ( A ) هي السعة ( ω ) هي السرعة الزاوية ( t ) هي الزمن

**مثال 1 :** يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة بحيث تعطي إزاحته بالعلاقة التالية : $y = 15 \sin(10 \pi t)$

حيث تقاس الأبعاد بوحدة ( cm ) والأزمنة ( s ) والزاويا ( rad ) . أحسب :

أ ) سعة الحركة :

$$A = 15 \ cm \ = 0.15 \ m$$

ب) السرعة الزاوية :

$$\omega = 10\pi \ rad/s$$

ج) التردد :

$$\omega = 2\pi f \quad \Rightarrow \quad 10\pi = 2\pi f$$

$$f = 5 \ Hz$$

د) الزمن الدوري :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = 0.2 \ S$$

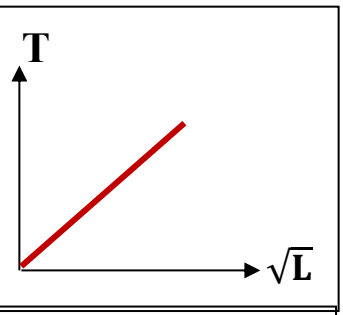
هـ) الازاحة بعد زمن ( 0.12 s ) :

تحول الالة للراديان $y = 15 \sin \ (10 \pi \times 0.12) = - 8.8 \ cm$

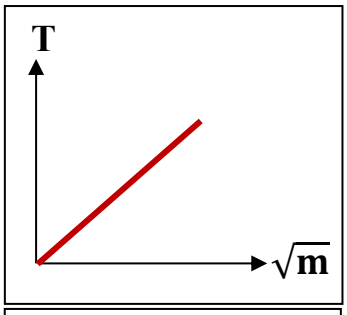
| وجه المقارنة | الزمن الدوري في النابض | الزمن الدوري في البندول البسيط |
|---|---|---|
| العلاقة الرياضية | $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ | $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ |
| العوامل | 1- الكتلة المعلقة بالنابض<br>2- ثابت هوك ( ثابت المرونة ) | 1- طول الخيط<br>2- عجلة الجاذبية الأرضية |
| العلاقة مع الكتلة المعلقة | يتناسب طردياً مع جذر الكتلة المعلقة | لا يتوقف على الكتلة المعلقة |
| العلاقة مع طول الخيط | لا يتوقف على طول الخيط | يتناسب طردياً مع جذر طول الخيط |

** لمضاعفة الزمن الدوري للبندول البسيط إلى مثلي ما كان عليه يجب زيادة طوله إلى أربعة أمثال

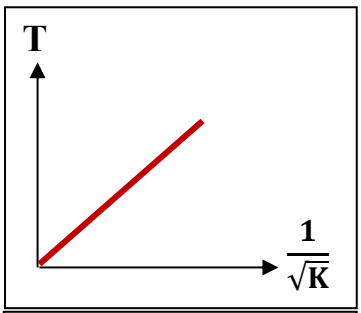
** لإنقاص الزمن الدوري للنابض إلى نصف ما كان عليه يجب إنقاص الكتلة المعلقة إلى الربع



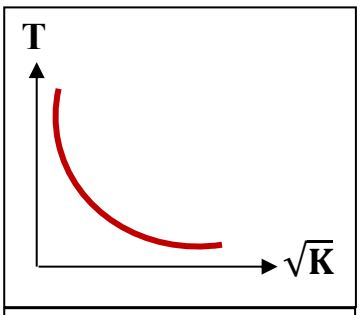
الزمن الدوري للبندول البسيط والجذر التربيعي لطول الخيط



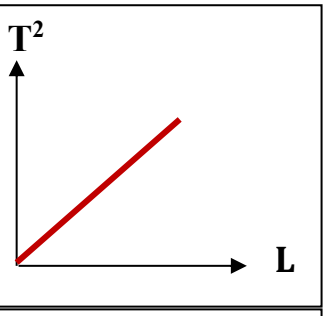
الزمن الدوري للنابض وجذر الكتلة المعلقة بالنابض



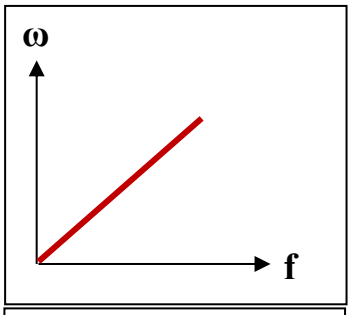
الزمن الدوري للنابض ومقلوب جذر ثابت النابض



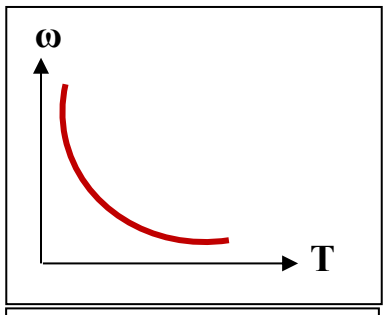
الزمن الدوري للنابض والجذر التربيعي لثابت النابض



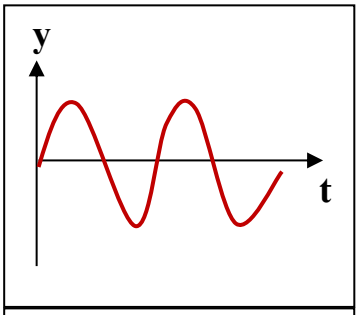
مربع الزمن الدوري للبندول البسيط وطول الخيط



السرعة الزاوية والتردد في الحركة التوافقية البسيطة



السرعة الزاوية والزمن الدوري في الحركة التوافقية البسيطة



منحني الإزاحة والزمن في الحركة التوافقية البسيطة

**علل لما ياتى :**

1- يختلف الزمن الدوري للبندول البسيط باختلاف المكان علي سطح الأرض.

لأن عجلة الجاذبية الأرضية تختلف باختلاف المكان على سطح الأرض حيث $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

2- الزمن الدوري للبندول البسيط علي سطح القمر أكبر من الزمن الدوري لنفس البندول علي سطح الأرض.

لأن عجلة الجاذبية على القمر أقل من عجلة الجاذبية على الأرض $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

1- للزمن الدوري والتردد لبندول بسيط يهتز على سطح الأرض عندما يهتز نفس البندول على سطح القمر.

الحدث : يزداد الزمن الدوري ويقل التردد

السبب : عجلة الجاذبية تقل علي سطح القمر

2- للزمن الدوري للبندول البسيط إذا زاد طول الخيط الي أربعة أمثال.

الحدث : يزداد للمثلين $T \propto \sqrt{L} = \sqrt{4}$

السبب : الزمن الدوري للبندول البسيط يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لطول الخيط

3- للزمن الدوري للبندول البسيط إذا زادت الكتلة المعلقة الي المثلي.

الحدث : لا يتغير

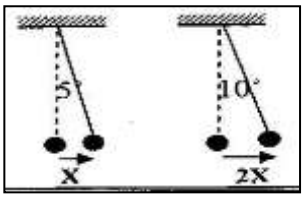
السبب : لأن الزمن الدوري للبندول البسيط لا يتوقف علي الكتلة المعلقة

4- للزمن الدوري للنابض إذا قلت الكتلة المعلقة الي ربع ما كانت عليه.

الحدث : يقل للنصف $T = \sqrt{m} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$

السبب : لأن الزمن الدوري للنابض يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي للكتلة المعلقة

5- للزمن الدوري إذا زادت سعة الحركة التوافقية البسيطة للمثلي كما بالشكل المقابل.

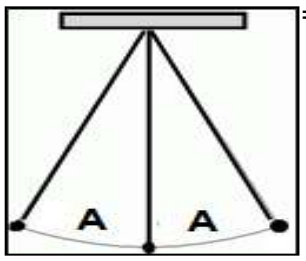



الحدث : لا يتغير

السبب : لأن الزمن الدوري للبندول البسيط لا يتوقف علي السعة

---

**نشاط** في الشكل المقابل : بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة .




أ ) ماذا يحدث للزمن الدوري عند زيادة سعة الاهتزازة : لا يتغير

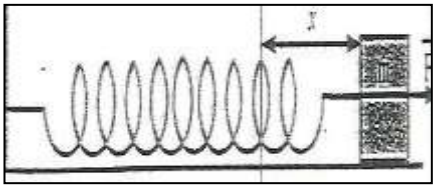
ب ) ماذا يحدث للزمن الدوري عند زيادة الكتلة المعلقة : لا يتغير

ج ) ماذا يحدث للزمن الدوري عند زيادة طول الخيط : يزداد

د ) ماذا تستنتج : الزمن الدوري في البندول البسيط لا يتوقف علي الكتلة المعلقة أو سعة الاهتزازة ولكن يتوقف علي طول الخيط وعجلة الجاذبية الأرضية

---

**نشاط** الشكل المقابل : يمثل حركة نابض يتحرك علي مستوي أفقي



فعندما نقوم بشد الكتلة بقوة ( F ) فأنها تتحرك عن موضع الاتزان بمقدار ( X )

أ ) الحركة التي يتحركها النابض تسمي : الحركة التوافقية البسيطة

ب ) خصائص هذه الحركة : السعة - التردد - الزمن الدوري - السرعة الزاوية

ج ) أهم تطبيقات هذا النوع من الحركة : بندول الساعة - الدراجة - النابض - الأرجوحة

د ) في هذه الحركة تكون قوة الإرجاع تتناسب طردياً مع الإزاحة وتعاكسها في الاتجاه

**مثال 1** : إذا كان الزمن الدوري لبندول بسيط يساوي s ( 3.14 ) . إحسب طول الخيط لهذا البندول .

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \Rightarrow \quad 3.14 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{10}} \quad \Rightarrow \quad L = 2.5\ m$$

**مثال 2** : بندول بسيط طول خيطه ( 1 m ) وكتلة كرته ( 0.1 kg ) . أعتبر ( $g = 10\ m/s^2$ ) .أحسب :

أ) الزمن الدوري للبندول البسيط :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10}} = 2\ S$$

ب) الزمن الدوري للبندول إذا زادت كتلة الكرة إلي المثلين :

$T = 2\ S$ لا يتغير

ج) الزمن الدوري إذا زاد طول الخيط الي اربعة أمثال :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{4}{10}} = 4\ S$$ يزداد للمثلي

د) الزمن الدوري للبندول بفرض وضعه علي سطح القمر :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\frac{1}{6}\times 10}} = 4.8\ S$$

**مثال 3** : علقت كتلة غير معلومة بنابض ثابت مرونته ( 400 N/m ) وتردده ( 5 Hz ) . أحسب :

أ ) الزمن الدوري للنابض :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = 0.2\ S$$

ب) الكتلة المعلقة في النابض :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \quad \Rightarrow \quad 0.2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{400}} \quad \Rightarrow \quad m = 0.4\ kg$$

**مثال 4** : كتلة مقدارها ( 0.25 kg ) متصلة مع نابض مرن ثابت القوة له ( 100 N/m ) وضع أفقيا على طاولة فإذا سحبت الكتلة مسافة ( 10 cm ) يمين موضع الاتزان وتركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة . أحسب :

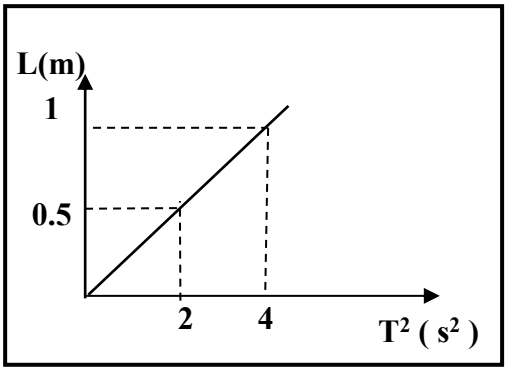
أ ) الزمن الدوري :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.25}{100}} = 0.314\ S$$

ب) السرعة الزاوية للحركة :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.314} = 20\ rad/s$$

**مثال 5** : عند رسم العلاقة البيانية بين مربع الزمن الدوري ( $T^2$ ) لبندول بسيط وطوله في أحد المختبرات تم الحصول على الخط البياني المقابل.




أحسب مقدار عجلة الجاذبية :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{2} = 2\pi\sqrt{\frac{0.5}{g}} \quad \Rightarrow \quad g = 9.85\ m/s^2$$

## الدرس ( 2 ) : خصائص الحركة الموجية

| وجه المقارنة | الصوت | الضوء |
|---|---|---|
| نوع الموجة | ميكانيكية - طولية | كهرومغناطيسية - مستعرضة |
| انتشارها في الوسط المادي | تحتاج لوسط مادي | لا تحتاج لوسط مادي وتنتشر في الفراغ |

**علل لما يأتى :**

1- موجات الصوت موجات ميكانيكية بينما موجات الضوء موجات كهرومغناطيسية.

أو نري ضوء الشمس ولا نسمع صوت الانفجارات الحادثة فيها.

لأن الصوت يحتاج إلى وسط مادي ينتقل فيه بينما الضوء لا يحتاج إلى وسط مادي وينتشر في الفراغ

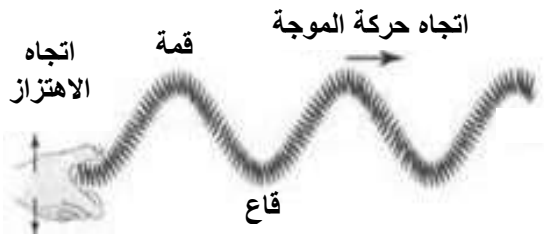
2- موجات الصوت تحتاج إلى وسط مادي لكي تنتقل فيه بينما موجات الضوء تنتشر في الفراغ.

لان موجات الصوت موجات ميكانيكية بينما موجات الضوء موجات كهرومغناطيسية

3- إذا وضع جرس داخل وعاء زجاجي مفرغ من الهواء فإننا لا نسمع صوت رنين الجرس.

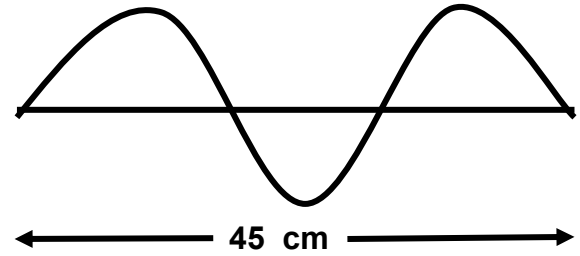
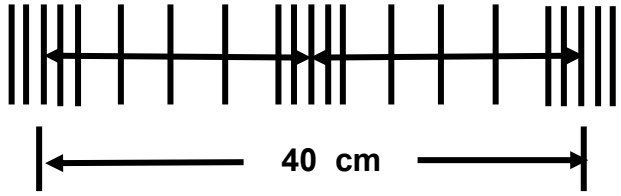
لأن موجات الصوت موجات ميكانيكية لا تنتقل في الفراغ وتحتاج وسط مادي تنتشر فيه

| وجه المقارنة | الحركة التوافقية البسيطة | الحركة الموجية ( الموجات ) |
|---|---|---|
| الخصائص | السعة - التردد<br>الزمن الدوري - السرعة الزاوية | الانتشار - الانعكاس – الانكسار<br>التداخل - الحيود |

| أنواع الموجات | 1- الموجات المستعرضة | 2- الموجات الطولية |
|---|---|---|
| الشكل |  | |
| التعريف | موجات تكون فيها حركة جزيئات الوسط عمودية على اتجاه انتشار الموجة | موجات تكون فيها حركة جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجة |
| أمثلة | موجات الضوء - موجات الماء | موجات الصوت - موجات النابض |
| مما تتكون | قمم - قيعان | تضاغطات - تخلخلات |
| طول الموجة ( $\lambda$ ) | المسافة بين قمتين متتاليين<br>أو<br>المسافة بين قاعين متتاليين | المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين<br>أو<br>المسافة بين مركزي تخلخلين متتاليين |
| نصف طول الموجة | المسافة بين قمة وقاع متتاليين | المسافة بين مركزي تضاغط وتخلخل متتاليين |

نشاط

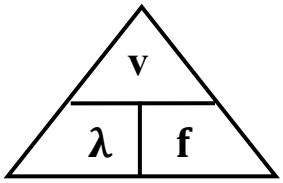
في الشكل التالي موجتان مختلفتين :

| | |
|---|---|
|  |  |
| ** الموجة تسمي موجة مستعرضة | ** الموجة تسمي موجة طولية |
| ** حركة جزيئات الوسط عمودي علي اتجاه الحركة | ** حركة جزيئات الوسط موازي اتجاه الحركة |
| ** الطول الموجي يساوي $\lambda = \frac{45}{1.5} = 30cm$ | ** الطول الموجي يساوي $\lambda = \frac{40}{2} = 20cm$ |

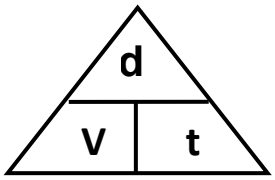
==========

## سرعة انتشار الموجات

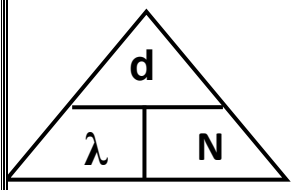
حاصل ضرب التردد في الطول الموجي $v = \lambda \times f$




1- تمثل ( λ ) : الطول الموجي وتمثل ( f ) : التردد




2- لحساب سرعة انتشار الموجات ( V ) بدلالة المسافة الكلية ( d ) والزمن ( t ) : $v = \frac{d}{t}$




3- لحساب الطول الموجي ( λ ) بدلالة المسافة الكلية ( d ) وعدد الموجات ( N ) : $\lambda = \frac{d}{N}$

4- أذكر العوامل التي تتوقف عليها سرعة الموجات ( مثل الصوت والضوء ) :

درجة الحرارة - نوع الوسط - كثافة الوسط - نوع الموجة

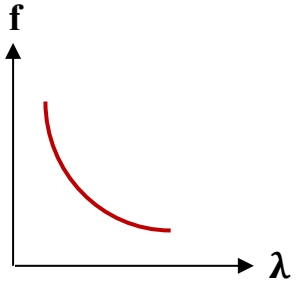
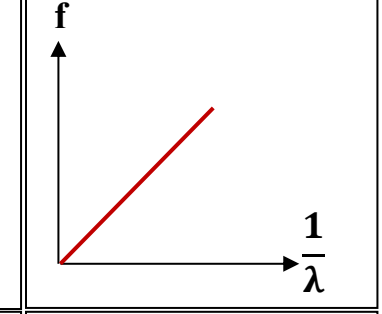
## ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- لسرعة انتشار الموجة عندما يزداد ترددها لمثلي ما كان عليه.

الحدث : تظل ثابتة السبب : لان سرعة انتشار الموجات لا تتوقف علي التردد

2- لطول موجة عندما يزداد ترددها لمثلي ما كان عليه.

الحدث : يقل للنصف السبب : لان الطول الموجي يتناسب عكسياً مع التردد

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| سرعة انتشار الموجات والطول الموجي | سرعة انتشار الموجات وتردد الموجات | تردد الموجة ومقلوب طولها الموجي | تردد الموجة وطولها الموجي |

**علل :** تظل سرعة انتشار الموجات ثابتة في نفس الوسط مهما زاد التردد أو لا تتوقف علي التردد والطول الموجي.

لأن كلما زاد التردد يقل الطول الموجي بنفس النسبة وتظل سرعة الموجات ثابتة

==========

**مثال 1 :** قطعت موجة صوتية ترددها ( 200 Hz ) ملعب طوله ( 80 m ) خلال زمن ( 0.25 s ) . أحسب :

أ ) سرعة الموجة :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{80}{0.25} = 320 \ \ m/s$$

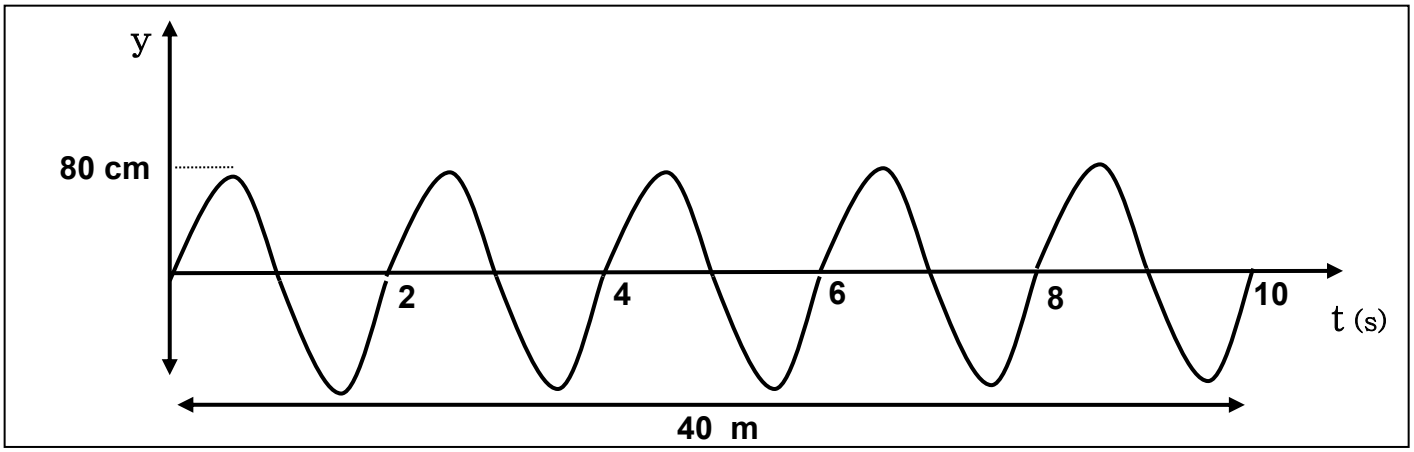
ب) طول الموجة :

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{320}{200} = 1.6 \ \ m$$

ج) طول الموجة إذا أصبح تردد الموجة ( 400 Hz ) :

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{320}{400} = 0.8 \ \ m$$

**مثال 2 :** في الشكل المقابل : يوضح الإزاحة والزمن لموجة مستعرضة من الرسم أوجد :




1) سعة الاهتزازة :

$$A = 80 \ cm = 0.8 \ m$$

2) الزمن الدوري :

$$T = \frac{t}{N} = \frac{10}{5} = 2 \ \ s$$

3) التردد :

$$f = \frac{N}{t} = \frac{5}{10} = 0.5 \ \ Hz$$

4) السرعة الزاوية :

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 0.5 = 3.14 \ \ rad/s$$

5) الطول الموجي :

$$\lambda = \frac{d}{N} = \frac{40}{5} = 8 \ m$$

6) سرعة انتشار الموجة :

$$v = f \times \lambda = 0.5 \times 8 = 4 \ \ m/s$$

# الصوت

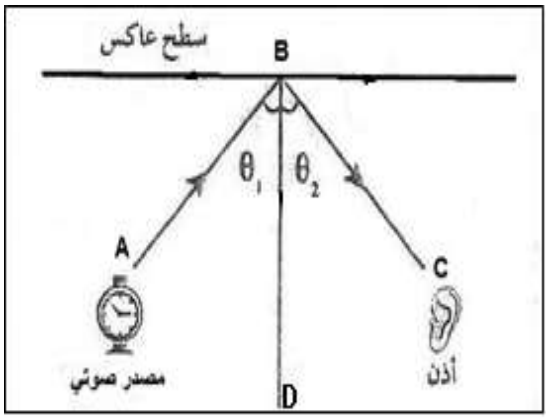
**الصوت** اضطراب يتنقل في الوسط نتيجة اهتزازه

==========

## انعكاس الصوت

**انعكاس الصوت** ارتداد الصوت عندما يقابل سطح عاكس

**نشاط** في الشكل المقابل تجربة انعكاس الصوت .




أ ) الشعاع ( AB ) يمثل الشعاع الساقط

والشعاع ( BC ) يمثل الشعاع المنعكس

ب) العمود ( BD ) يمثل العمود المقام من نقطة السقوط

د ) الزاوية ( $\Theta_1$ ) تمثل زاوية السقوط

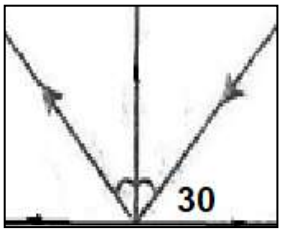
هـ) الزاوية ( $\Theta_2$ ) تمثل زاوية الانعكاس

و ) أذكر قانوني الانعكاس :

1- القانون الأول للانعكاس : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس

2- القانون الثاني للانعكاس : زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس

==========




** في الشكل تكون زاوية السقوط بالدرجات 60 وزاوية الانعكاس بالدرجات 60

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

1- عند سقوط الطاقة الصوتية علي السطح الفاصل بين وسطين.

الحدث : تنقسم الطاقة الصوتية الي ثلاث اقسام

السبب : لأن قسم يرتد وينعكس وقسم ينفذ وينكسر وقسم يمتص

2- عند سقوط موجات الصوت علي سطح الحديد.

الحدث : يزداد الجزء المنعكس من الموجات الصوتية

السبب : لأن الحديد يعكس الصوت ولا يمتص الصوت

3- عند سقوط موجات الصوت على سطح الصوف أو القماش.

الحدث : يزداد الجزء الممتص من الموجات الصوتية

السبب : لأن الصوف يمتص الصوت ولا يعكس الصوت

4- إذا سقط الشعاع الصوتي عمودياً على السطح العاكس.

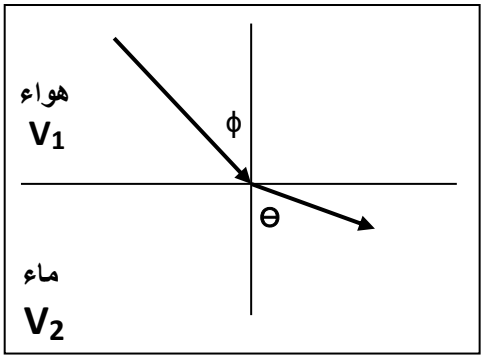
الحدث : يرتد أو ينعكس الشعاع الصوتي على نفسه

السبب : لأن زاوية الانعكاس تساوي زاوية السقوط تساوي صفر

# انكسار الصوت

$$\frac{\sin \emptyset}{\sin \theta} = \frac{V_1}{V_2}$$

**انكسار الصوت** التغير في مسار موجات الصوت عند انتقالها بين وسطين مختلفي الكثافة




**نشاط**

في الرسم المقابل اكمل المطلوب :

( $V_1$ ) هي سرعة الصوت في الوسط الأول

( $V_2$ ) هي سرعة الصوت في الوسط الثاني

( $\phi$ ) هي زاوية السقوط

( $\Theta$ ) هي زاوية الانكسار

==========

**مثال 1** : موجة صوتية في الهواء سقطت علي السطح الفاصل بين الهواء والماء بزاوية سقوط ($13^o$) فانكسرت في الماء بزاوية انكسار ($75^o$) إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء (340 m/s) أحسب سرعة الصوت في الماء.

$$\frac{\sin \emptyset}{\sin \theta} = \frac{V_1}{V_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{\sin 13}{\sin 75} = \frac{340}{V_2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = 1460 \ m/s$$

==========

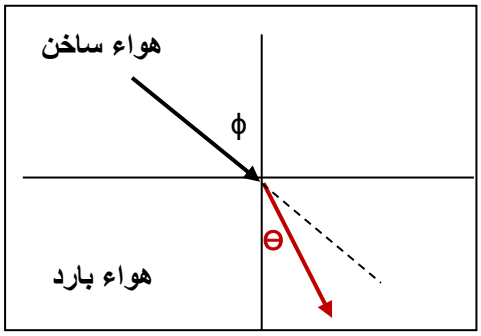
** عند نفس درجة الحرارة يكون الصوت أسرع في الجوامد ثم السوائل ثم الغازات

** ينكسر الصوت في الهواء باختلاف درجة الحرارة وبتأثير الرياح

==========

**نشاط**

أ) في الشكل المقابل أكمل مسار الشعاع الصوتي ثم اكمل المطلوب :

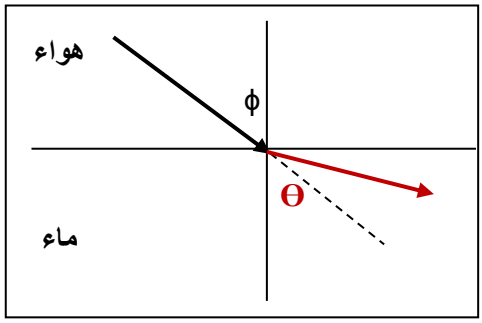



1- ماذا يحدث للشعاع الصوتي : ينكسر مقتربا من العمود المقام

2- السبب : لأن سرعة الصوت تقل في الهواء البارد عن الهواء الساخن

وتكون زاوية الانكسار أقل من زاوية السقوط

ب) في الشكل المقابل أكمل مسار الشعاع الصوتي ثم اكمل المطلوب :

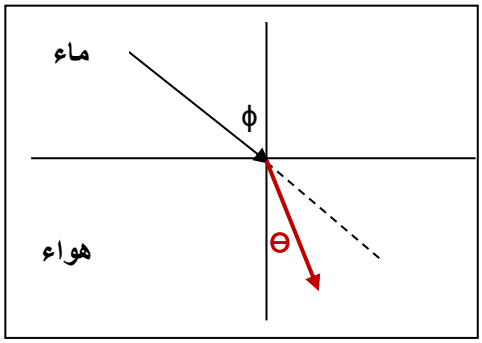



1- ماذا يحدث للشعاع الصوتي : ينكسر مبتعدا من العمود المقام

2- السبب : لأن سرعة الصوت تزداد في الماء عن الهواء

وتكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط

ج) في الشكل المقابل أكمل مسار الشعاع الصوتي ثم اكمل المطلوب :




1- ماذا يحدث للشعاع الصوتي : ينكسر مقتربا من العمود المقام

2- السبب : لأن سرعة الصوت تقل في الهواء عن الماء

وتكون زاوية الانكسار أقل من زاوية السقوط

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

**1- إذا أنتقل الصوت من الماء إلى الهواء.**

**الحدث : ينكسر الصوت مقتربا من العمود المقام**

**السبب : سرعة الصوت تقل في الهواء**

**2- إذا أنتقل الصوت من الهواء إلى الماء.**

**الحدث : ينكسر الصوت مبتعداً من العمود المقام**

**السبب : سرعة الصوت تزداد في الماء**

**3- إذا سقط الشعاع الصوتي عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة.**

**الحدث : ينفذ الشعاع الصوتي على استقامته دون انحراف**

**السبب : لأن زاوية الانكسار تساوي زاوية السقوط تساوي صفر**

==========

**علل لما يأتي :**

**1- حدوث انكسار الموجات الصوتية عند مرورها بين وسطين.**

**نتيجة اختلاف سرعة الصوت في الوسطين**

**2- سماع الصوت الصادر من السيارات في الليل وعدم سماعه في النهار.**

**لأن الهواء غير متجانس الحرارة وسرعة الصوت في الهواء الساخن أكبر من الهواء البارد فينكسر الصوت لأعلي في النهار وينكسر لأسفل في الليل**

**3- تحدث ظاهرة انكسار الصوت في الهواء الذي يحيط بسطح الأرض.**

**لأن الهواء غير متجانس الحرارة وتختلف سرعة الصوت عند انتقاله بين طبقات الهواء مختلفة الحرارة**

==========

**نشاط** الشكل المقابل : يوضح احدي خواص الموجات الصوتية

**أ) أسم الخاصية : انكسار الصوت**

**ب) تحدث هذه الظاهرة بسبب اختلاف درجة الحرارة بين طبقات الهواء**

**ج) تحدث الحالة الأولي في النهار وتحدث الحالة الثانية في الليل**

**د) نستطيع سماع الأصوات البعيدة في الحالة الثانية ( الليل )**

## التداخل في الصوت

**تراكب الموجات** **عبور الموجات نقطة ما ثم تستعيد كل موجة شكلها وتكمل في الاتجاه الذي تسلكه**

** نقطة تتجمع فيها الموجات ذات النوع الواحد تسمى **نقطة التراكب**

** لا يتحقق مبدأ التراكب إذا كانت الموجتان من نوعين **مختلفين**

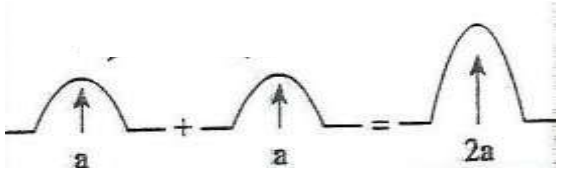
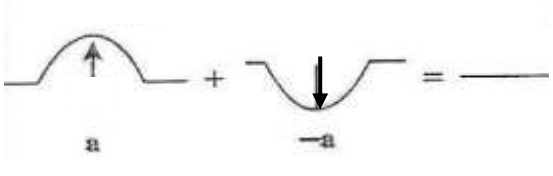
**علل :** يمكن سماع شخص بوضوح بالرغم من أن صوته تقاطع مع أصوات أخرى.

**بسبب تراكب موجات الصوت**

---

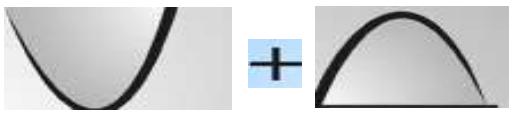
**تداخل الموجات** **ظاهرة التراكب بين مجموعة موجات من نوع واحد ولها نفس التردد**

** للحصول على نمط تداخل واضح ومستمر لابد أن يكون للموجات ذات التردد الواحد المتداخلة نفس **السعة**

| وجه المقارنة | التداخل البنائي | التداخل الهدمي |
|---|---|---|
| التعريف | تداخل تدعم الموجات بعضها البعض | تداخل تلغي الموجات بعضها البعض |
| الشكل |   |   |
| متى يحدث | التقاء قمتين أو قاعين<br>أو التقاء تضاغطين أو تخلخلين | التقاء قمة مع قاع<br>أو التقاء تضاغط مع تخلخل |
| السعة الكلية لموجتين لهما نفس السعة | مثلي سعة أي منهما | صفر |
| نوع الموجات المتداخلة | الموجات متفقة الطور | الموجات غير متفقة ( متعاكسة ) الطور |

**نشاط** الشكل التالي يوضح تداخل الموجات .

1- نوع التداخل **تداخل بنائي**
2- يحدث نتيجة التقاء **قمة مع قمة**
3 - تكون الإزاحة الكلية تساوي **مجموع الازاحتين**
4- يؤدي التداخل إلي **تقوية الموجات**
5 - شروط حدوثه الموجات **متفقة** الطور



1- نوع التداخل **تداخل هدمي**
2- يحدث نتيجة التقاء **قمة مع قاع**
3 - تكون الإزاحة الكلية تساوي **فرق الازاحتين**
4- يؤدي التداخل إلي **ضعف أو انعدام الموجات**
5 - شروط حدوثه الموجات **غير متفقة** الطور

# حيود الصوت

**حيود الصوت** : **ظاهرة انحناء الموجات حول حافة حادة أو عند نفاذها من فتحة صغيرة بالنسبة لطولها الموجي**

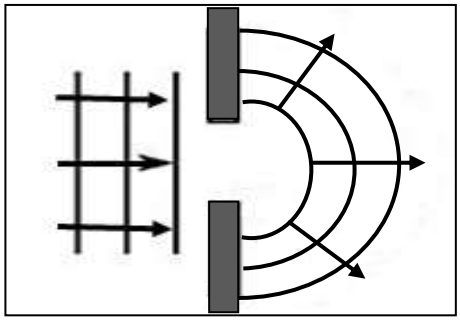
** يزداد انحناء الموجات كلما كان أتساع الفتحة اقل من الطول الموجي .

**علل :** يمكنك سماع صوت يفصلك عنه حاجز ( حائط )

بسبب حيود الصوت عند اصطدامه بحاجز

==========

**نشاط** الشكل المقابل : يوضح احدي ظواهر الموجات الصوتية.



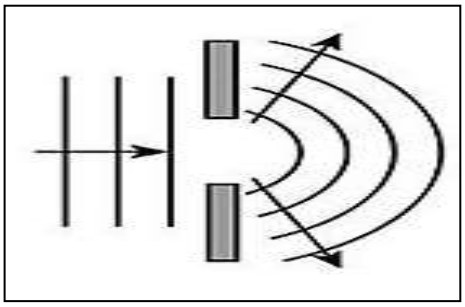
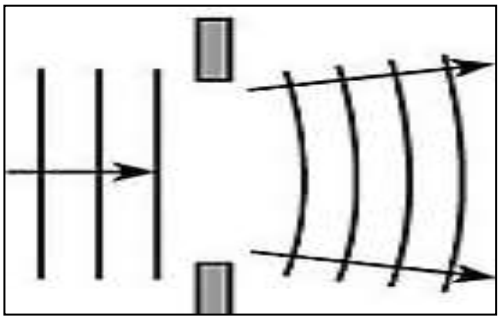
أ ) أكمل مسار الموجات الصوتية بعد مرورها من الفتحة في الشكل المقابل.

ب ) تسمي هذه الظاهرة حيود الصوت

ج ) تزداد الظاهرة وضوحا كلما كان اتساع الفتحة اقل من الطول الموجي.

==========

**نشاط** الشكل المقابل : يوضح مرور الموجات الصوتية في فتحتين.

| | |
|---|---|
|  |  |
| الملاحظة : يزداد الحيود | الملاحظة : يقل الحيود |
| الاستنتاج : يزداد الحيود كلما كان أتساع الفتحة اقل من الطول الموجي | الاستنتاج : يقل الحيود كلما كان أتساع الفتحة اكبر من الطول الموجي |

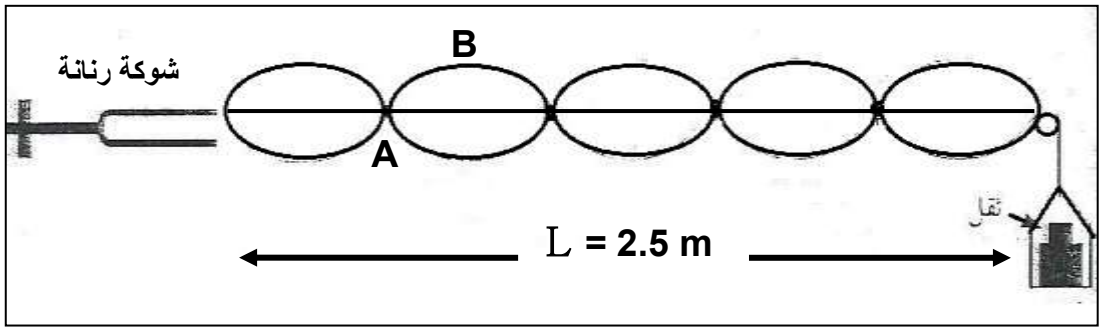
** لتوضيح ظاهرة حيود الصوت عملياً نستخدم حوض الموجات

## تابع الدرس ( 2 ) : الموجات الموقوفة

**الموجات الموقوفة ( الساكنة )** موجات تنشأ من تراكب قطارين من الموجات متماثلة في التردد والسعة ويسيران باتجاهين متعاكسين

نشاط

الشكل يمثل تجربة ميلد :




1- نوع الموجات المتكونة عند طرق الشوكة الرنانة الموجات الموقوفة

2- النقطة ( A ) تسمي عقدة حيث سعة الاهتزازة تكون صفر

3- النقطة ( B ) تسمي بطن حيث سعة الاهتزازة تكون أكبر ما يمكن

4- المسافة بين النقطتين ( A ) متتاليتين أو بين النقطتين ( B ) متتاليتين تمثل قطاع أو نصف موجة موقوفة

5- لحساب طول الوتر ( L ) في الشكل السابق نستخدم العلاقة : $L = \frac{n}{2}\lambda$

6- لحساب الطول الموجي ( $\lambda$ ) في الشكل السابق نستخدم العلاقة : $\lambda = \frac{2}{n}L$

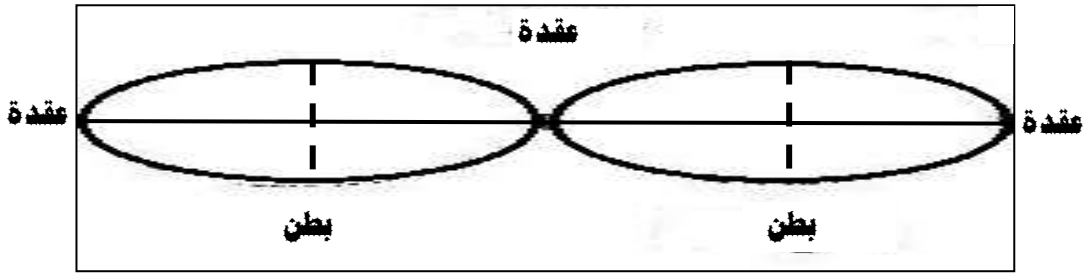
7- من الشكل السابق الطول الموجي ( $\lambda$ ) يساوي $\lambda = \frac{2}{n}L = \frac{2}{5} \times 2.5 = 1\ m$

| وجه المقارنة | البطن | العقدة |
|---|---|---|
| التعريف | موضع تكون فيه سعة الاهتزاز أكبر ما يمكن | موضع تكون فيه سعة الاهتزاز صفر |

نشاط

من الشكل المقابل .

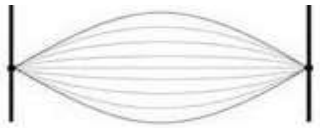
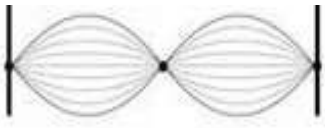
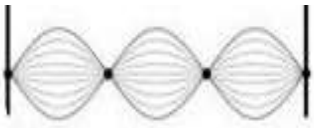
عرف كلاً من :




* ربع طول الموجة الموقوفة ( $\frac{1}{4}\lambda$ ) : المسافة بين عقدة وبطن متتاليين

* نصف طول الموجة الموقوفة ( $\frac{1}{2}\lambda$ ) : المسافة بين عقدتين متتاليين أو المسافة بين بطنين متتاليين

* طول الموجة الموقوفة ( $\lambda$ ) : مثلي المسافة بين عقدتين متتاليين أو مثلي المسافة بين بطنين متتاليين

| نوع النغمة | النغمة الأساسية | التوافقية الأولي | التوافقية الثانية |
|---|---|---|---|
| الشكل |  |  |  |
| عدد القطاعات | $n = 1$ | $n = 2$ | $n = 3$ |
| طول الوتر $L = \frac{n}{2}\lambda$ | $L = \frac{1}{2}\lambda$ | $L = \frac{2}{2}\lambda = 1\lambda$ | $L = \frac{3}{2}\lambda$ |
| الطول الموجي $\lambda = \frac{2}{n}L$ | $\lambda = \frac{2}{1}L$ | $\lambda = 1L$ | $\lambda = \frac{2}{2}L$ |
| التردد ( $f = n\ f_0$ ) | $f_0$ | $f_1 = 2\ f_0$ | $f_2 = 3\ f_0$ |
| النسبة بين طول الأوتار | 1 : 2 : 3 | | |
| النسبة بين الترددات | 1 : 2 : 3 | | |

**علل لما يأتي :**

**1- تتكون الموجات الموقوفة في الأوتار المهتزة.**

بسبب تراكب قطارين من الأمواج الساقطة والمنعكسة لها نفس التردّد والسعة وفي اتجاهين متعاكسين

**2- تسمي الموجات الساكنة بهذا الاسم.**

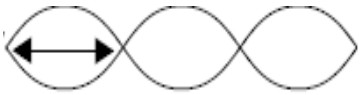
لأن أماكن العقد والبطون ثابتة

**3- يصدر الوتر اقل تردد عندما يصدر نغمته الأساسية.**

لأن في النغمة الأساسية يهتز الوتر كقطاع واحد والتردد يتناسب طرديا مع عدد القطاعات

==========

**مثال 1 : اهتز حبل طوله ( 240 cm ) اهتزازا مكوناً ثلاث بطون ( قطاعات ) عندما كان التردد ( 15 Hz ) . أحسب :**



**أ ) الطول الموجي :**

$$L = \frac{n}{2}\lambda \quad \Rightarrow \quad 2.4 = \frac{3}{2} \times \lambda \quad \Rightarrow \quad \lambda = 1.6\ m$$

**ب ) سرعة انتشار الموجة في الحبل :**

$$V = \lambda \times f = 1.6 \times 15 = 24\ m/s$$

**مثال 2 : وتر طوله ( 1.5 m ) تولدت عليه موجة موقوفة مكونة من ( 7 ) عقد وسرعة الموجات ( 12 m/s ). أحسب :**

**أ ) طول الموجة الحادثة في الوتر :** عدد القطاعات ( $n = 6$ )

$$\lambda = \frac{2}{n}L = \frac{2}{6} \times 1.5 = 0.5\ m$$

**ب ) أحسب تردد النغمة الصادرة :**

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{12}{0.5} = 24\ Hz$$

**ج ) حدد نوع النغمة الصادرة :**

النغمة التوافقية الخامسة

## اهتزاز الأوتار المستعرضة ( الصنو متر )

** حساب سرعة الموجات في الوتر ( V ) : $V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

** تردد النغمة الصادرة من الوتر ( f ) : $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

### العوامل المؤثرة علي تردد النغمة الأساسية الصادرة من الوتر :

**1- طول الوتر ( L ) :**

** تردد النغمة الأساسية لوتر يتناسب عكسياً مع طول الوتر

** تردد النغمة الأساسية لوتر يتناسب طردياً مع مقلوب طول الوتر

** العلاقة بين تردد النغمة الأساسية وطول الوتر تمثل بـ : $\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2}$

**2- قوة الشد في الوتر ( T ) :**

** تردد النغمة الأساسية يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لقوة الشد في الوتر

** العلاقة بين تردد النغمة الأساسية وقوة الشد تمثل بـ : $\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

** لحساب قوة الشد بدلالة الكتلة المعلقة في الوتر نستخدم العلاقة : $T = mg$

**3- كتلة وحدة الأطوال من الوتر ( $\mu$ ) :**

** تردد النغمة الأساسية يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلة وحدة الأطوال

** تردد النغمة الأساسية يتناسب طردياً مع مقلوب جذر كتلة وحدة الأطوال

** العلاقة بين تردد النغمة الأساسية وكتلة وحدة الأطوال تمثل بـ : $\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}}$

** لحساب كتلة وحدة الأطوال بدلالة كتلة الوتر نستخدم العلاقة : $\mu = \frac{m}{L}$

### ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- لتردد الوتر المهتز إذا زاد طول الوتر للمثلي.

الحدث : التردد يقل للنصف

السبب : لأن تردد النغمة الأساسية يتناسب عكسياً مع طول الوتر

2- لتردد الوتر المهتز إذا زادت قوة الشد إلي أربعة أمثال.

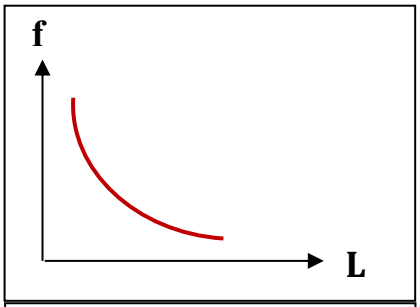
الحدث : التردد يزداد للمثلين

السبب : لأن تردد النغمة الأساسية يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لقوة الشد

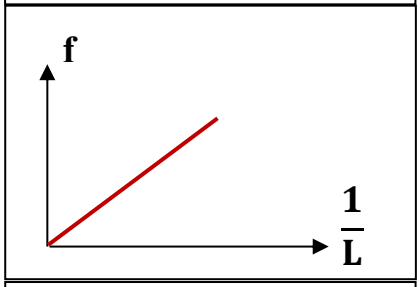
3- لتردد الوتر المهتز إذا قلت كتلة وحدة الأطوال إلي ربع ما كانت عليه.

الحدث : التردد يزداد للمثلين

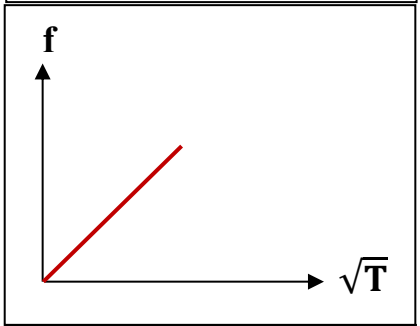
السبب : لأن تردد النغمة الأساسية يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلة وحدة الأطوال



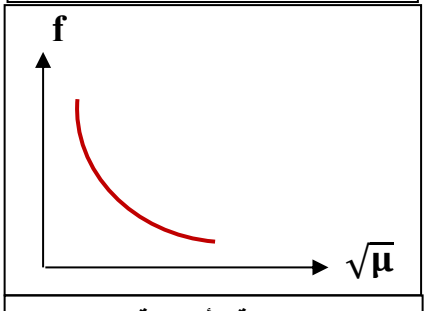

تردد النغمة الأساسية للوتر وطول الوتر



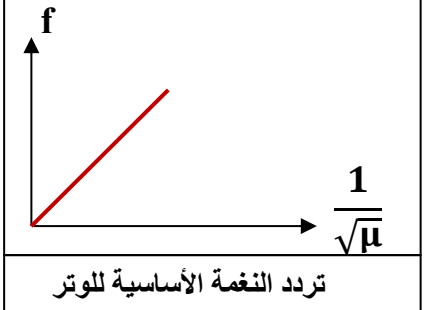

تردد النغمة الأساسية للوتر ومقلوب طول الوتر




تردد النغمة الأساسية للوتر والجذر التربيعي لقوة شد الوتر




تردد النغمة الأساسية للوتر وجذر كتلة وحدة الأطوال من الوتر




تردد النغمة الأساسية للوتر ومقلوب جذر كتلة وحدة الأطوال

**علل :** الوتر السميك يصدر صوتاً أقل تردداً من الوتر الرفيع من نفس نوع المادة.

لأن كلما زاد سمك الوتر زادت كتلة وحدة الأطوال وتردد النغمة يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلة وحدة الأطوال

==========

**مثال 1 :** وتر طوله ( 0.8 m ) وكتلته ( $2 \times 10^{-3}$ kg ) ويتم شده بقوة مقدارها ( 64 N ) . أحسب :

أ) كتلة وحدة الأطوال من الوتر :

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.8} = 2.5 \times 10^{-3} \ \ kg/m$$

ب) تردد النغمة الأساسية :

$$f_0 = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 0.8} \times \sqrt{\frac{64}{2.5 \times 10^{-3}}} = 100 \ \ Hz$$

ج) تردد النغمة التوافقية الاولي :

$$f_1 = 2\, f_0 = 2 \times 100 \ = 200 \ \ Hz$$

د) تردد النغمة التوافقية الثانية :

$$f_2 = 3\, f_0 = 3 \times 100 \ = 300 \ \ Hz$$

**مثال 2 :** وتر كتلة وحدة الأطوال ( 0.04 kg/m ) ويتم شده بقوة ( 16 N ) . أحسب سرعة الموجات في الوتر.

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{16}{0.04}} = 20 \ \ m/s$$

**مثال 3 :** يصدر وتر طوله ( 50 cm ) نغمة ترددها ( 500 Hz ) أحسب تردده عندما يصبح طوله ( 100 cm ).

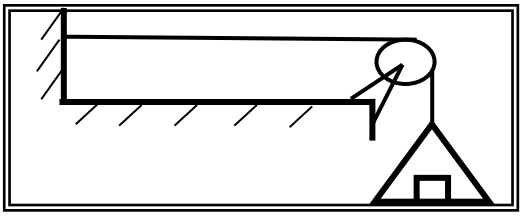
$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{f_2}{500} = \frac{50}{100} \quad \Rightarrow \quad f_2 = 250 \ \ Hz$$

**مثال 4 :** وتران متساويان في الطول وقوة الشد حيث كتلة وحدة الأطوال للوتر الأول ( 0.54 ) kg/m

وللوتر الثاني ( 0.24 ) kg/m وكان تردد الوتر الأول ( 200 ) Hz . أحسب تردد الوتر الثاني :

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{f_2}{200} = \sqrt{\frac{0.54}{0.24}} \quad \Rightarrow \quad f_2 = 300 \ Hz$$

**مثال 5 :** في الشكل وتر مشدود بكتلة ( 18 ) kg وكتلة وحدة الأطوال منه ( 0.05 ) kg/m وطوله ( 0.5 ) m .



أ ) حدد نوع الموجة المتولدة به :

موجات موقوفة مستعرضة

ب) أحسب قوة الشد في الوتر :

$$T = mg = 18 \times 10 = 180 \ N$$

ج) أحسب تردد النغمة الأساسية للوتر :

$$f_0 = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 0.5} \times \sqrt{\frac{180}{0.05}} = 60 \ \ Hz$$

## الدرس ( 3 ) : الشحنات والقوى الكهربائية

نشاط

** في الشكل المقابل : افتح صنبور الماء لتحصل على ماء ينساب بخيط رفيع وانفخ البالون وقربه من الماء.

دع البالون الجاف يحتك بسترتك أو بقطعة من الصوف . وقرب البالون ببطء

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

شحنة كهربائية

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

يستمر الماء بالانسياب بشكلها الطبيعي

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

ينحني مسار الماء

4- هل يُمكنك استخدام مسطرة من الحديد بدلاً من البالون ؟ ولماذا ؟

لا / لأن الحديد هو موصل للكهرباء فلا يمكن تجميع شحنات ساكنة عليه

5- ماذا تستنتج ؟

تبقى الشحنات ( الالكترونات ) ثابتة في المواد العازلة وتتحرك في المواد الموصلة وتكون تيار كهربائي

==========

** يحمل الإلكترون شحنة سالبة والبروتون شحنة موجبة والنيوترون متعادلة الشحنة

** أصغر شحنة حرة في الطبيعة هو الإلكترون

** الشحنات المتشابهة تتنافر بينما الشحنات المختلفة تتجاذب

==========

**حفظ الشحنة الكهربية** : الشحنات لا تفنى ولا تستحدث، بل تنتقل من مادة إلى أخرى (الشحنات محفوظة)

**التفريغ الكهربائي** : فقدان الكهرباء الساكنة عند انتقال الشحنات بعيد عن الجسم

**الكشاف الكهربائي (الإلكتروسكوب)** : جهاز يستخدم في الكشف عن الشحنة الكهربائية

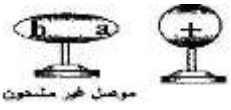
==========

**طرق الشحن ( طرق توليد الكهرباء الساكنة ) :**

1- الشحن بالدلك (الاحتكاك) : انتقال الالكترونات من جسم مشحون إلى جسم آخر بالاحتكاك

2- الشحن بالتوصيل (اللمس) : انتقال الالكترونات من جسم مشحون إلى جسم آخر بالتلامس المباشر

3- الشحن بالتأثير (الحث) : انتقال الالكترونات إلى جزء من الجسم بسبب الشحنة الكهربية لجسم آخر لا يلامسه

| نوع الشحنة المتكونة عند | الطرف ( a ) | الطرف ( b ) |
|---|---|---|
|   | شحنة سالبة | شحنة موجبة |

**مثال** : لديك ثلاث كرات متماثلة A و B و C . الكرة A لها شحنة ( + 30 C ) والكرة B لها شحنة ( - 55 C ) والكرة C لا يوجد عليها شحنة. أحسب شحنة كل من الكرات الثلاثة إذا تلامست الكرات الثلاثة مع بعضهما في آن واحد.

$$q_A = q_B = q_C = \frac{(30) + (-55) + (0)}{3} = -8.33\ C$$

==========

**ماذا يحدث في الحالات الآتية مع ذكر السبب :**

1- إذا فقدت الذرة عدد من الالكترونات.

الحدث : تصبح الذرة أيون موجب

السبب : عدد البروتونات الموجبة يصبح أكبر من عدد الإلكترونات السالبة

2- إذا اكتسبت الذرة عدد من الالكترونات.

الحدث : تصبح الذرة أيون سالب

السبب : عدد الإلكترونات السالبة يصبح أكبر من عدد البروتونات الموجبة

3- عند احتكاك ساق المطاط بالفراء أو الصوف.

الحدث : يصبح الصوف موجب الشحنة ويصبح المطاط سالب الشحنة

السبب : الفراء يفقد إلكترونات ( شحنات ) بينما المطاط يكتسب الكترونات ( شحنات )

4- عند احتكاك ساق الزجاج أو البلاستيك بالحرير.

الحدث : يصبح الزجاج موجب الشحنة ويصبح الحرير سالب الشحنة

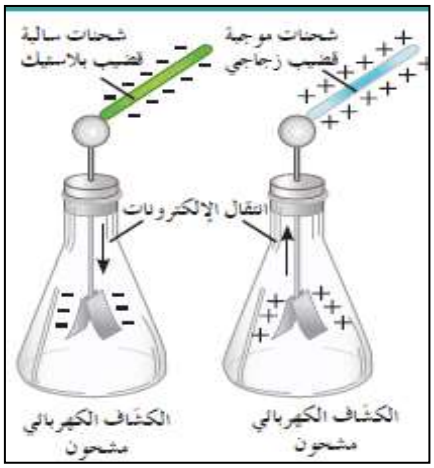
السبب : الزجاج يفقد إلكترونات ( شحنات ) بينما الحرير يكتسب الكترونات ( شحنات )

5- عند جمع جسمين يحمل أحدهما شحنة موجبة والآخر شحنة سالبة.

الحدث : يحدث انتقال الإلكترونات ( الشحنات ) من الجسم السالب الشحنة إلي الجسم الموجب الشحنة

السبب : لان الجسم السالب الشحنة يحتوي علي عدد الكترونات أكثر

6- لورقتي الكشاف الكهربي عندما يلمس قرص الكشاف جسماً مشحوناً.




الحدث : يحدث انفراج لورقتي الكشاف

السبب : الورقتان تصبحان مشحونتان بالشحنة نفسها فيحدث تنافر بينهما

7- بين قدميك والسجاد الصوفي الذي تمشي عليه.

الحدث : حدوث الشرارات الصغيرة

السبب : حدوث تفريغ كهربائي بين القدمين والسجاد

## تابع الشحنات والقوي الكهربائية

**علل لما يأتي :**

1- لا يمكن وجود شحنة كهربائية تعادل شحنة (10.5) أو (100.5) إلكترون.

لأن شحنة الإلكترون لا تتجزأ والشحنة الكهربائية هي مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون الواحد

2- الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من الذرة في المستويات الخارجية أقل من الطاقة اللازمة لنزعه من المستويات الداخلية.

لأن ترابط الالكترونات الخارجية بالنواة ضعيف بينما ترابط الالكترونات الداخلية بالنواة أقوي

3- إلكترونات المطاط تحتاج لطاقة أكبر لنزعها من الذرة بعكس الكترونات الصوف تحتاج طاقة أقل.

لأن إلكترونات المطاط تكون أكثر ارتباطاً بالذرة بينما إلكترونات الصوف تكون أقل ارتباطاً بالذرة

4- تجهز شاحنة نقل النفط بسلسلة معدنية تتدلي من الخلف وعلى تلامس دائم مع الأرض.

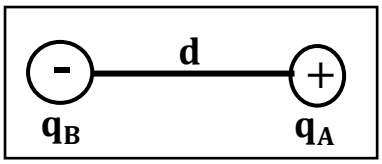
لأن السلسلة تعمل علي تفريغ الشحنات المتراكمة إلى الأرض وتمنع حدوث شرارة كهربائية قد تؤدي لاحتراقها

==========

## قانون كولوم

**قانون كولوم**

**القوة الكهربائية بين شحنتين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة بينهما**




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

**** أكمل ما يأتي :**

1- ( $q_1\ q_2$ ) تمثل مقدار الشحنتين ووحدة قياسها الكولوم ( C )

2- ( d ) تمثل المسافة بين الشحنتين ووحدة قياسها المتر ( m )

3- ( F ) تمثل القوة الكهربائية ووحدة قياسها النيوتن ( N )

4- ( K ) تمثل ثابت كولوم ويتوقف علي نوع الوسط ويساوي ( $K = 9 \times 10^9\ N.m^2/C^2$ )

5- أذكر العوامل التي تتوقف عليها القوة الكهربائية : مقدار الشحنتين - المسافة بينهما – نوع الوسط

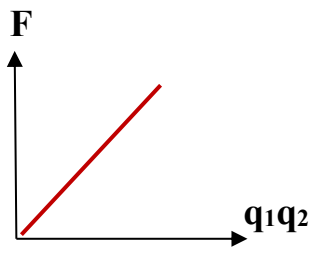
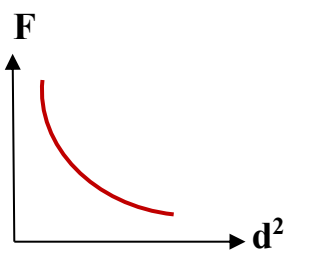
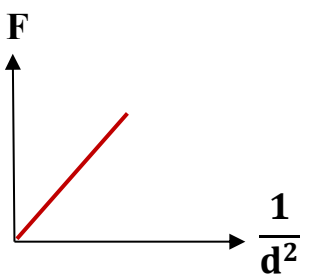
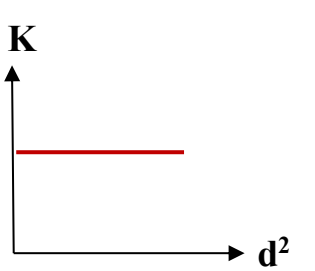
6- تتبع القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين في قانون كولوم قانون التربيع العكسي

7- القوة الكهربائية بين مكونات الذرة أكبر بكثير من قوى الجاذبية المتبادلة بينها.

8- اتجاه القوة الكهربائية يكون دائماً على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين.

9- لديك قوتين ( $F_1$ ) و ( $F_2$ ) في اتجاه واحد فان محصلتهما ( $F_T$ ) تساوي $F_T = F_1 + F_2$

10- لديك قوتين ( $F_1$ ) و ( $F_2$ ) متعاكستين بالاتجاه فان محصلتهما ( $F_T$ ) تساوي $F_T = F_2 - F_1$

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| القوة الكهربية ومقدار كل من الشحنتين الكهربائيتين | القوة الكهربية ومربع المسافة بين الشحنتين | القوة الكهربية ومقلوب مربع المسافة بين الشحنتين | ثابت كولوم ومربع المسافة بين الشحنتين |

1- قانون كولوم يشبه قانون الجذب العام $F = \frac{G\, m_1 m_2}{d^2}$

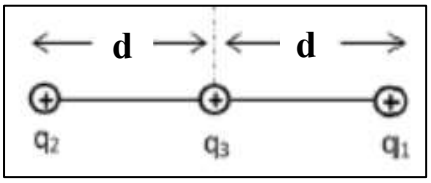
ملاحظات :

لأن الشحنة في قانون كولوم تؤدي نفس دور الكتلة في قانون الجذب العام لنيوتن

2- وحدة الميكرو كولوم ( μC ) تساوي $10^{-6}$ C

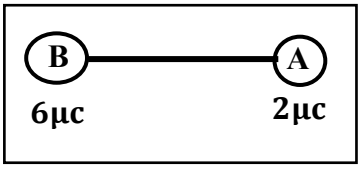
==========

** أختر الإجابة الصحيحة :




1- الشكل المقابل يوضح ثلاث شحنات إذا علمت أن ( $q_2 = q_1$ ) فإن مقدار محصلة القوى المؤثرة على الشحنة ( $q_3$ ) يساوي بالنيوتن .....

- $F = \frac{K\, q_1 q_2}{d^2}$
- $F = \frac{2\, K\, q_1 q_2}{d^2}$
- 0
- $F = \frac{3\, K\, q_1 q_2}{d^2}$




2- الجسم (A) مشحون بشحنة ($2\ \mu c$) والجسم (B) مشحون بشحنة ($6\ \mu c$) فإن القوة الكهربائية المتبادلة بين الجسمين ( A ، B ) تساوي .....

- $F_{AB} = -F_{BA}$
- $F_{AB} = F_{BA}$
- $F_{AB} = -2F_{BA}$
- $F_{AB} = 2\, F_{BA}$

==========

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- لقوة كهربائية مقدارها ( 100 N ) إذا قلت المسافة بين الشحنتين لنصف قيمتها.

الحدث : تزداد القوة الكهربائية إلى أربعة أمثال وتصبح ( 400 N )

السبب : القوة الكهربائية بين الشحنتين تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما

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

الحدث : تقل القوة الكهربائية إلى ربع ما كانت عليه وتصبح ( 100 N )

السبب : القوة الكهربائية بين الشحنتين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين

3- لقوة كهربائية إذا زيدت كل من الشحنتين إلي مثلي قيمتهما وزيدت المسافة للمثلي.

الحدث : القوة الكهربائية تبقي كما هي أو لا تتغير

السبب : القوة الكهربائية بين الشحنتين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما

4- للقوة الكهربائية إذا أستبدل إحدى الشحنتين ( + q و + q ) بشحنة أخرى مقدارها ( - q ).

الحدث : مقدار القوة الكهربائية لا يتغير ، ولكن تصبح قوة تجاذب بينهما بدل من قوة تنافر

السبب : الشحنات المتشابهة بينهما قوة تنافر بينما الشحنات المختلفة بينهما قوة تجاذب

## تطبيقات على قانون كولوم

**مثال 1 :** شحنتين في الهواء مقدارهما ( 20 µC ) و ( 40 µC ) بينهما مسافة ( 50 cm ) . أحسب :

أ) القوة الكهربية المتبادلة بينهما وحدد نوعها حيث ثابت كولوم يساوي ( $9 \times 10^9$ N.m$^2$/C$^2$ ) :

$$F = \frac{K\,q_1 q_2}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-6} \times 40 \times 10^{-6}}{(0.5)^2} = 28.8\ N$$

قوة تنافر

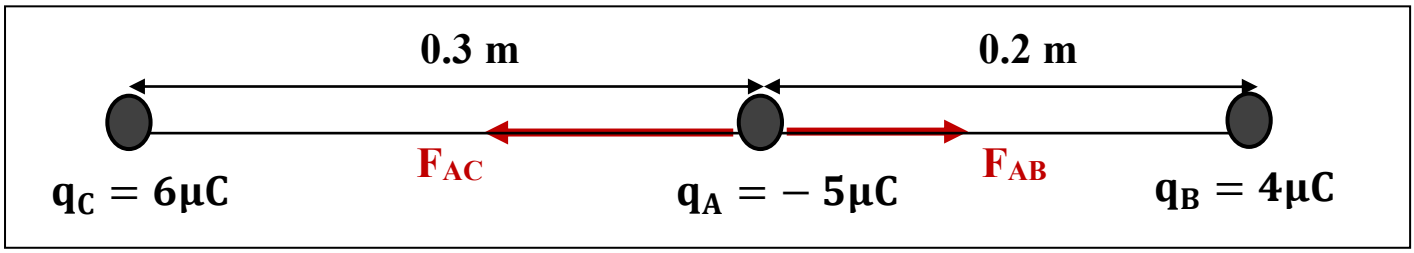
ب ) القوة الكهربية المتبادلة بين الشحنتين إذا زادت كلا من الشحنتين الي المثلي مع ثبات المسافة بينهما :

$$F = \frac{K\,q_1 q_2}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 40 \times 10^{-6} \times 80 \times 10^{-6}}{(0.5)^2} = 115.2\ N$$

ج ) القوة الكهربية المتبادلة بين الشحنتين إذا زادت المسافة بينهما للمثلي مع ثبات مقدار الشحنتين :

$$F = \frac{K\,q_1 q_2}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-6} \times 40 \times 10^{-6}}{(2 \times 0.5)^2} = 7.2\ N$$

**مثال 2 :** أدرس الشكل المقابل . ثم أحسب :




أ) القوة الكهربية المتبادلة بين الكرة ( A ) والكرة ( B ) :

$$F_{AB} = \frac{K\,q_A q_B}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(0.2)^2} = 4.5\ N$$

ب) القوة الكهربية المتبادلة بين الكرة ( A ) والكرة ( C ) :

$$F_{AC} = \frac{K\,q_A q_C}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} = 3\ N$$

ج) القوة الكهربية الكلية المؤثرة علي الكرة ( A ) :

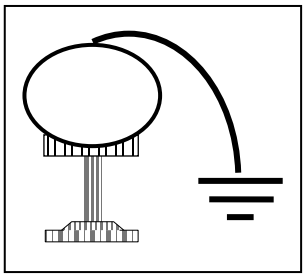
$$F_T = F_{AB} - F_{AC} = 4.5 - 3 = 1.5\ N$$

## الدرس ( 4 ) : التيار الكهربائي ومصدر الجهد

### تدفق الشحنات

** تتدفق الشحنات من أحد طرفي الموصل إلى الطرف الآخر عندما يكون هناك فرق جهد

** يستمر سريان الشحنات ثم تتوقف عندما يتساوى الجهد بين الطرفين



نشاط في الشكل مولد ( فان دي جراف ) مشحون يتصل بسلك موصل بالأرض.

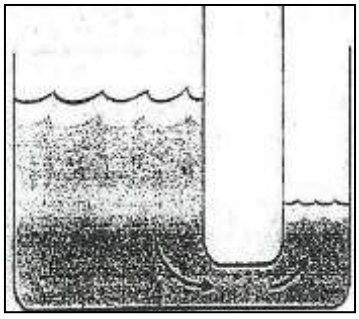
الحدث : تتدفق الشحنات لفترة قصيرة ثم تتوقف

السبب : تتدفق الشحنات بسبب وجود فرق جهد بين الطرفين

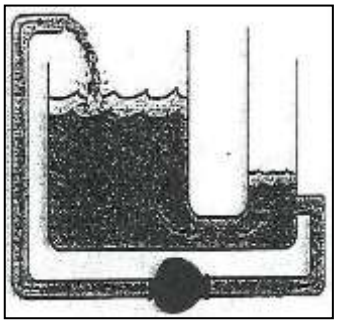
تتوقف الشحنات بسبب تساوي جهد المولد وجهد الأرض

==========

أ) تتدفق المياه من طرف الأنبوب ذي الضغط المرتفع إلى الطرف الآخر ذي الضغط المنخفض ويتوقف هذا التدفق عندما يتساوى الضغط



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



* بطارية فولتا : هي مجموعة أقراص معدنية من النحاس والزنك وتوضع بينها ورق مشبع بالماء المالح

==========

### البطارية
**مصدر القوة الدافعة في الدوائر الكهربائية**

**علل :** يتطلب استمرار التيار الكهربائي وجود مصدر الجهد ( البطارية ) في الدائرة الكهربية.

لكي توفر الطاقة اللازمة لتحريك الشحنات الكهربائية وتحافظ على وجود فرق الجهد في الدائرة

==========

### التيار الكهربائي
**سريان الشحنات الكهربائية**

### إلكترونات التوصيل
**الإلكترونات التي تحمل الشحنات في الدائرة الكهربائية**

** أكمل ما يأتي :

1- في الموصلات الصلبة تقوم الإلكترونات بحمل الشحنات أما البروتونات فهي موجودة داخل نواة الذرة وثابتة.

2- تشكل الأيونات السالبة والموجبة سريان الشحنة الكهربائية في الإلكتروليت ( الموائع ) مثل بطارية السيارة

3- في العمود الكهربي تتحول الطاقة الكيميائية إلي الطاقة الكهربائية

4- في المولد الكهربائي ( الدينامو ) تتحول الطاقة الميكانيكية إلي الطاقة الكهربائية

5- في الظروف العادية عدد الإلكترونات يساوي عدد البروتونات الموجبة في السلك.

**علل لما يأتي :**

**1- لا يمكن للبروتونات أن تحمل الشحنات في الدائرة الكهربائية.**

**لأن البروتونات ثابتة وموجودة داخل نواة الذرة**

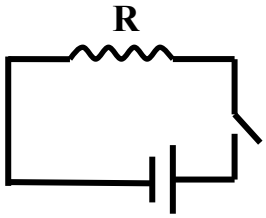
**2- الالكترونات هي التي تحمل الشحنات في الدائرة الكهربائية.**

**لأن الالكترونات حرة الحركة**

**3- محصلة الشحنة الكهربية المارة السلك في كل لحظة تساوي صفر.**

**لأن عدد الإلكترونات الذي يدخل من أحد طرفي السلك يساوى عدد الإلكترونات الذي يخرج من الطرف الآخر**

**4- لا يمر تيار كهربائي في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل.**



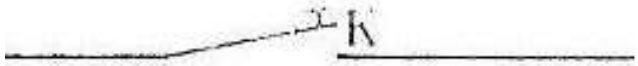

**لأن الدائرة الكهربائية مفتوحة والتيار الكهربائي يسري في مسار مغلق**

==========

*** في الرسوم التخطيطية التالية سجل علي قطعة في الشكل الذي أمامك أسم القطعة :**

**مقاومة**

**بطارية**



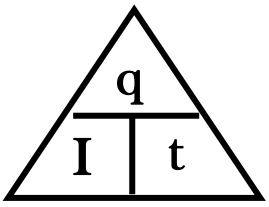
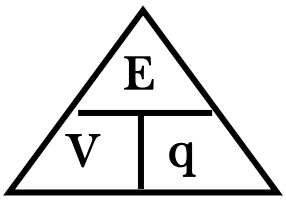

**مفتاح مفتوح**

**مفتاح مغلق**



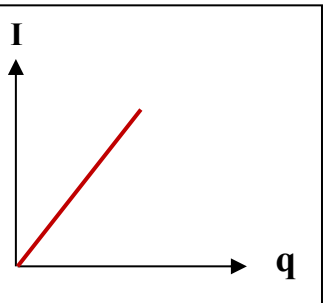
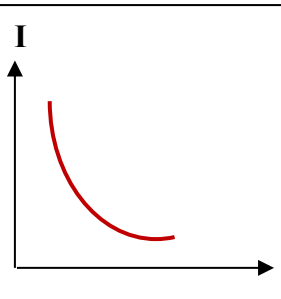
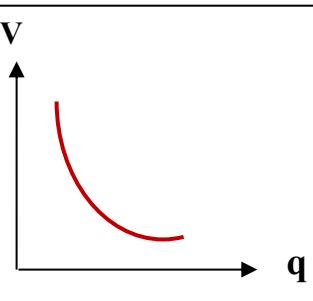
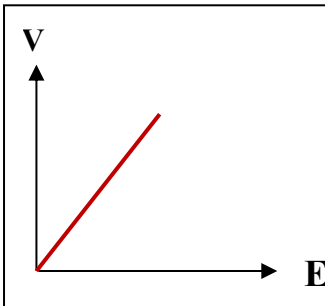
**سلك**

## تابع التيار الكهربائي ومصدر الجهد

| وجه المقارنة | شدة التيار ( I ) | فرق الجهد ( V ) |
|---|---|---|
| العلاقة المستخدمة | $I = \frac{q}{t}$   | $V = \frac{E}{q}$   |
| التعريف | كمية الشحنة التي تمر خلال مقطع سلك في الثانية | الشغل المبذول ( الطاقة ) لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين |
| العوامل | كمية الشحنة الكهربائية - الزمن | الشغل المبذول - كمية الشحنة الكهربائية |
| وحدة القياس | الأمبير | الفولت |
| جهاز القياس | الأميتر | الفولتميتر |

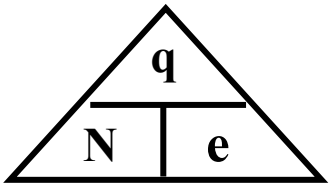
| وجه المقارنة | الأمبير | الفولت |
|---|---|---|
| التعريف | شدة التيار عند سريان شحنة ( 1 C ) في الثانية | فرق الجهد عند بذل شغل ( 1 J ) لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين |
| الرمز | A | V |
| المكافئ له بالوحدات الأخرى | C / S | J / C |

| وجه المقارنة | الأميتر | الفولتميتر |
|---|---|---|
| الاستخدام | قياس شدة التيار | قياس فرق الجهد |
| طريقة التوصيل في الدائرة الكهربية | يوصل علي التوالي | يوصل علي التوازي |
| الرمز في الدائرة الكهربية | | |

| شدة التيار وكمية الشحنة المارة عند ثبات الزمن | شدة التيار والزمن عند ثبات الشحنة الكهربية المارة بالسلك | فرق الجهد وكمية الشحنة عند ثبات الشغل المبذول | فرق الجهد والشغل المبذول عند ثبات كمية الشحنة |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

**القوة الدافعة الكهربية** الطاقة لكل شحنة واحد كولوم ناتجة عن حركة الالكترونات بين نقطتين

**الكولوم** الوحدة الدولية للشحنة ويساوي شحنة ( $6.25 \times 10^{18}$ ) إلكترون




** لحساب عدد الالكترونات المارة في السلك نستخدم العلاقة : $N = \frac{q}{e}$

==========

**مثال 1 : تيار شدته ( 500 mA ) يمر في سلك في نصف دقيقة حيث فرق الجهد بين طرفي السلك ( 12 V ). أحسب :**

**أ) كمية الشحنة الكهربية المارة في السلك :**

$$q = I \times t = (0.5) \times (30) = 15 \ C$$

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

$$E = V \times q = 12 \times 15 = 180 \ J$$

**ج) عدد الالكترونات المارة في السلك حيث شحنة الإلكترون الواحد ( $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C ) :**

$$N = \frac{q}{e} = \frac{15}{1.6 \times 10^{-19}} = 9.375 \times 10^{19} \ e$$

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

**أ) فرق جهد هذه البطارية :**

$$V = \frac{E}{q} = \frac{270}{30} = 9 \ V$$

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

$$I = \frac{q}{t} = \frac{30}{10} = 3 \ A$$

**مثال 3 : سلك يمر به ( $5 \times 10^{21}$ ) إلكترون. حيث شحنة الإلكترون الواحد ( $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C ). أحسب :**

**أ) كمية الشحنة المارة بالسلك :**

$$q = N \times e = 5 \times 10^{21} \times 1.6 \times 10^{-19} = 800 \ C$$

**ب) شدة التيار المار بالسلك في زمن قدره ( 40 ) ثواني :**

$$I = \frac{q}{t} = \frac{800}{40} = 20 \ A$$

## الدرس ( 5 ) : المقاومة الكهربائية وقانون أوم

**المقاومة الكهربائية** الإعاقة التي تواجهها الالكترونات بسبب تصادمها مع ذرات الفلز وتصادمها مع بعضها

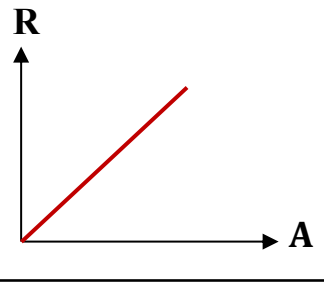
**العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربية :**

1- طول السلك ( L ) : تتناسب المقاومة الكهربية طردياً مع طول السلك.

2- مساحة مقطع السلك ( A ) : تتناسب المقاومة الكهربية عكسياً مع مساحة المقطع.

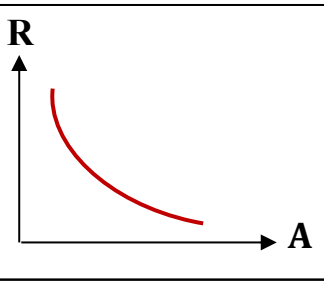
3- نوع مادة السلك : المقاومة الكهربية تتوقف علي نوع المادة

4- درجة الحرارة : المقاومة الكهربية تتوقف علي درجة الحرارة



المقاومة الكهربية للمادة وطول السلك

**المقاومة الكهربية** $R = \frac{\rho L}{A}$



المقاومة الكهربية للمادة ومساحة مقطع السلك

**المقاومة النوعية** $\rho = \frac{RA}{L}$

**الأوميتر** جهاز يستخدم في قياس المقاومة الكهربائية

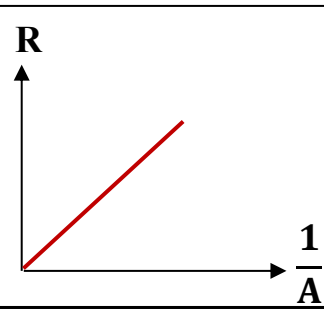
---

**علل لما يأتى :**

1- تكون مقاومة الأسلاك السميكة أقل من مقاومة الأسلاك الرفيعة.

لأن المقاومة الكهربائية لموصل تتناسب عكسياً مع مساحة مقطعه

وتقل التصادمات مع الإلكترونات بزيادة المسافة بين الذرات



المقاومة الكهربية للمادة ومقلوب مساحة مقطع

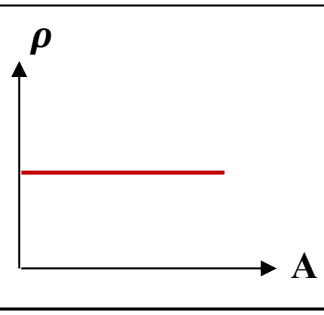
2- تكون مقاومة الأسلاك الطويلة أكبر من مقاومة الأسلاك القصيرة.

لأن المقاومة الكهربائية لموصل تتناسب طردياً مع طوله

وتزداد التصادمات مع الإلكترونات بزيادة عدد الذرات

3- تزداد مقاومة السلك بزيادة درجة حرارته.

بسبب زيادة الحركة الاهتزازية للذرات فتزداد التصادمات مع الالكترونات



المقاومة النوعية للمادة ومساحة مقطع السلك

---

**المواد فائقة التوصيل** مواد مقاومتها صفر عند درجات الحرارة المنخفضة جداً

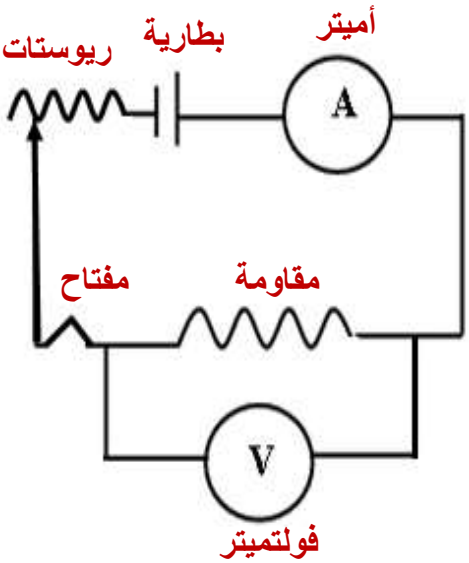
---

**أنواع المقاومات**

1- مقاومة ثابتة ويرمز لها بالرمز

2- مقاومة متغيرة ( ريوستات ) ويرمز لها بالرمز

** سجل علي الدائرة الكهربائية التي أمامك أسم كل قطعة علي الرسم :




** أكمل ما يأتي :

1- تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم ( Ω )

2- تقاس المقاومة النوعية بوحدة أوم . متر ( Ω . m )

3- تتوقف المقاومة النوعية علي كل من نوع المادة و درجة الحرارة

4- تتوقف المقاومة النوعية للنحاس علي درجة الحرارة فقط

5- تتوقف المقاومة النوعية في درجة حرارة الغرفة علي نوع المادة فقط

==========

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

1- للمقاومة الكهربائية إذا زاد طول السلك إلي المثلي.

الحدث : المقاومة الكهربائية تزداد للمثلي $R \alpha L = 2$

السبب : المقاومة الكهربائية تتناسب طردياً مع طول السلك

2- للمقاومة الكهربائية إذا زادت مساحة مقطع السلك إلي المثلي.

الحدث : المقاومة الكهربائية تقل للنصف $R \alpha \frac{1}{A} = \frac{1}{2}$

السبب : المقاومة الكهربائية تتناسب عكسياً مع مساحة مقطع السلك

3- للمقاومة النوعية إذا قلت مساحة المقطع لنصف ما كانت عليه.

الحدث : المقاومة النوعية لا تتغير أو تظل ثابتة

السبب : المقاومة النوعية لا تتوقف على مساحة مقطع السلك ولا تتوقف على طول السلك

4- لمقاومة موصل طوله (L) ومساحة مقطعه (A) ومقاومته (R) إذا أصبح طول السلك (2L) ومساحة مقطعه (2A).

الحدث : المقاومة الكهربائية لا تتغير $R \alpha \frac{L}{A} = \frac{2}{2} = 1$

السبب : المقاومة الكهربائية تتناسب طردياً مع طول السلك وتتناسب عكسياً مع مساحة مقطع السلك

5- لمقاومة موصل طوله (L) ومساحة مقطعه (A) ومقاومته الكهربائية (R) ثني من منتصفه وألتصق طرفاه.

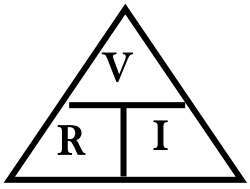
الحدث : المقاومة الكهربائية تقل للربع

السبب : يصبح (A = 2) و (L = 0.5) وبالتالي $R \alpha \frac{L}{A} = \frac{0.5}{2} = \frac{1}{4}$

| وجه المقارنة | المقاومة الكهربائية | المقاومة النوعية |
|---|---|---|
| العوامل | طول السلك ـ مساحة المقطع ـ نوع المادة ـ درجة الحرارة | نوع المادة ـ درجة الحرارة |
| وحدة القياس | الأوم ( Ω ) | أوم . متر ( Ω . m ) |
| العلاقة الرياضية | $R = \frac{\rho L}{A}$ | $\rho = \frac{RA}{L}$ |

## قانون أوم

**قانون أوم** فرق الجهد يتناسب طردياً مع شدة التيار في مقاومة ثابتة عند ثبات درجة الحرارة (V = I R)




** لحساب المقاومة الكهربية نستخدم العلاقة : $R = \frac{V}{I}$

** وحدة الأوم تكافئ $V/A$

**الأوم** مقاومة موصل فرق الجهد بين طرفيه ( 1 فولت ) ويمر به تيار شدته ( 1 أمبير )

---

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

1- لشدة التيار المار في مقاومة ثابتة عند زيادة فرق الجهد بين طرفيها للمثلي.

الحدث : تزداد شدة التيار للمثلي $I \alpha V = 2$

السبب : شدة التيار تتناسب طردياً مع فرق الجهد في مقاومة ثابتة

2- لشدة التيار المار عند زيادة المقاومة الكهربية للمثلي عند ثبوت فرق الجهد.

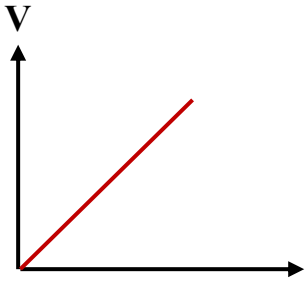
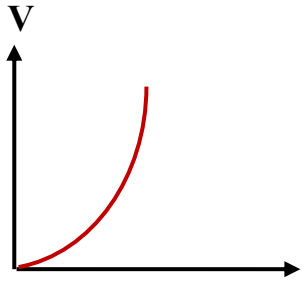
الحدث : تقل شدة التيار للنصف $I \alpha \frac{1}{R} = \frac{1}{2}$

السبب : شدة التيار تتناسب عكسياً مع المقاومة الكهربية عند ثبوت فرق الجهد

3- للمقاومة الكهربية عند مضاعفة فرق الجهد.

الحدث : تبقي المقاومة الكهربائية ثابتة

السبب : المقاومة الكهربائية لا تتوقف علي فرق الجهد وشدة التيار

| وجه المقارنة | المقاومات الأومية | المقاومات غير الأومية |
|---|---|---|
| تحقيق قانون أوم | تحقق قانون أوم | لا تحقق قانون أوم |
| شكل العلاقة | طردية خطية | طردية لا خطية |
| العلاقة البيانية ( فرق الجهد وشدة التيار ) |   فرق الجهد بين طرفي مقاومة أومية وشدة التيار المار بها |   فرق الجهد بين طرفي مقاومة لا أومية وشدة التيار المار بها |

**علل لما يأتي :**

**1- يراعي عند إجراء تجربة قانون أوم عملياً فتح الدائرة بسرعة.**

**أو يراعي عند إجراء تجربة قانون أوم عملياً استخدام تيار كهربائي ضعيف.**

**حتى لا تسخن الأسلاك وبالتالي تزداد حرارتها وتزداد المقاومة الكهربائية**

**2- تستخدم الريوستات في الدائرة الكهربية.**

**لتغيير المقاومة الكلية للدائرة الكهربية وبالتالي تغيير شدة التيار المار فيها**

==========

**مثال 1 : في تجربة أوم كان فرق الجهد بين طرفي السلك ( 10 V ) وكانت شدة التيار الكهربائي فيه (2 A ). أحسب :**

**أ) مقاومة السلك :**

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$$

**ب) طول السلك إذا كانت مقاومته النوعية ( $1.6 \times 10^{-8}$ ) Ω.m ومساحة مقطعه ( 3 ) $mm^2$ :**

$$\rho = \frac{RA}{L} \quad \Rightarrow \quad 1.6 \times 10^{-8} = \frac{5 \times (3 \times 10^{-6})}{L} \quad \Rightarrow \quad L = 937.5\ m$$

**مثال 2 : سلك طوله (200 m) ومساحة مقطعه ($2 \times 10^{-6}\ m^2$) ومقاومته النوعية ($2.5 \times 10^{-8}$ Ω .m). أحسب :**

**أ) مقاومة السلك :**

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{2.5 \times 10^{-8} \times 200}{2 \times 10^{-6}} = 2.5\ \Omega$$

**ب) فرق الجهد بين طرفي السلك عندما يمر به تيار كهربائي شدته ( 4 A ) :**

$$V = I \times R = 4 \times 2.5 = 10\ V$$

**مثال 3 : سلك معدني طوله ( 500 m ) ومساحة مقطعه ( $1\ cm^2$ ) وفرق الجهد بين طرفيه ( 210 V )**

**وكانت شدة التيار الكهربائي المار فيه ( 7 A ) . أحسب :**

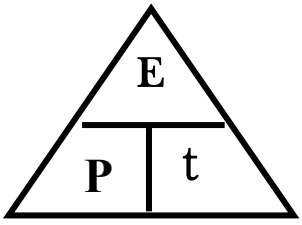
**أ) المقاومة الكهربية السلك :**

$$R = \frac{V}{I} = \frac{210}{7} = 30\ \Omega$$

**ب) المقاومة النوعية لمادة السلك :**

$$\rho = \frac{RA}{L} = \frac{30 \times (1 \times 10^{-4})}{500} = 6 \times 10^{-6}\ \Omega.m$$

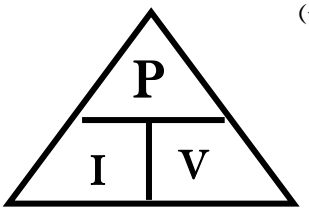
## الدرس ( 6 ) : القدرة الكهربائية




**القدرة الميكانيكية** الشغل المبذول خلال وحدة الزمن

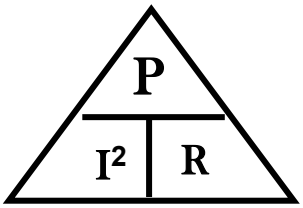
**القدرة الكهربية** حاصل ضرب شدة التيار وفرق الجهد $P = I \times V$

أو معدل تحول الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى (حرارية وضوئية)




** أكمل ما يأتي :

1- لحساب القدرة الكهربية بدلالة الطاقة الكهربية والزمن نستخدم العلاقة : $P = \frac{E}{t}$




2- لحساب القدرة الكهربية بدلالة شدة التيار وفرق الجهد نستخدم العلاقة : $P = I \times V$

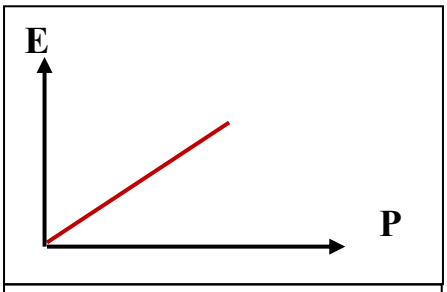
3- لحساب القدرة الكهربية بدلالة شدة التيار والمقاومة نستخدم العلاقة : $P = I^2 \times R$

4- تقاس القدرة الكهربية بوحدة الوات ( W ) ويكافئ J/s

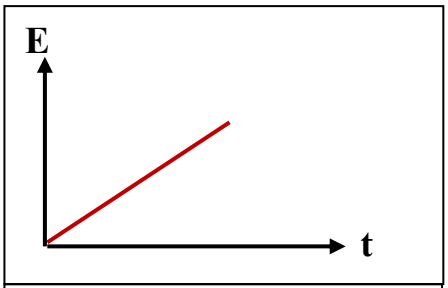
**الوات** قدرة جهاز يستهلك طاقة ( 1 جول ) في الثانية

**علل :** تختلف شدة إضاءة مصباحين بالرغم من أنهما يعملان بنفس فرق الجهد الكهربائي.

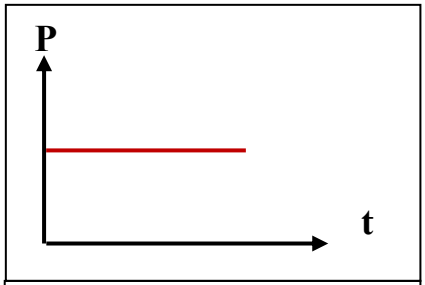
بسبب اختلاف القدرة الكهربائية للمصباحين



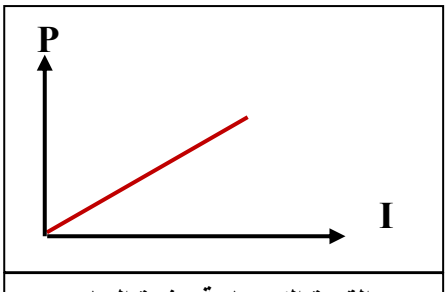

الطاقة المستهلكة والقدرة الكهربائية
عند ثبوت الزمن



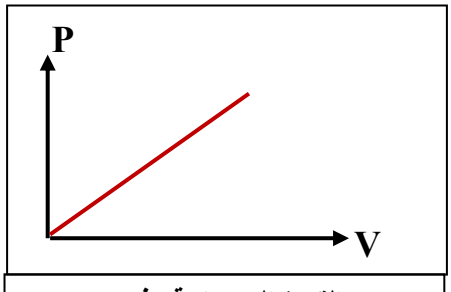

الطاقة المستهلكة والزمن
عند ثبوت القدرة الكهربائية



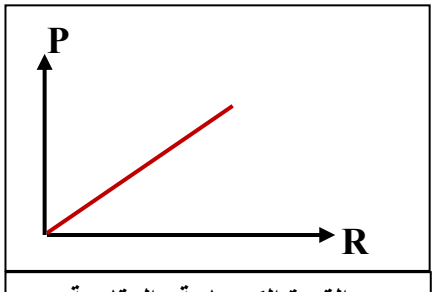

القدرة الكهربائية لجهاز ما
والزمن




القدرة الكهربائية وشدة التيار
عند ثبوت فرق الجهد




القدرة الكهربائية وفرق
الجهد عند ثبوت شدة التيار




القدرة الكهربائية والمقاومة
عند ثبوت شدة التيار

## الطاقة الكهربائية

** أكمل ما يأتي :

1- لحساب الطاقة المستهلكة في المنزل نستخدم العلاقة : $E = P \times t$

2- لحساب الطاقة المستهلكة في جهاز موصول على فرق جهد ثابت نستخدم العلاقة : $E = IV \times t$

3- لحساب الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية ( قانون جول ) نستخدم العلاقة : $E = I^2R \times t$

4- الطاقة الحرارية الناتجة في مقاومة أومية تتناسب طردياً مع المقاومة الكهربائية – الزمن – مربع شدة التيار

5- تقاس الطاقة المستهلكة في المنازل بوحدة الكيلو وات . ساعة ( KW.h )

6- الكيلو وات . ساعة ( KW.h ) = 3600000 جول ( J )

==========

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- للطاقة الحرارية المتولدة في مقاومة أومية عند زيادة شدة التيار إلي المثلي.

الحدث : تزداد الطاقة الحرارية إلي أربعة أمثال $E \ \alpha \ I^2 = (2)^2 = 4$

السبب : الطاقة الحرارية المتولدة في مقاومة أومية تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار

==========

مثال 1 : مدفأة في داخلها ملف تسخين واحد وتعمل على فرق جهد (240 V) ويمر فيها تيار شدته (5 A). أحسب :

أ) مقاومة الملف الواحد :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{240}{5} = 48\ \Omega$$

ب) القدرة المستهلكة عند استخدام الملف الواحد :

$$P = I \times V = 5 \times 240 = 1200\ W$$

ج) الطاقة المستهلكة ( بالجول ) إذا استخدمت المدفأة لمدة يوم :

$$E = P \times t = 1200 \times (24 \times 60 \times 60) = 103680000\ J$$

د) الطاقة المستهلكة ( بالكيلو وات – ساعة ) إذا استخدمت لنفس المدة :

$$E = \frac{103680000}{3600000} = 28.8\ KW.h$$

هـ) سعر التكلفة الذي ستدفعه إذا كان سعر ( الكيلو وات – ساعة ) يساوي ( 10 فلس ) في هذه المدة :

سعر التكلفة = الطاقة المصروفة X سعر الكيلو وات = 28.8 X 10 = 288 فلس

مثال 2 : مقاومة أومية (50 Ω) يمر فيه تيار شدته (10 A) . أحسب :

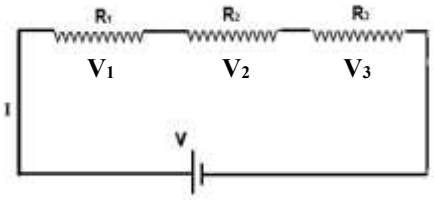
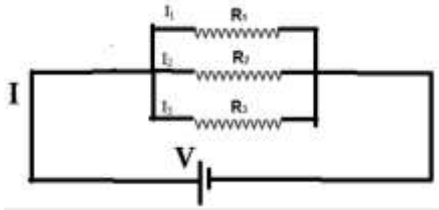
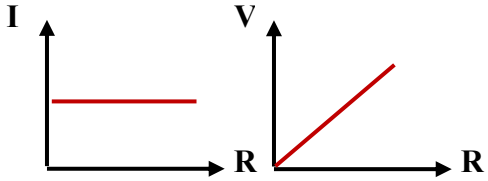
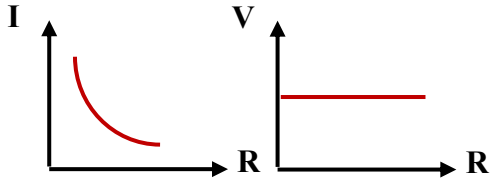
أ) القدرة الكهربية للمقاومة الأومية :

$$P = I^2 \times R = (10)^2 \times 50 = 5000\ W$$

ب) الطاقة المستهلكة في ( 20 S ) :

$$E = P \times t = 5000 \times 20 = 100000\ J$$

## الدرس ( 7 ) : الدوائر الكهربائية

| وجه المقارنة | دوائر التوالي | دوائر التوازي |
|---|---|---|
| رسم الدائرة الكهربائية |  |  |
| شدة التيار في كل مقاومة | ثابت في كل مقاومة | يتوزع بنسب عكسية مع كل مقاومة |
| فرق الجهد في كل مقاومة | يتوزع بنسب طردية مع كل مقاومة | ثابت في كل مقاومة |
| شدة التيار الكلي في الدائرة | $I_{eq} = I_1 = I_2 = I_3$ | $I_{eq} = I_1 + I_2 + I_3$ |
| الجهد الكلي في الدائرة | $V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3$ | $V_{eq} = V_1 = V_2 = V_3$ |
| المقاومة المكافئة في الدائرة | $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$ | $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ |
| المقاومة المكافئة في الدائرة وعلاقتها بباقي المقاومات | المقاومة المكافئة أكبر من أكبر مقاومة | المقاومة المكافئة أصغر من أصغر مقاومة |
| نتيجة انقطاع التيار عن إحدى المقاومات | ينقطع عن باقي المقاومات | لا ينقطع عن باقي المقاومات |
| رسم العلاقات البيانية |  |  |

**الدائرة الكهربية** مسار مغلق تنساب خلاله الالكترونات

**المقاومة المكافئة** المقاومة المفردة التي تشكل نفس الحمل على البطارية

==========

**علل لما يأتي :**

1- توصل الأجهزة في المنازل علي التوازي ولا توصل علي التوالي.

لأن في التوصيل علي التوازي إذا انقطع التيار عن أحد الأجهزة لا ينقطع عن باقي الأجهزة في المنزل

2- الجهد الكلي للمصدر في التوالي يساوي مجموع الجهود عبر كل جهاز في الدائرة.

الطاقة اللازمة لنقل وحدة الشحنات في الدائرة يساوي مجموع الطاقات اللازمة لنقل وحدة الشحنات في كل جهاز

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

**1- للمقاومة الكلية للدائرة عند إضافة أجهزة أخرى إلى دائرة التوالي.**

**الحدث : تزداد المقاومة الكلية للدائرة**

**السبب : لأن المقاومة الكلية تساوي مجموع المقاومات في الدائرة أو** $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

**2- للمقاومة الكلية للدائرة عند إضافة أجهزة أخرى إلى دائرة التوازي.**

**الحدث : تقل المقاومة الكلية للدائرة**

**السبب : لأن مقلوب المقاومة الكلية يساوي مجموع مقلوب المقاومات في الدائرة أو** $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

**3- لإضاءة المصابيح موصلة علي التوالي عند إضافة مصباح أخر للدائرة الكهربائية.**

**الحدث : تقل إضاءة كل مصباح**

**السبب : المقاومة الكلية تزداد وبالتالي شدة التيار الكلي تقل وشدة التيار في كل مصباح تقل**

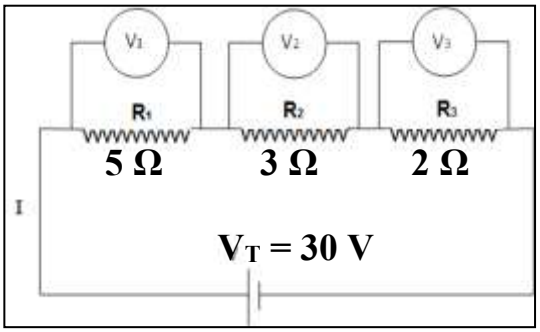
**4- لإضاءة المصابيح موصلة علي التوازي عند إضافة مصباح أخر للدائرة الكهربائية.**

**الحدث : تبقى إضاءة كل مصباح ثابتة**

**السبب : المقاومة الكلية تقل وبالتالي شدة التيار الكلي تزداد والتيار يتوزع علي عدد مصابيح أكبر ويبقي تيار كل مصباح ثابت**

==========

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




**أ) قيمة المقاومة المكافئة :**

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 5 + 3 + 2 = 10\ \Omega$$

**ب) شدة التيار الكلي في الدائرة :**

$$I_{eq} = \frac{V_{eq}}{R_{eq}} = \frac{30}{10} = 3\ A$$

**ج) شدة التيار المار في المقاومة ( $R_1$ ) :**

$$I_1 = I_{eq} = 3\ A$$

**د) فرق الجهد في المقاومة ( $R_1$ ) :**

$$V_1 = I_1 \times R_1 = 3 \times 5 = 15\ V$$

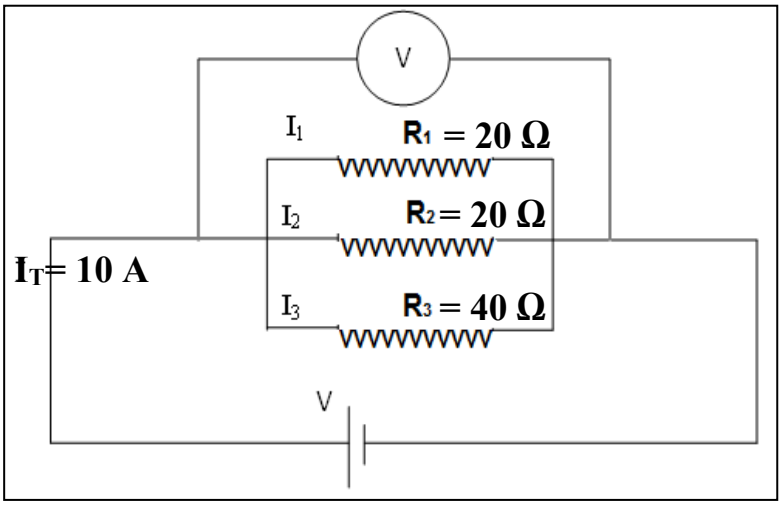
**هـ) القدرة المصروفة في المقاومة ( $R_2$ ) :**

$$P_2 = I_2^2 \times R_2 = (3)^2 \times 3 = 27\ W$$

**ي) الطاقة المصروفة في الدائرة خلال ( 10 ) ثواني :**

$$E_T = I_T \times V_T \times t = 3 \times 30 \times 10 = 900\ J$$

**مثال 2 :** من خلال الدائرة الكهربائية التالية. أحسب :




أ) قيمة المقاومة المكافئة :

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

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40} = \frac{1}{8}$$

$$R_{eq} = 8\ \Omega$$

ب) فرق الجهد الكلي في الدائرة :

$$V_{eq} = I_{eq} \times R_{eq} = 10 \times 8 = 80\ V$$

ج) فرق الجهد بين طرفي المقاومة ( $R_1$ ) :

$$V_1 = V_{eq} = 80\ V$$

د) شدة التيار المار في المقاومة ( $R_2$ ) :

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{80}{20} = 4\ A$$

هـ) القدرة المصروفة في المقاومة ( $R_2$ ) :

$$P_2 = I_2 . V_2 = 4 \times 80 = 320\ W$$

و) الطاقة المصروفة في الدائرة خلال دقيقة واحدة :

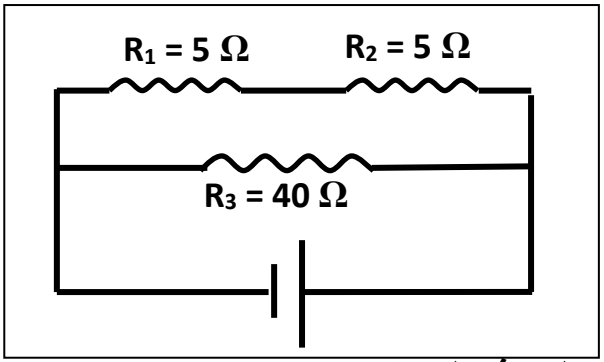
$$E_T = I_T \times V_T \times t = 10 \times 80 \times 60 = 48000\ J$$

---

## الدوائر المركبة

**دائرة تحتوي على نوعين من التوصيل التوالي والتوازي في شبكة واحدة**

**مثال 1 :** الشكل المقابل يمثل دائرة كهربائية مركبة فإذا كان فرق الجهد بين قطبي البطارية V ( 24 ). أحسب :




أ) المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات لهذه الدائرة :

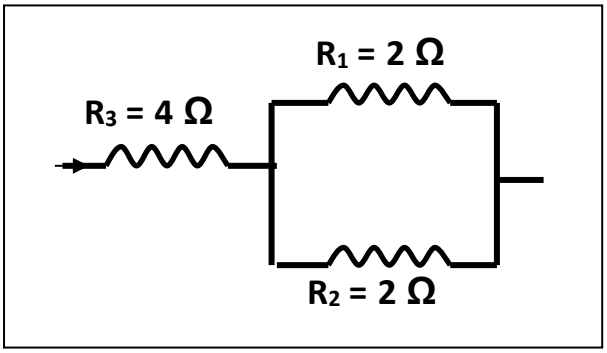
$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 5 + 5 = 10\ \Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5}{40} \Rightarrow R_{eq} = 8\ \Omega$$

ب) شدة التيار في الدائرة :

$$I_{eq} = \frac{V_{eq}}{R_{eq}} = \frac{24}{8} = 3\ A$$

**مثال 2 :** الشكل المقابل يمثل دائرة كهربائية مركبة فإذا كان شدة التيار المار في الدائرة A ( 3 ) . احسب :




أ) المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات لهذه الدائرة :

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Rightarrow R_{1,2} = 1\ \Omega$$

$$R_{eq} = R_{1,2} + R_3 = 1 + 4 = 5\ \Omega$$

ب) فرق الجهد بين طرفي الدائرة :

$$V_{eq} = I_{eq} \times R_{eq} = 3 \times 5 = 15\ V$$

# العلاقات الرياضية في المنهج

| قوانين الحركة التوافقية البسيطة | |
|---|---|
| التردد في الحركة التوافقية البسيطة | $f = \frac{N}{t}$ |
| الزمن الدوري في الحركة التوافقية البسيطة | $T = \frac{t}{N}$ |
| العلاقة بين التردد والزمن الدوري | $f = \frac{1}{T}$ |
| السرعة الزاوية في الحركة التوافقية البسيطة | $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ |
| الإزاحة في الحركة التوافقية البسيطة | $y = A \sin (\omega t)$ |
| الزمن الدوري في النابض | $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$ |
| الزمن الدوري في البندول البسيط | $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ |
| قوة الإرجاع للبندول البسيط | $F = -mg \sin \theta$ |

| قوانين الحركة الموجية | |
|---|---|
| سرعة انتشار الموجات | $v = \lambda \times f$ |
| الطول الموجي | $\lambda = \frac{d}{N}$ |

| قوانين الأوتار المستعرضة | |
|---|---|
| سرعة الموجات في الوتر المهتز | $V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ |
| تردد النغمة الصادرة من الوتر المهتز | $f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ |
| قوة الشد بدلالة الكتلة المعلقة في الوتر | $T = mg$ |
| كتلة وحدة الأطوال بدلالة كتلة الوتر | $\mu = \frac{m}{L}$ |

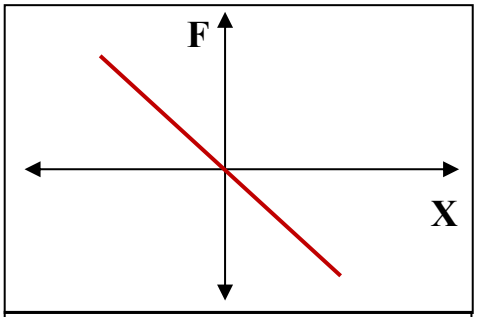
| نوع النغمة | النغمة الأساسية | التوافقية الأولي | التوافقية الثانية |
|---|---|---|---|
| طول الوتر $L = \frac{n}{2}\lambda$ | $L = \frac{1}{2}\lambda$ | $L = \frac{2}{2}\lambda = 1\lambda$ | $L = \frac{3}{2}\lambda$ |
| الطول الموجي $\lambda = \frac{2}{n}L$ | $\lambda = \frac{2}{1}L$ | $\lambda = 1L$ | $\lambda = \frac{2}{2}L$ |
| التردد $(f = n\, f_0)$ | $f_0$ | $f_1 = 2\, f_0$ | $f_2 = 3\, f_0$ |

| قوانين الكهربائية الساكنة والتيار المستمر | |
|---|---|
| القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين ( قانون كولوم ) | $F = \frac{K\, q_1 q_2}{d^2}$ |
| عدد الالكترونات | $N = \frac{q}{e}$ |
| شدة التيار | $I = \frac{q}{t}$ |
| فرق الجهد | $V = \frac{E}{q}$ |
| المقاومة الكهربائية | $R = \frac{\rho L}{A}$ |
| المقاومة الكهربائية ( قانون أوم ) | $R = \frac{V}{I}$ |
| المقاومة النوعية | $\rho = \frac{RA}{L}$ |
| القدرة الكهربائية | $P = \frac{E}{t}$<br>$P = I^2 R$<br>$P = I V$ |
| الطاقة الكهربائية | $E = P \times t$<br>$E = I^2 R \times t$<br>$E = IV \times t$ |

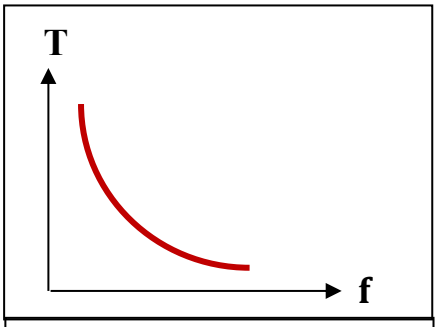
| قوانين التوصيل على التوالي والتوازي | | |
|---|---|---|
| | دوائر التوالي | دوائر التوازي |
| 1- شدة التيار الكلي في الدائرة | $I_{eq} = I_1 = I_2 = I_3$ | $I_{eq} = I_1 + I_2 + I_3$ |
| 2- الجهد الكلي للمصدر | $V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3$ | $V_{eq} = V_1 = V_2 = V_3$ |
| 3- قيمة المقاومة المكافئة | $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$ | $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ |

| التحويلات | | | |
|---|---|---|---|
| الطول | $cm \div 100 \rightarrow m$<br>$mm \div 1000 \rightarrow m$ | الكتلة | $gm \div 1000 \rightarrow Kg$ |
| المساحة | $cm^2 \div 100^2 \rightarrow m^2$<br>$mm^2 \div 1000^2 \rightarrow m^2$ | الزمن | $min \times 60 \rightarrow S$<br>$hr \times 3600 \rightarrow S$ |
| الشحنة الكهربائية | $\mu C \times 10^{-6} \rightarrow C$ | شدة التيار | $mA \times 10^{-3} \rightarrow A$ |

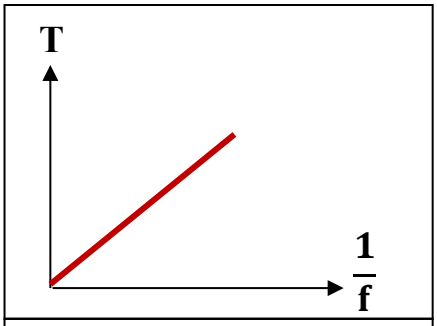
# العلاقات البيانية في المنهج



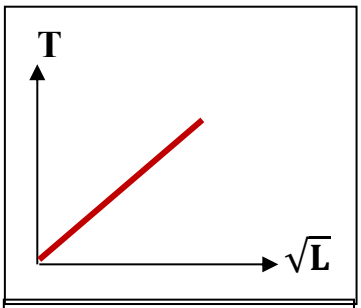

قوة الإرجاع والإزاحة الحادثة
في الحركة التوافقية البسيطة



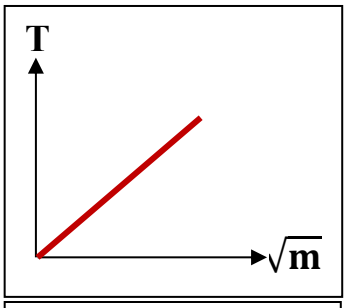

الزمن الدوري والتردد لجسم
يتحرك حركة توافقية بسيطة



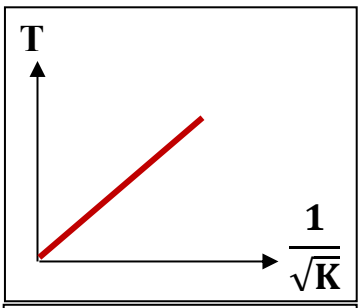

الزمن الدوري ومقلوب التردد
في الحركة التوافقية البسيطة



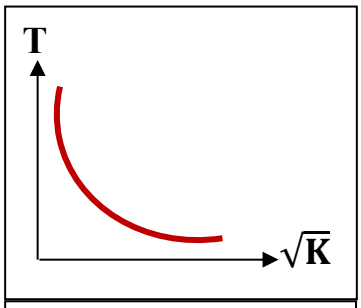

الزمن الدوري للبندول البسيط
والجذر التربيعي لطول الخيط



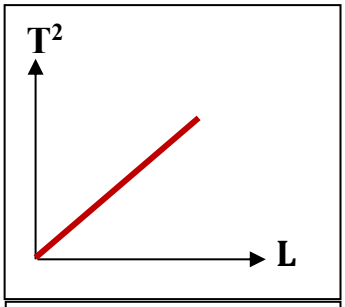

الزمن الدوري للنابض
وجذر الكتلة المعلقة بالنابض



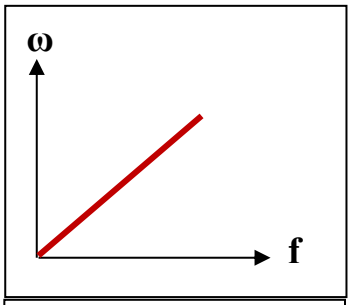

الزمن الدوري للنابض
ومقلوب جذر ثابت النابض



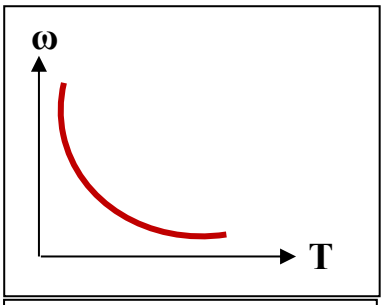

الزمن الدوري للنابض
والجذر التربيعي لثابت النابض



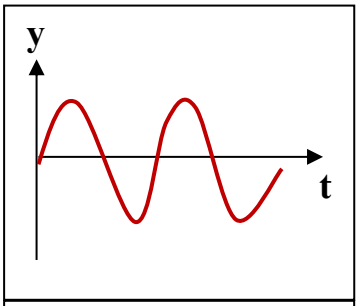

مربع الزمن الدوري للبندول
البسيط وطول الخيط



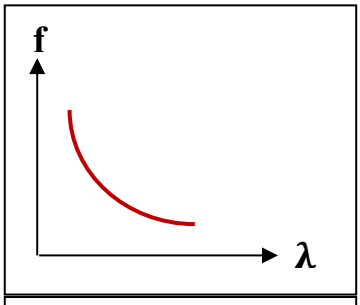

السرعة الزاوية والتردد
في الحركة التوافقية البسيطة



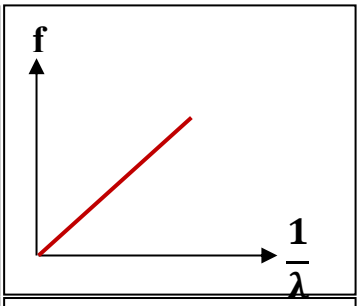

السرعة الزاوية والزمن الدوري
في الحركة التوافقية البسيطة



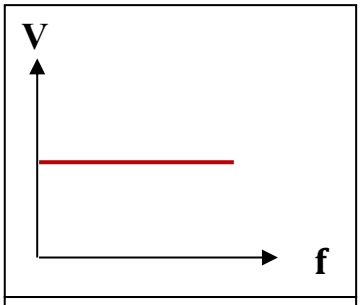

منحني الإزاحة والزمن
في الحركة التوافقية البسيطة



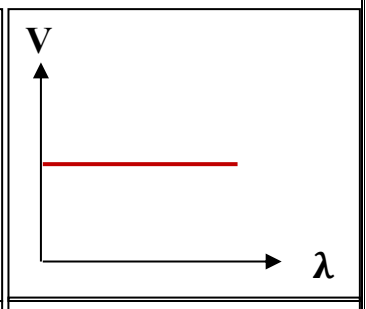

تردد الموجة
وطولها الموجي



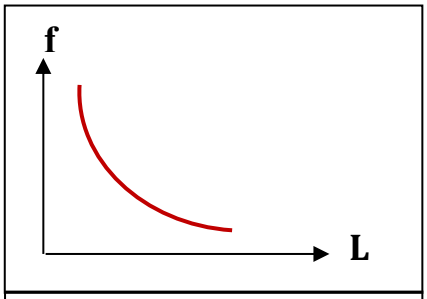

تردد الموجة
ومقلوب طولها الموجي



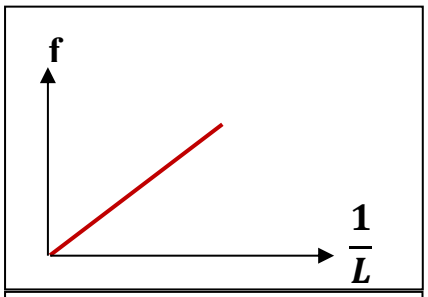

سرعة انتشار الموجات
وتردد الموجات



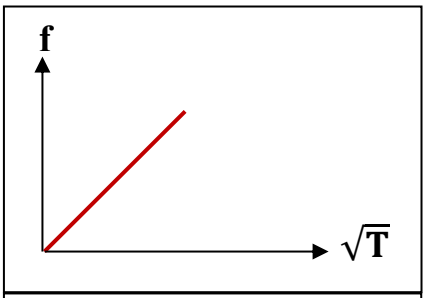

سرعة انتشار الموجات
والطول الموجي



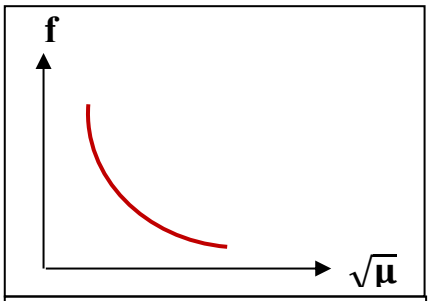

تردد النغمة الأساسية للوتر
وطول الوتر



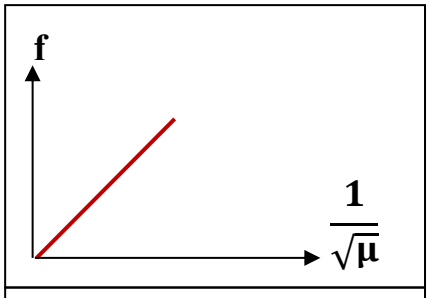

تردد النغمة الأساسية للوتر
ومقلوب طول الوتر



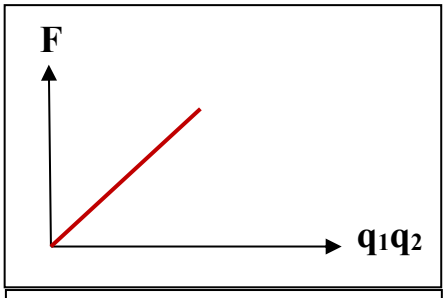

تردد النغمة الأساسية للوتر
والجذر التربيعي لقوة شد الوتر



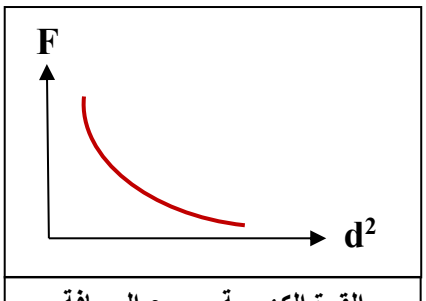

تردد النغمة الأساسية للوتر
وجذر كتلة وحدة الأطوال من الوتر



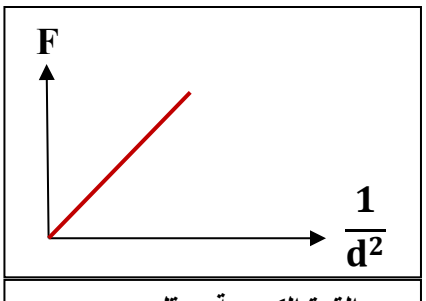

تردد النغمة الأساسية للوتر
ومقلوب جذر كتلة وحدة الأطوال



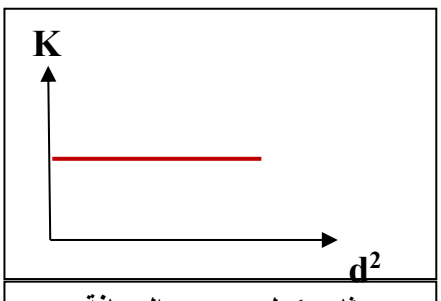

القوة الكهربية ومقدار كل من
الشحنتين الكهربائيتين



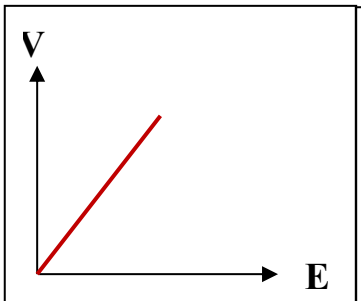

القوة الكهربية ومربع المسافة
بين الشحنتين



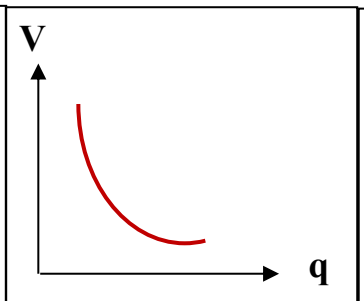

القوة الكهربية ومقلوب مربع
المسافة بين الشحنتين



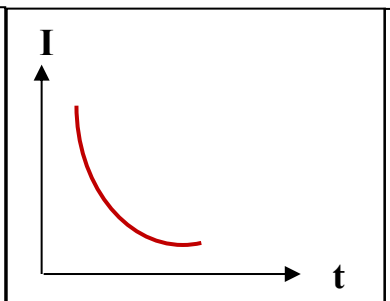

ثابت كولوم ومربع المسافة
بين الشحنتين



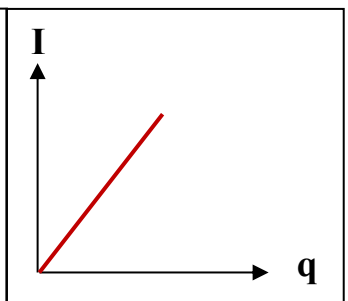

فرق الجهد والشغل المبذول
عند ثبات كمية الشحنة



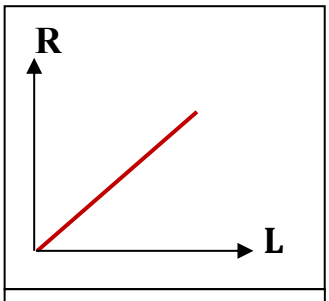

فرق الجهد وكمية الشحنة
عند ثبات الشغل المبذول



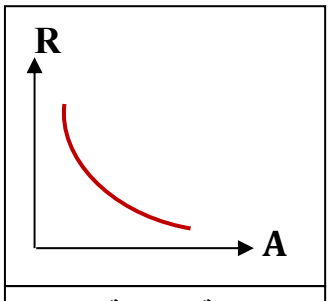

شدة التيار والزمن عند ثبات
الشحنة الكهربية المارة بالسلك



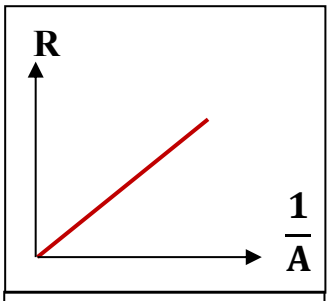

شدة التيار وكمية الشحنة
المارة عند ثبات الزمن



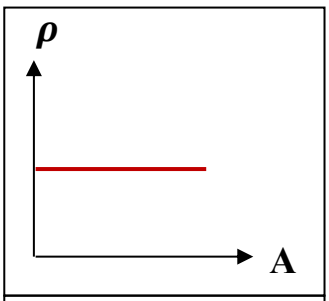

المقاومة الكهربية للمادة
وطول السلك



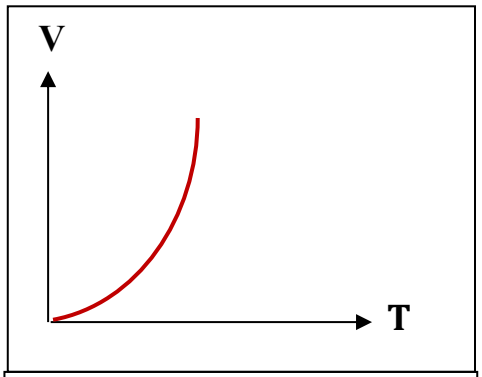

المقاومة الكهربية للمادة
ومساحة مقطع السلك



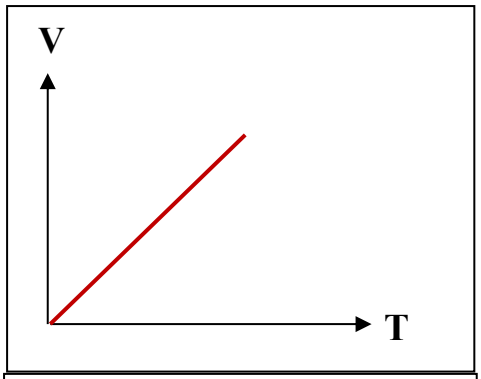

المقاومة الكهربية للمادة
ومقلوب مساحة مقطع



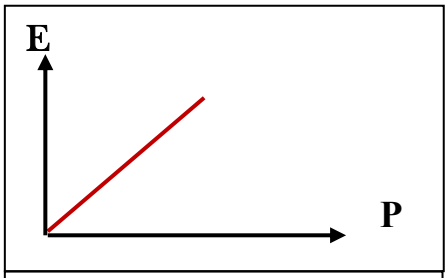

المقاومة النوعية للمادة
ومساحة مقطع السلك



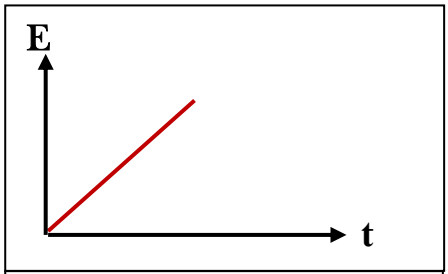

فرق الجهد بين طرفي مقاومة
لا أومية وشدة التيار المار بها



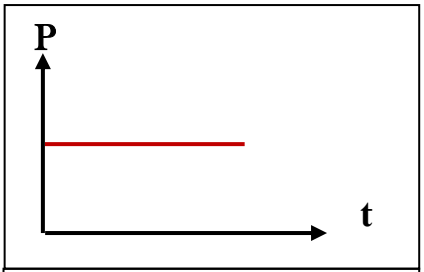

فرق الجهد بين طرفي مقاومة أومية
وشدة التيار المار بها



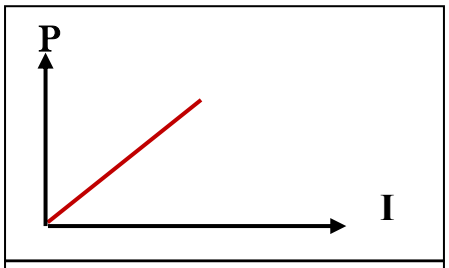

الطاقة المستهلكة والقدرة الكهربائية
عند ثبوت الزمن



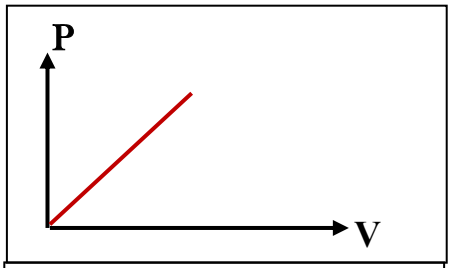

الطاقة المستهلكة والزمن
عند ثبوت القدرة الكهربائية



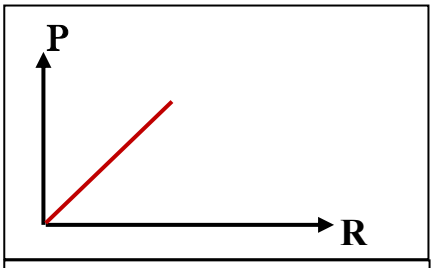

القدرة الكهربائية لجهاز ما
والزمن



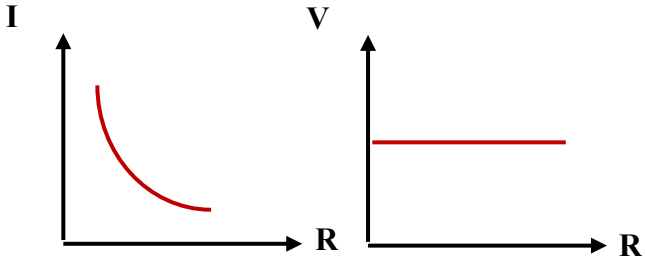

القدرة الكهربائية وشدة التيار
عند ثبوت فرق الجهد



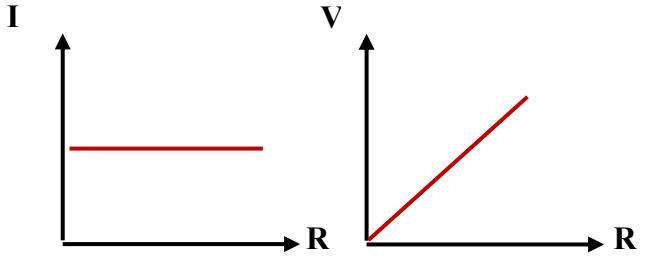

القدرة الكهربائية وفرق
الجهد عند ثبوت شدة التيار




القدرة الكهربائية والمقاومة
عند ثبوت شدة التيار




التوصيل علي التوازي




التوصيل علي التوالي