تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الكويتية

almanahj.com/kw

موقع المناهج الكويتية

الملف مذكرة محلولة للوحدة الرابعة (الاهتزازات والموجات)

روابط مواقع التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر

روابط مواد الصف العاشر على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر والمادة فيزياء في الفصل الثاني

1	بنك اسئلة الفيزياء
2	مذكرة الكهربائية الساكنة والتيار المستمر
3	مذكرة الموجات والاهتزازات
4	مراجعة الورقة التقويمية
5	مراجعة للورقة التقويمية

نموذج الإجابة

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

مذكرة

فيزياء الصف العاشر (10)

الفصل الدراسي الثاني

العام الدراسي : 2021 / 2022 م

أ/ يوسف بدر عزمي

الوحدة الرابعة : الاهتزازات و الموجات

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

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

** من أمثلة الحركة الدورية : **حركة اهتزازية - 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

الموجة **انتقال الحركة الاهتزازية عبر جزيئات الوسط**

** إذا رميت حجراً في بركة ماء ستلاحظ تشكل دوائر في الماء . هل تنتقل جزئيات الماء ؟ ولماذا ؟

لا تنتقل الجزئيات ولكن الطاقة هي التي تنتقل عبر جزيئات الوسط

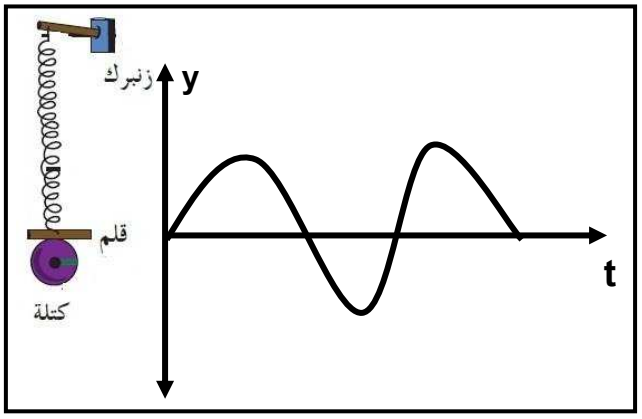
موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

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

بسبب انتقال الطاقة عبر جزيئات الوسط

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 **منحني جيبي بسيط**

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

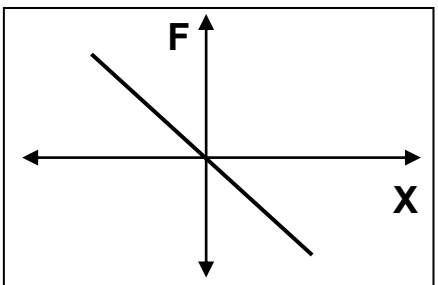
علل لما يأتي :

1- عندما نقوم بشد الكتلة المربوطة بنهاية النابض ثم نتركها فأنها تتحرك نحو موضع اتزانها

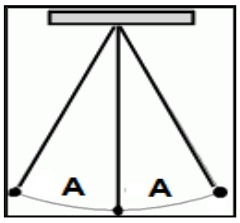
بسبب قوة الإرجاع التي تقوم بإرجاع الجسم إلى موضع الاتزان

2- يعود الجسم المهتز في الحركة التوافقية البسيطة إلي موضع اتزانه .

بسبب قوة الإرجاع التي تقوم بإرجاع الجسم إلى موضع الاتزان



قوة الإرجاع والإزاحة الحادثة في الحركة التوافقية البسيطة



خصائص الحركة التوافقية البسيطة

1- السعة (A) اكبر 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**

ما المقصود : سعة الاهتزازة 4 m :

أكبر إزاحة يصل إليها الجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه تساوي 4 متر

2- التردد (f) عدد الاهتزازات الحادثة في الثانية الواحدة

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

ما المقصود : تردد جسم 20 Hz :

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

عدد الاهتزازات الحادثة في الثانية الواحدة يساوي 20 اهتزازة

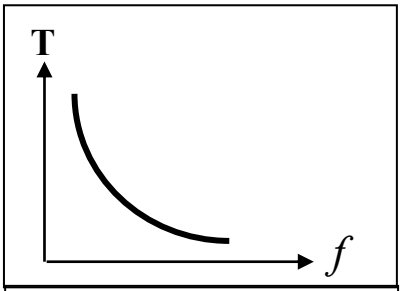
3- الزمن الدوري (T) الزمن اللازم لعمل دورة كاملة

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

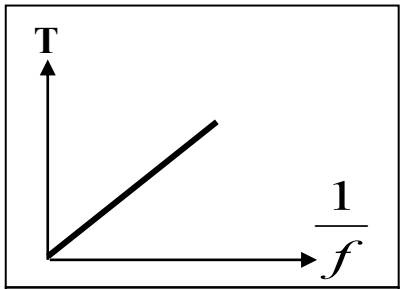
ما المقصود : الزمن الدوري 10 s :

الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة يساوي 10 ثواني

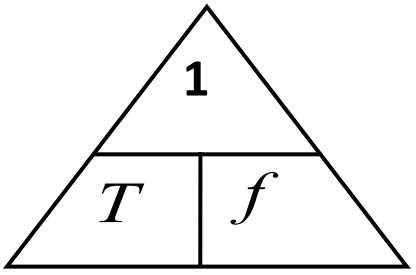
** يقاس الزمن الدوري بوحدة **الثانية S** بينما يقاس التردد بوحدة **هرتز Hz**



الزمن الدوري والتردد لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة



الزمن الدوري ومقلوب التردد في الحركة التوافقية البسيطة

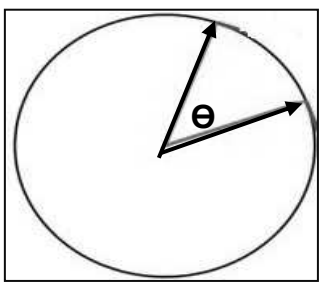


4- السرعة الزاوية (ω) الزاوية التي يمسحها نصف القطر في الثانية الواحدة

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

** تقاس السرعة الزاوية بوحدة **rad/s**

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

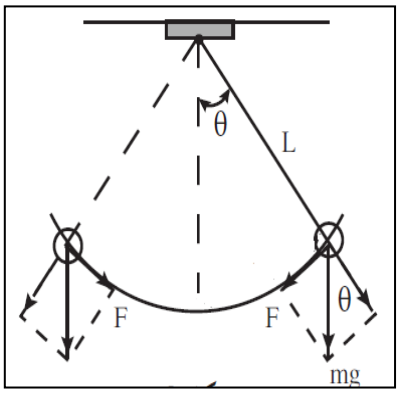


أ) التردد :
$$f = \frac{N}{t} = \frac{120}{60} = 2\ Hz$$

ب) الزمن الدوري :
$$T = \frac{t}{N} = \frac{60}{120} = 0.5\ S$$

ج) السرعة الزاوية (التردد الزاوي) :
$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 2 = 12.56\ \text{rad/s}$$

معادلات الحركة التوافقية البسيطة



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

** شروط حركة البندول البسيط حركة توافقية بسيطة :

1- غياب الاحتكاك مع الهواء

2- لا تزيد زاوية الاهتزاز عن 10 درجات

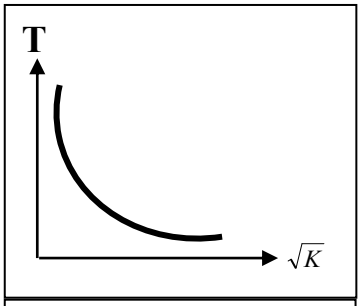
** القوة المعيدة (الإرجاع) للبندول تحسب من العلاقة : $F = -mg\sin\theta$

علل : حركة البندول حركة توافقية بسيطة بغياب الاحتكاك وزاوية الاهتزاز صغيرة

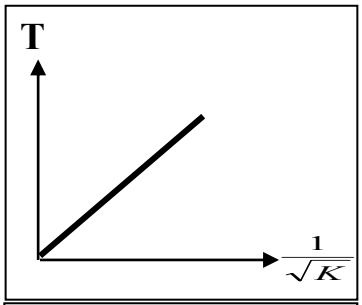
لكي تكون قوة الإرجاع تتناسب طردياً مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

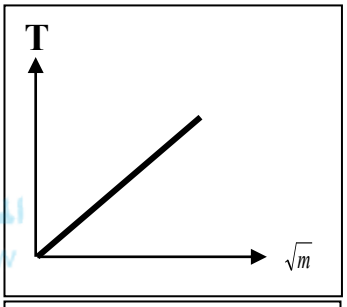
وجه المقارنة	الزمن الدوري في النابض	الزمن الدوري في البندول البسيط
القانون	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
العوامل	1- الكتلة المعلقة بالنابض 2- ثابت هوك (ثابت المرونة)	1- طول الخيط 2- عجلة الجاذبية الأرضية
العلاقة مع الكتلة المعلقة	يتناسب طردياً مع جذر الكتلة المعلقة	لا يتوقف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



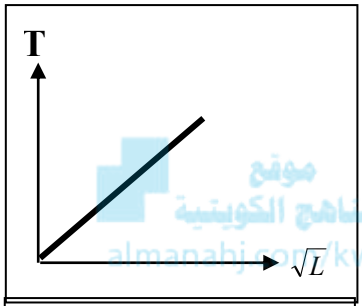
الزمن الدوري للنابض والجذر التربيعي لثابت النابض



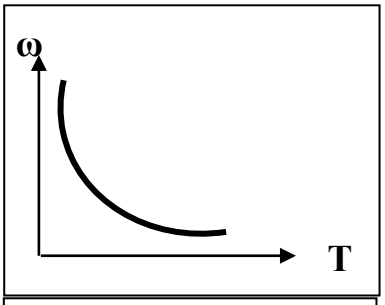
الزمن الدوري للنابض ومقلوب جذر ثابت النابض



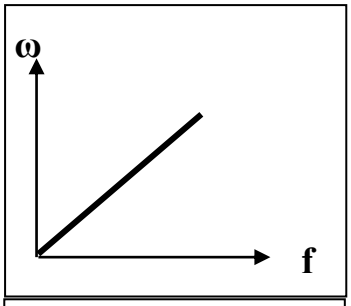
الزمن الدوري للنابض وجذر الكتلة المعلقة بالنابض



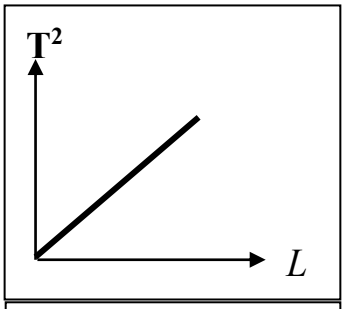
الزمن الدوري للبندول البسيط والجذر التربيعي لطول الخيط



السرعة الزاوية والزمن الدوري في الحركة التوافقية البسيطة



السرعة الزاوية والتردد في الحركة التوافقية البسيطة



مربع الزمن الدوري للبندول البسيط وطول الخيط

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

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

علل لما ياتي :

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

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

3- الزمن الدوري للبندول البسيط لا يتوقف على كتلة الثقل المعلق فيه .

لأنه يتوقف فقط علي طول الخيط وعجلة الجاذبية الارضية حيث $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

ماذا يحدث في ما يلي :

1- للزمن الدوري و التردد لبندول بسيط يهتز علي سطح الأرض عندما يهتز نفس البندول علي سطح القمر .

عجلة الجاذبية تقل علي القمر و يزيد الزمن الدوري و يقل التردد

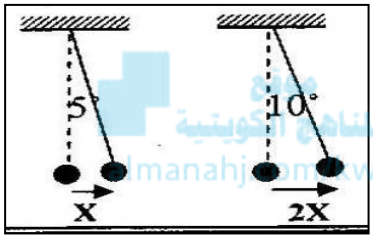
2- للزمن الدوري للبندول البسيط إذا زاد طول الخيط الي أربعة أمثال .

يزداد للمثلي

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

لا يتغير

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

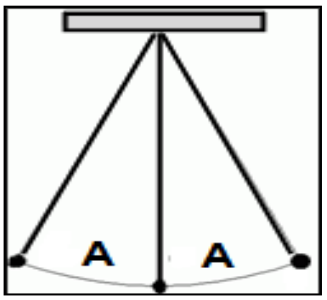


يقل للنصف

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

لا يتغير

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



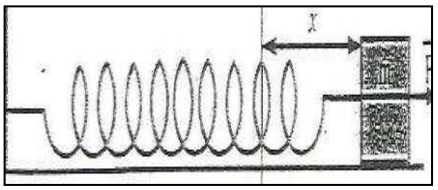
أ) ماذا يحدث للزمن الدوري عند زيادة سعة الاهتزازة : **لا يتغير**

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

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

مثال 4 : بندول بسيط طول خيطه (1 m) وكتلة كرته (0.1 kg) . أعتبر ($g = 9.8\ m/s^2$) .أحسب :

أ) الزمن الدوري للبندول .

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.8}} = 2\ \text{S}$$

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

$T = 2\ \text{S}$ **لا يتغير**

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

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{4}{9.8}} = 4\ \text{S}$$ **يزداد للمثلي**

د) الزمن الدوري للبندول بفرض وضعه علي سطح القمر .

$$g = \frac{1}{6}\times 9.8 = 1.63\ m/S^2 \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{1.63}} = 4.9\ \text{S}$$

هـ) الزمن الدوري للبندول بفرض وضعه على كوكب آخرعجلة جاذبيته ثلاث أمثال عجلة جاذبية كوكب الأرض .

$$g = 3\times 9.8 = 29.4\ m/S^2 \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{29.4}} = 1.15\ \text{S}$$

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

أ) الزمن الدوري للنابض .

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

ب) الكتلة المعلقة في النابض .

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

مثال 6 : 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 :

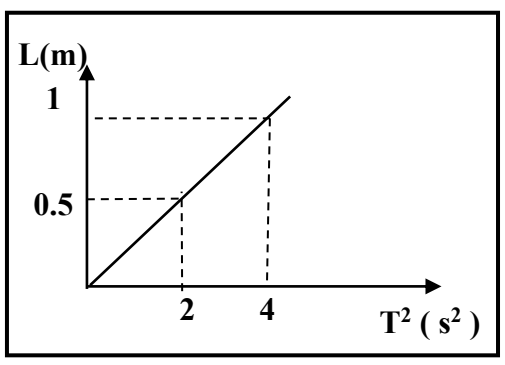
أ) الزمن الدوري .

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

ب) السرعة الزاوية للحركة .

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

مثال 7 : 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 .

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

الدرس (1- 2) : **خصائص الحركة الموجية**

وجه المقارنة	الصوت	الضوء
نوع الموجة	ميكانيكية - طولية	كهرومغناطيسية - مستعرضة
انتشارها في الوسط المادي	تحتاج لوسط مادي لتنتشر فيه	تنتشر في الفراغ

علل لما يأتي :

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

لأن موجات الصوت تحتاج إلي وسط مادي تنتشر فيه بينما موجات الضوء تنتشر في الفراغ

2- نري ضوء الشمس ولا نسمع صوت الانفجارات الحادثة فيها .

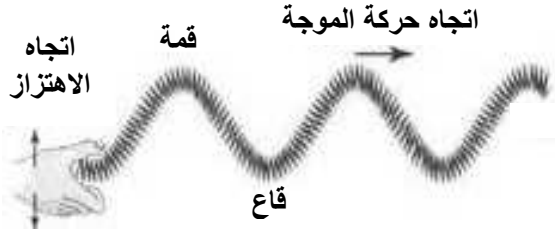
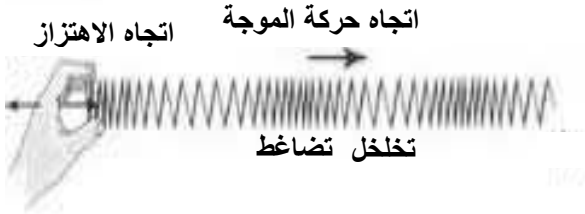
لأن موجات الصوت تحتاج إلي وسط مادي تنتشر فيه بينما موجات الضوء تنتشر في الفراغ

المناهج الكويتية
almanahj.com

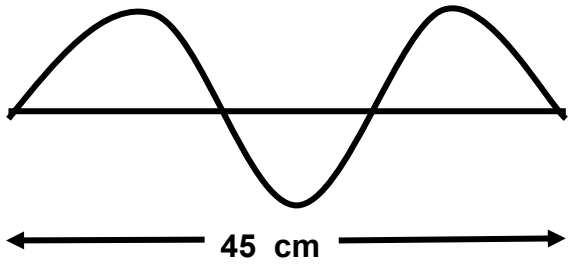
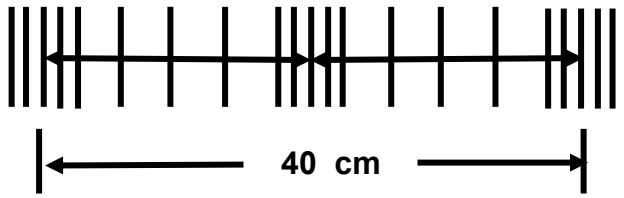
3- إذا وضع جرس تحت ناقوس زجاجي مفرغ من الهواء فإننا لا نسمع صوت رنين الجرس .

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 - الزمن الدوري السرعة الزاوية	الانتشار - الانعكاس – الانكسار - 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 (λ)	المسافة بين قمتين متتاليين أو المسافة بين قاعين متتاليين	المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو المسافة بين مركزي تخلخلين متتاليين
نصف طول الموجة	المسافة بين قمة وقاع متتاليين	المسافة بين تضاغط وتخلخل متتاليين

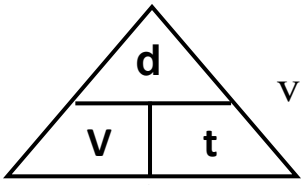
نشاط في الشكل التالي موجتان مختلفتين :

	
** الموجة تسمي **موجات مستعرضة**	** الموجة تسمي **موجات طولية**
** حركة جزئيات الوسط **عمودي علي** اتجاة الحركة	** حركة جزئيات الوسط **موازي** اتجاة الحركة
** الطول الموجي يساوي $\lambda = \frac{45}{1.5} = 30cm$	** الطول الموجي يساوي $\lambda = \frac{40}{2} = 20cm$

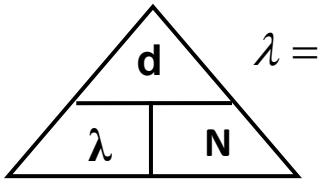
سرعة انتشار الموجات **حاصل ضرب التردد في الطول الموجي** $v = \lambda \times f$

** تمثل (λ) **الطول الموجي** وتمثل (f) **التردد**

** العوامل التي تتوقف عليها سرعة الموجات : **درجة الحرارة و نوع الوسط و كثافة الوسط ونوع الموجة**



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



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

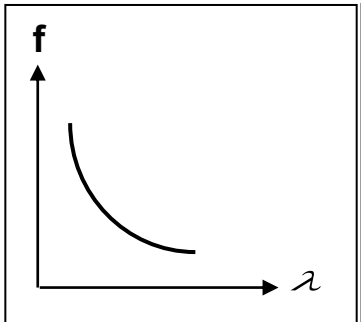
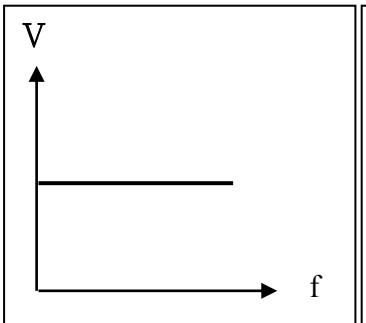
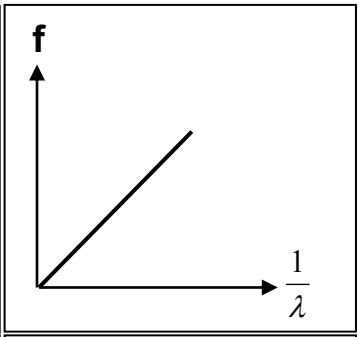
علل : تظل سرعة انتشار الموجات ثابتة في نفس الوسط مهما زاد التردد أو لا تتوقف علي التردد والطول الموجي

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

ماذا يحدث :

1- لسرعة انتشار الموجة عندما يزداد ترددها لمثلي ما كان عليه : **تظل ثابتة**

2- لطول موجة عندما يزداد ترددها لمثلي ما كان عليه : **يقل للنصف**

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

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 .

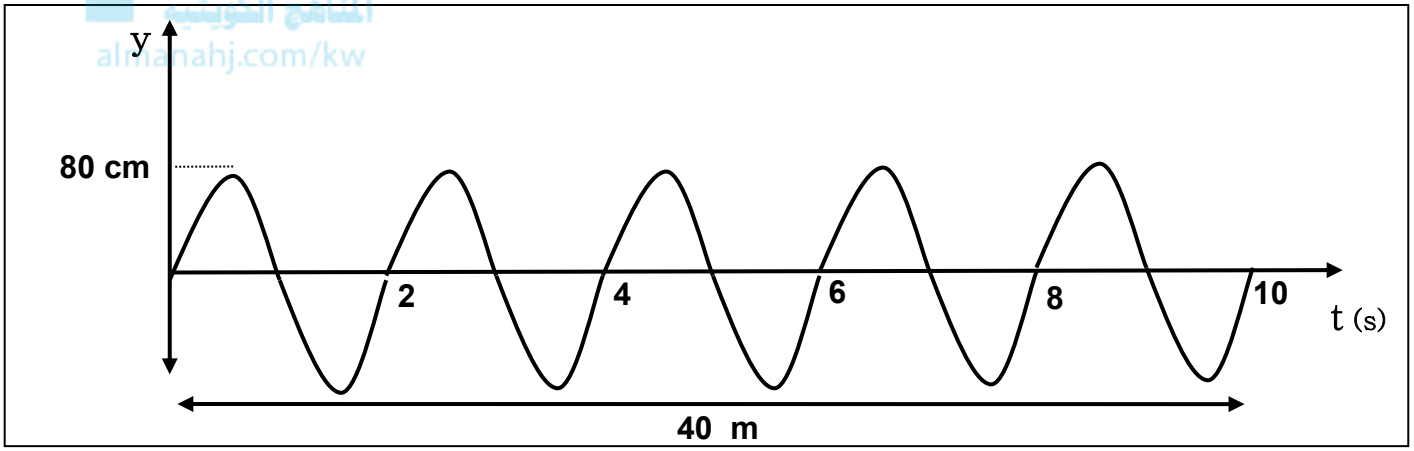
$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{320}{200} = 1.6 \ m$$

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

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{f_1}{f_2} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{1.6} = \frac{200}{400} \Rightarrow \lambda_2 = 0.8 \ m \quad \text{أو} \quad \lambda = \frac{V}{f} = \frac{320}{400} = 0.8 \ m$$

مثال 2 : في الشكل المقابل : يوضح الإزاحة و الزمن لموجة مستعرضة من الرسم أوجد :

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw



1) سعة الاهتزازة بوحدة (m) .

$$A = 80cm = 0.8m$$

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 .

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

$$v = \frac{d}{t} = \frac{40}{10} = 4 \ m/s \quad \text{أو}$$

التداخل في الصوت

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

نقطة التراكب نقطة تتجمع فيها الموجات ذات النوع الواحد

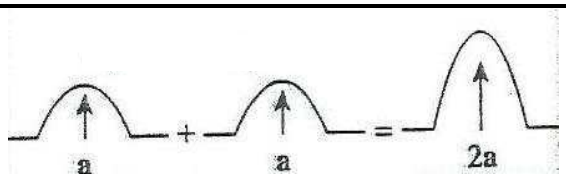
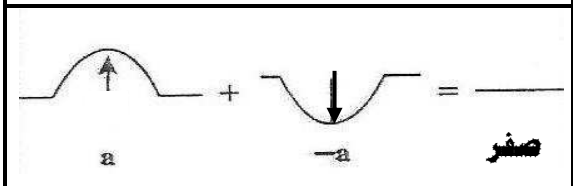
** لا يتحقق مبدأ التراكب إذا كانت الموجتان من نوعين مختلفين

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
متى يحدث	التقاء قمتين أو قاعين أو التقاء تضاغطين أو تخلخلين	التقاء قمة مع قاع أو التقاء تضاغط مع تخلخل
الشكل		
السعة الكلية لموجتين لهما نفس السعة	مثلي سعة أي منهما	صفر

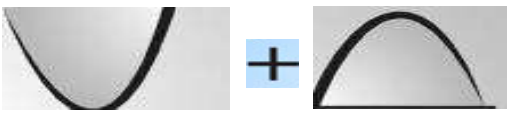
نشاط الشكل التالي يوضح تداخل الموجات .

1- نوع التداخل تداخل بنائي

2- يحدث نتيجة التقاء قمة مع قمة

3 - تكون الإزاحة الكلية تساوي مجموع الازاحتين

ويؤدي إلي تقوية الموجات



1- نوع التداخل تداخل هدمي

2- يحدث نتيجة التقاء قمة مع قاع

3 - تكون الإزاحة الكلية تساوي فرق الازاحتين

ويؤدي إلي ضعف الموجات

حيود الصوت

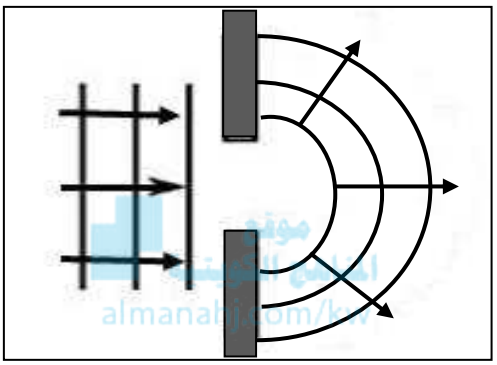
حيود الصوت ظاهرة انحناء الموجات حول حافة حادة أو عند نفاذها من فتحة صغيرة بالنسبة لطولها الموجي

** 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 .

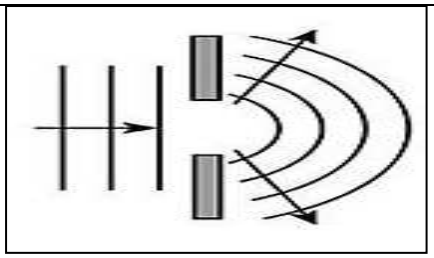


أ) أكمل مسار الموجات الصوتية بعد مرورها من الفتحة في الشكل المقابل .

ب) تسمي هذه الظاهرة **حيود الصوت**

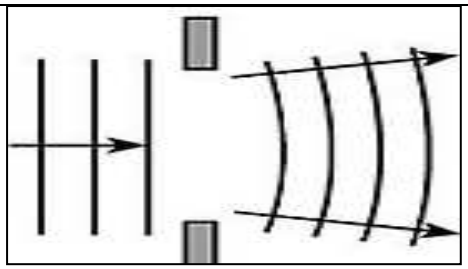
ج) تزداد الظاهرة وضوحا كلما كان اتساع الفتحة **اقل من** الطول الموجي .

نشاط الشكل المقابل : يوضح مرور الموجات الصوتية في فتحتين .



الملاحظة : **يزداد الحيود**

الاستنتاج : **يزداد الحيود كلما كان أتساع الفتحة اقل من الطول الموجي**



الملاحظة : **يقل الحيود**

الاستنتاج : **يقل الحيود كلما كان أتساع الفتحة اكبر من الطول الموجي**

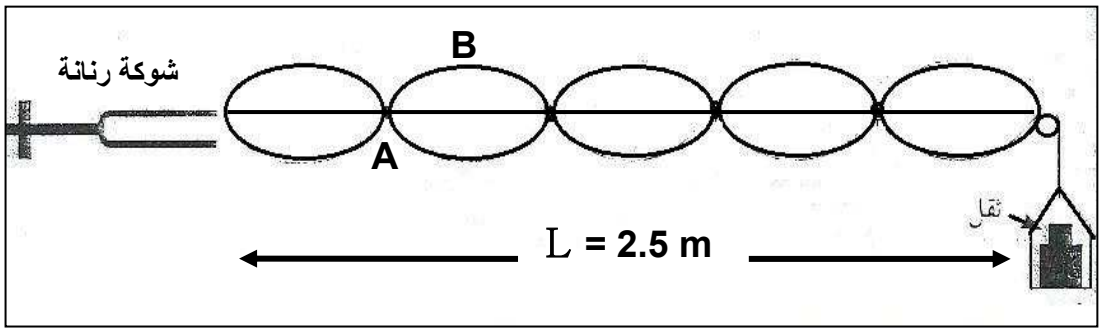
وجه المقارنة	تداخل الصوت	حيود الصوت
توضيح الظاهرة عملياً	**أنبوب كوينك**	**حوض الموجات**

الموجات الموقوفة (الساكنة)

الموجات الموقوفة | **موجات تنشأ من تراكب قطارين من الموجات متماثلة في التردد والسعة ويسيران باتجاهين متعاكسين**

نشاط

الشكل يمثل تجربة ميلد :



أ) نوع الموجات المتكونة عند طرق الشوكة الرنانة **الموجات الموقوفة**

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

ب) النقطة (A) تسمي عقدة حيث سعة الاهتزازة تكون صفر

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

د) المسافة بين النقطتين (A) أو المسافة بين النقطتين (B) تمثل قطاع أو نصف موجة موقوفة

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

و) لحساب الطول الموجى (λ) في الشكل السابق نستخدم العلاقة : $\lambda = \frac{2}{n}L$

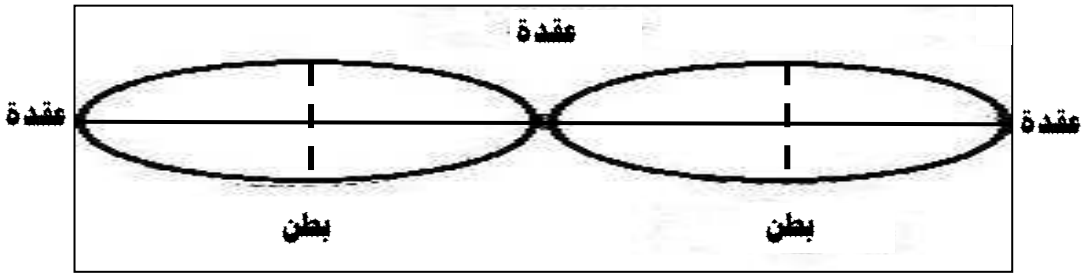
ي) من الشكل السابق الطول الموجى (λ) يساوي $\lambda = \frac{2}{n}L = \frac{2}{5} \times 2.5 = 1\,\text{m}$

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

نشاط

من الشكل المقابل .

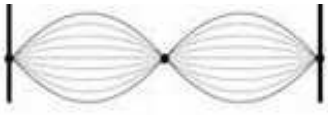
عرف كلاً من :



*** ربع طول الموجة الموقوفة (λ ¼) : المسافة بين عقدة وبطن متتاليين**

*** نصف طول الموجة الموقوفة (λ ½) : المسافة بين عقدتين متتاليين أو المسافة بين بطنين متتاليين**

*** طول الموجة الموقوفة (λ) : 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 $\lambda=\frac{2}{n}L$	$\lambda=2L$	$\lambda=1L$	$\lambda=\frac{2}{3}\times L$
التردد (f)	f_0	$f_1=2\,f_0$	$f_2=3\,f_0$
النسبة بين طول الأوتار	3 : 2 : 1		
النسبة بين الترددات	3 : 2 : 1		

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

علل لما يأتى :

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 و البطون ثابتة

3- يصدر الوتر اقل تردد عندما يصدر نغمته الأساسية .

لأن الطول الموجي يكون أكبر ما يمكن والتردد يتناسب عكسياً مع الطول الموجي

مثال 1 : اهتز حبل طوله (300 cm) اهتزازا مكوناً ثلاث بطون عندما كان التردد (60 Hz) . أحسب :

أ) الطول الموجي .

$$\lambda=\frac{2}{n}L=\frac{2}{3}\times 3=2\,\mathrm{m}$$

ب) سرعة انتشار الموجة في الحبل .

$$V=\lambda\times f=2\times 60=120\,\mathrm{Hz}$$

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

أ) أحسب طول الموجة الحادثة في الوتر .

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

ب) أحسب تردد النغمة الصادرة .

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

ج) حدد نوع النغمة الصادرة .

النغمة التوافقية الخامسة

اهتزاز الأوتار المستعرضة (الصنومتر)

استنتاج علاقة رياضية لحساب تردد النغمة الصادرة من الوتر المهتز :

$$* V = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \qquad * \lambda = \frac{2L}{n}$$

$$* f = \frac{V}{\lambda} \qquad * f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

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 و قوة 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 (μ) :

** 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 :

1- لتردد الوتر المهتز إذا زاد طول الوتر للمثلي .

التردد يقل للنصف

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

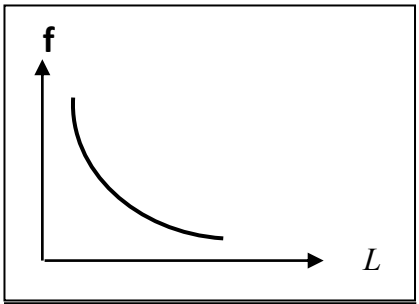
التردد يزداد للمثلي

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

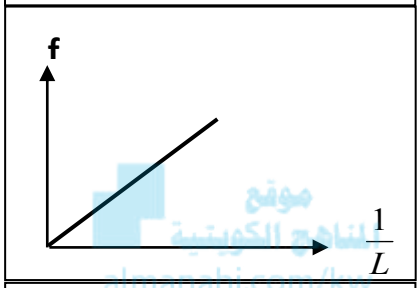
التردد يزداد للمثلي

4- لتردد الوتر إذا زادت كتلة وحدة الأطوال لأربعة أمثال وقلت قوة الشد إلي الربع.

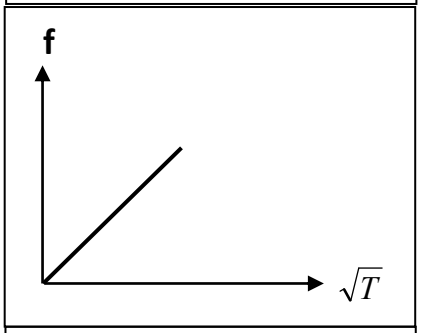
التردد يقل للربع



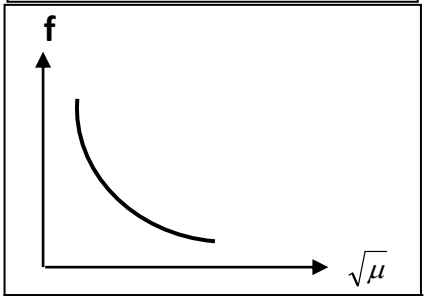
تردد النغمة الأساسية للوتر وطول الوتر



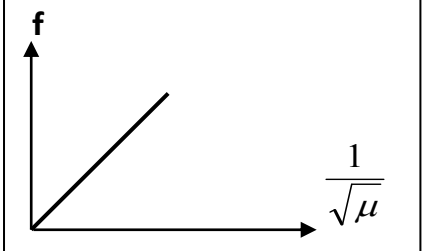
تردد النغمة الأساسية للوتر ومقلوب طول الوتر



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

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

علل : الوتر السميك يصدر صوتاً أقل تردد من الوتر الرفيع من نفس نوع المادة

لأن كلما زاد سمك الوتر ذادت كتلة وحدة الأطوال من الوتر فيقل التردد

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

أ) كتلة وحدة الأطوال من الوتر .

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{2\times10^{-3}}{0.8} = 2.5\times10^{-3}\ \text{kg/m}$$

ب) تردد النغمة التوافقية الأولي (الأساسية) .

$$f_1 = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2\times0.8}\times\sqrt{\frac{64}{2.5\times10^{-3}}} = 100\,Hz$$

ج) تردد النغمة التوافقية الثانية .

$$f_2 = 2f_1 = 2\times100 = 200Hz$$

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

د) تردد النغمة التوافقية الثالثة .

$$f_3 = 3f_1 = 3\times100 = 300\,Hz$$

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

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

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

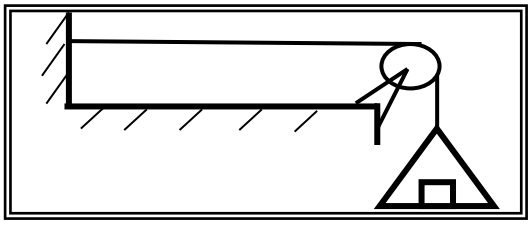
$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \quad\Rightarrow\quad \frac{f_2}{500} = \frac{50}{100} \quad\Rightarrow\quad f_2 = 250\,Hz$$

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 .

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

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 .

$$T = mg = 18\times10 = 180\,N$$

ج) أحسب تردد الوتر الأساسي .

$$f_1 = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2\times0.5}\times\sqrt{\frac{180}{0.05}} = 60\,Hz$$

الوحدة الخامسة : الكهربائية الساكنة والتيار المستمر

نشاط

الدرس (1- 1) : **الشحنات والقوى الكهربائية**

** 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 حدث للماء عندما قربت البالون منه قبل احتكاكه ؟
استمر الماء بالانسياب بشكلها الطبيعي

3- ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه بعد احتكاكه ؟
انحنى مسار انسياب الماء

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

4- هل يُمكنك استخدام مسطرة من الحديد بدلاً من البالون ؟ ولماذا ؟
الحديد هو موصل للكهرباء فلا يمكن تجميع شحنات ساكنة عليه

5- ماذا تستنتج ؟
تبقى الشحنات ثابتة في المواد العازلة ولكنها تتحرك في المواد الموصلة وتكون تيار كهربائي

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

** أصغر شحنة حرة في الطبيعة هو **الإلكترون**

** الشحنات المتشابهة **تتنافر** بينما الشحنات المختلفة **تتجاذب**

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

** 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 : أ) شحنة كل من الكرات الثلاثة بعد أن تلامس الكرة **C** الكرة **A** ومن ثم الكرة **B** .

بعد ملامسة الكرة (C) مع الكرة (A) نحصل على :

$$q_C = q_A = \frac{q_C + q_A}{2} = \frac{0+30}{2} = 15\,\mu C$$

بعد ملامسة الكرة (C) مع الكرة (B) نحصل على :

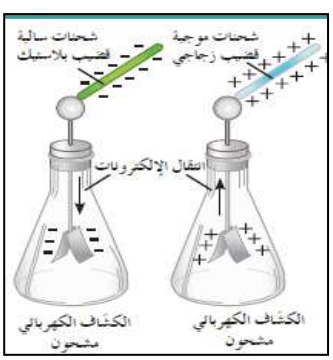
$$q_C = q_B = \frac{q_C + q_B}{2} = \frac{15+(-55)}{2} = -20\,\mu C$$

ب) شحنة كل من الكرات الثلاثة بعد أن تلامس الكرات الثلاثة مع بعضهما .

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

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

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

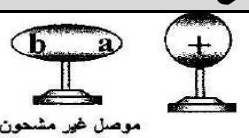


طرق الشحن (طرق توليد الكهرباء الساكنة) :

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)
 موصل غير مشحون	شحنة سالبة	شحنة موجبة

ماذا يحدث في الحالات الآتية مع ذكر السبب :

1- إذا فقدت الذرة عدد من الالكترونات .

الحدث : تصبح الذرة أيون موجب

التفسير : عدد البروتونات الموجبة يصبح أكبر من عدد الإلكترونات السالبة

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

2- إذا اكتسبت الذرة عدد من الالكترونات .

الحدث : تصبح الذرة أيون سالب

التفسير : عدد الإلكترونات السالبة يصبح أكبر من عدد البروتونات الموجبة

3- عند احتكاك ساق المطاط بالفراء أو الصوف .

الحدث : يكتسب الصوف شحنة موجبة ويكتسب المطاط شحنة سالبة

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

4- عند احتكاك ساق الزجاج أو البلاستيك بالحرير .

الحدث : يكتسب الزجاج شحنة موجبة ويكتسب الحرير شحنة سالبة

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

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

الحدث : يحدث انتقال الشحنات من الجسم السالب الشحنة إلي الجسم الموجب الشحنة

التفسير : لان الجسم السالب الشحنة يحتوي علي عدد الكترونات (شحنات) أكثر

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

الحدث : يحدث انفراج لورقتي الكشاف

التفسير : الورقتان تصبحان مشحونتان بالشحنة نفسها فيحدث تنافر بينهما

7- بين قدميك والسجاد الصوفي الذي تمشي عليه .

الحدث : حدوث الشرارات الصغيرة

التفسير : حدوث تفريغ كهربائي بين القدمين والسجاد

علل لما يأتى :

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 تكون أكثر ارتباطاً من إلكترونات من الفراء (الصوف) .

لأن إلكترونات المطاط تحتاج لطاقة أكبر لنزعها من الذرة بعكس الكترونات الصوف تحتاج طاقة أقل

قانون كولوم

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

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

** (q_1 q_2) تمثل مقدار الشحنتين ووحدة قياسهما الكولوم (C)

** (d) تمثل المسافة بين الشحنتين ووحدة قياسها المتر (m)

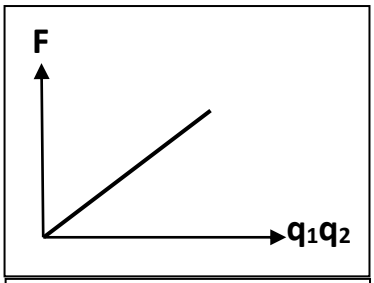
** (F) تمثل القوة الكهربائية ووحدة قياسها النيوتن (N)

** (K) تمثل ثابت كولوم ويتوقف علي نوع الوسط

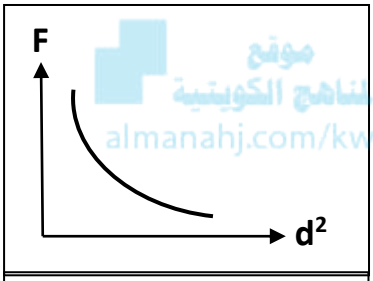
** تتبع القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين قانون التربيع العكسي

** قانون كولوم يشبه قانون الجذب العام . لماذا ؟

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

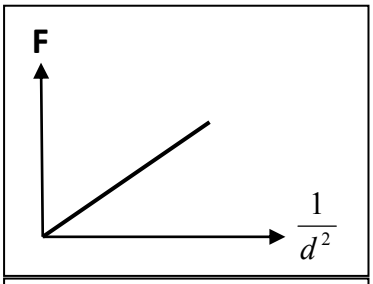


القوة الكهربية ومقدار كل من الشحنتين الكهربائيتين

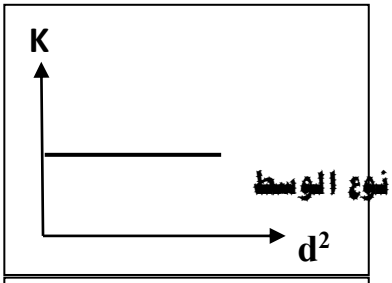


القوة الكهربية و مربع المسافة بين الشحنتين

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw



القوة الكهربية ومقلوب مربع المسافة بين الشحنتين



ثابت كولوم ومربع المسافة بين الشحنتين

ملاحظات :

1- لحساب القوة الكهربية : $F = \frac{K\, q_1 q_2}{d^2}$

2- لحساب قوة الجاذبية : $F = \frac{G\, m_1 m_2}{d^2}$

3- (k) ثابت كولوم يساوي (9×10^9 $N.m^2/C^2$)

4- (G) ثابت الجذب العام يساوي (6.67×10^{-11} $N.m^2/Kg^2$)

5- وحدة الميكروكولوم تساوي : $\mu C = 10^{-6} C$

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

** العوامل التي تتوقف عليها القوة الكهربائية : مقدار الشحنتين - المسافة بينهما - نوع الوسط

** اتجاه القوة الكهربائية يكون دائماً على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين

** شحنتان كهربائيتان مقدارهما (q) و (2q) فإذا كانت الشحنة الأولي تؤثر علي الشحنة الثانية بقوة (F)فأن الشحنة الثانية تؤثر علي الشحنة الأولي بقوة F

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

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

ماذا يحدث في كل ما يلي :

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

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

3- لقوة كهربائية إذا زيدت كل من الشحنتين إلي مثلي قيمتهما وزيدت المسافة للمثلي .
تبقي كما هي (**لا تتغير**)

4- لقوة كهربائية إذا أستبدل إحدى الشحنتين مقدار كل منهما (+ q) بشحنة مقدارها (− q) .
تبقي كما هي (**لا تتغير**)

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

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

أ) القوة الكهربية المتبادلة بينهما .

$$F = \frac{K\, q_1 q_2}{d^2} = \frac{9\times10^{9}\times20\times10^{-6}\times40\times10^{-6}}{(0.5)^2} = 28.8\ N$$

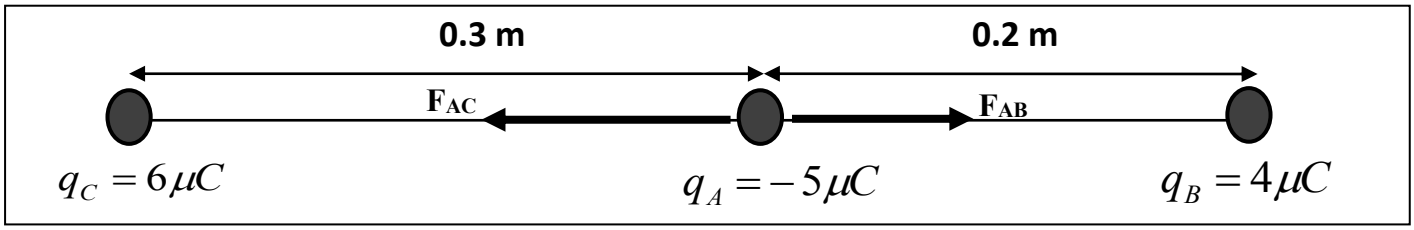
ب) قوة الجاذبية بينهما . حيث كتلتيهما تساوي (0.25 kg) و (0.1 kg) .

$$F = \frac{G\, m_1 m_2}{d^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times0.1\times0.25}{(0.5)^2} = 6.67\times10^{-3}\ N$$

ج) القوة الكهربية المتبادلة بين الشحنتين إذا زادت المسافة بينهما للمثلي .

$$F = \frac{K\, q_1 q_2}{d^2} = \frac{9\times10^{9}\times20\times10^{-6}\times40\times10^{-6}}{(2\times0.5)^2} = 7.2\ N$$

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



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

$$F_{AB} = \frac{K\, q_A q_B}{d^2} = \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{(0.2)^2} = 4.5\ N$$

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

$$F_{AC} = \frac{K\, q_A q_C}{d^2} = \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-6}\times6\times10^{-6}}{(0.3)^2} = 3\ N$$

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

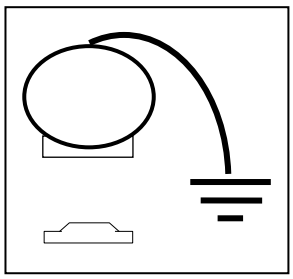
$$F_T = F_{AB} - F_{AC} = 4.5 - 3 = 1.5\ N$$

الدرس (2- 1) : **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 .

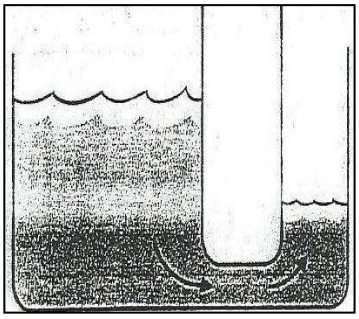
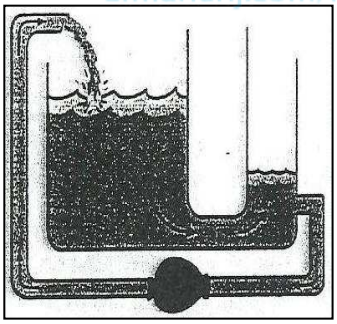
أ- الحدث : **تتدفق الشحنات لفترة قصيرة ثم تتوقف**

ب- التفسير : **تتدفق الشحنات بسبب وجود فرق جهد بين الطرفين**

تتوقف الشحنات بسبب تساوي جهد المولد وجهد الأرض

ملاحظة : تدفق الشحنات يشبه تدفق المياه من خزان عالٍ إلى منخفض حيث يستمر تدفق المياه طالما هناك فرق في مستوى المياه

موقع المناهج almanahj.com/kw

أ) تتدفق المياه من طرف الأنبوب ذي الضغط المرتفع إلى الطرف الآخر ذي الضغط المنخفض و يتوقف هذا التدفق عندما يتساوي 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 (مضخة كهربائية أو البطارية) في الدائرة الكهربية .

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

التيار الكهربائي
سريان الشحنات الكهربائية

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

** في الموائع تشكل الأيونات السالبة والموجبة سريان الشحنة الكهربائية مثل **بطارية السيارة**

إلكترونات التوصيل
الإلكترونات التي تحمل الشحنات في الدائرة الكهربائية

** في العمود الكهربي تتحول الطاقة **الكيميائية** إلي الطاقة **الكهربائية**

** في المولد الكهربائي (الدينامو) تتحول الطاقة **الميكانيكية** إلي الطاقة **الكهربائية**

** في الظروف العادية عدد الإلكترونات **يساوي** عدد البروتونات الموجبة في السلك

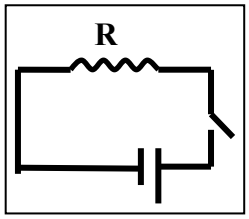
علل لما يأتى :

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

لأن البروتونات ثابتة وموجودة داخل نواة الذرة بينما الالكترونات حرة الحركة

2- 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



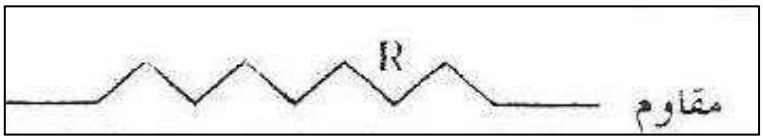
3- لا يمر تيار كهربائي في الدائرة الموضحة بالشكل .

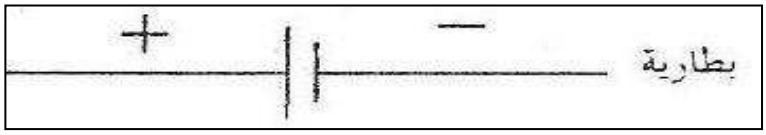
لأن الدائرة الكهربائية مفتوحة و التيار الكهربائي يسري في مسار مغلق

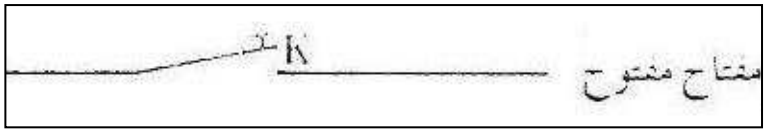
موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

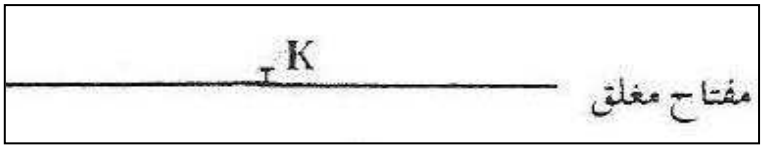
الرسوم التخطيطية

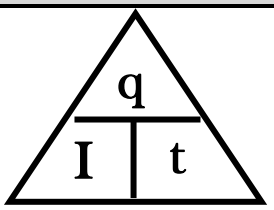
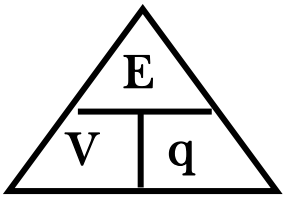
*** سجل علي قطعة في الشكل الذي أمامك أسم القطعة :**





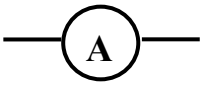
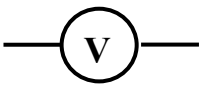




وجه المقارنة	شدة التيار (I)	فرق الجهد (V)
العلاقة المستخدمة	$I = \frac{q}{t}$ 	$V = \frac{E}{q}$ 
العوامل	كمية الشحنة الكهربائية - الزمن	الشغل المبذول - كمية الشحنة الكهربائية
التعريف	كمية الشحنة التي تمر خلال مقطع سلك في الثانية	الشغل المبذول (الطاقة) لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين
وحدة القياس	الأمبير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

almanahj.com/kw

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

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		

ما المقصود بكل من :

1- مؤسسات الطاقة تستخدم المولدات الكهربائية لتوفير (220 V) .

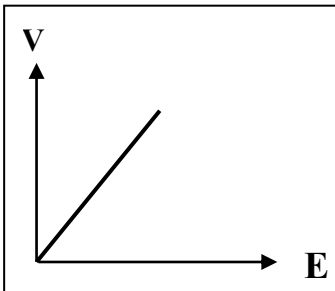
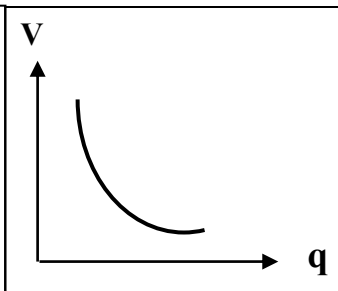
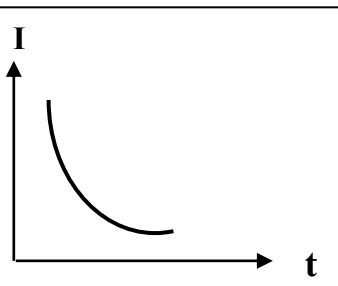
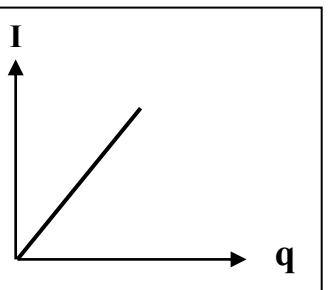
طاقة (220 J) تقوم بنقل شحنة (1 C) في الدائرة الكهربائية

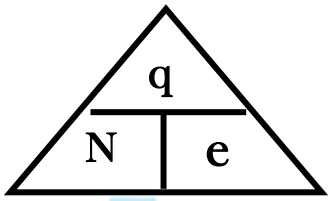
2- شدة التيار المار بموصل (5 A) .

سريان شحنة (5 C) في الثانية

3- فرق الجهد بين نقطتين (12 V) .

الشغل المبذول (12 J) لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين

			
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



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

الكولوم الوحدة الدولية للشحنة ويساوي شحنة (6.25×10^{18}) إلكترون

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

المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

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 .

$$q = I \times t = (5 \times 10^{-3}) \times (\frac{1}{2} \times 60) = 15 \text{ C}$$

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

$$E = V \times q = 12 \times 15 = 180 \text{ J}$$

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 .

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

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

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

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

أ) كمية الشحنة المارة بالسلك .

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

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

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

الدرس (2- 2) : **المقاومة الكهربائية و قانون 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 .

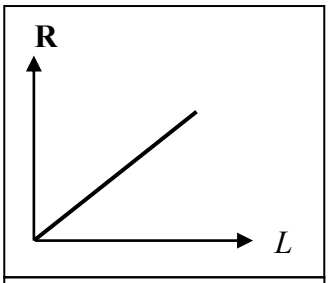
2- مساحة مقطع السلك (A) : تتناسب المقاومة الكهربية **عكسياً** مع مساحة المقطع .

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

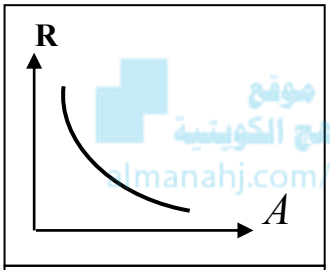
4- درجة الحرارة : المقاومة الكهربية تتوقف علي **درجة الحرارة**

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

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

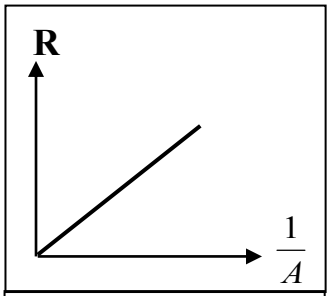


المقاومة الكهربية للمادة وطول السلك



المقاومة الكهربية للمادة ومساحة مقطع السلك

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw



المقاومة الكهربية للمادة و مقلوب مساحة مقطع

علل لما يأتي :

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

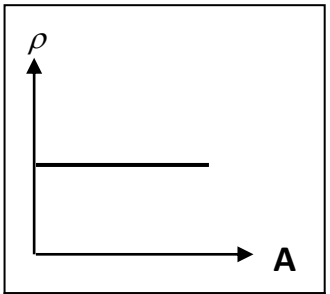
لأن المقاومة الكهربائية لموصل تتناسب عكسياً مع مساحة مقطعه وتقل التصادمات مع الإلكترونات بزيادة المسافة بين الذرات

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- تتغير مقاومة السلك بتغير 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 —VVVVV—

2- مقاومة متغيرة (**ريوستات**) ويرمز لها بالرمز —VVVV—

الأوميتر : **جهاز يستخدم في قياس المقاومة الكهربائية ومعرفة تأثير المقاومة على التيار**

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

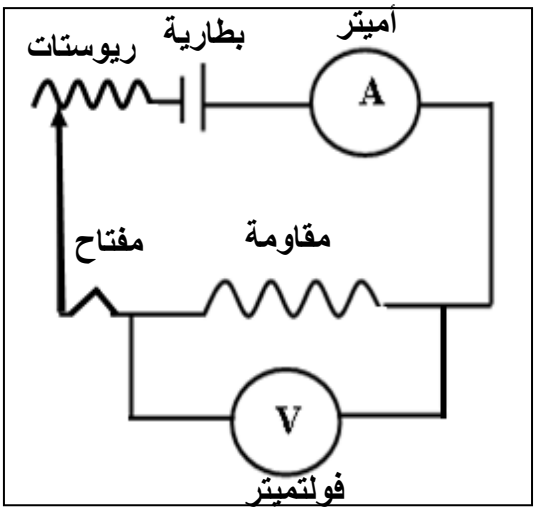
** تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة **الأوم** (Ω)

** تقاس المقاومة النوعية بوحدة **أوم . متر** (Ω . m)

** تتوقف المقاومة النوعية علي كل من **نوع المادة** و **درجة الحرارة**

** تتوقف المقاومة النوعية للنحاس علي **درجة الحرارة** فقط

** تتوقف المقاومة النوعية في درجة حرارة الغرفة علي **نوع المادة** فقط



ماذا يحدث في الحالات الآتية :

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

1- للمقاومة إذا ذاد طول السلك إلي المثلي .

المقاومة تزداد للمثلي

2- للمقاومة إذا ذادت مساحة مقطع السلك إلي المثلي .

المقاومة تقل للنصف

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

المقاومة النوعية لا تتغير

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

المقاومة تقل للربع لأن (A = 2) و (L = 0.5)

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

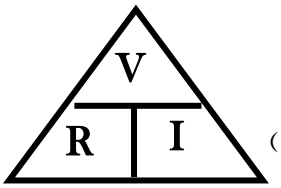
المقاومة لا تتغير

وجه المقارنة	المقاومة الكهربائية	المقاومة النوعية
التعريف	**الإعاقة التي تواجهها الالكترونات بسبب تصادمها مع ذرات الفلز**	**مقاومة موصل طوله 1 متر ومساحة مقطعه 1 متر مربع**
العوامل	1- **طول السلك** 3- **نوع مادة السلك** 2- **مساحة مقطع السلك** 4- **درجة الحرارة**	1- **نوع مادة السلك** 2- **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 طرديا مع شدة التيار المار في مقاومة ثابتة عند ثبات درجة الحرارة

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



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

** وحدة الأوم تكافئ V/A

ما المقصود : مقاومة موصل (15 Ω) .

فرق الجهد بين طرفي موصل (15 فولت) عندما يمر به تيار شدته (1 أمبير)

ماذا يحدث في الحالات الآتية :

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

1- لشدة التيار عند مضاعفة فرق الجهد .

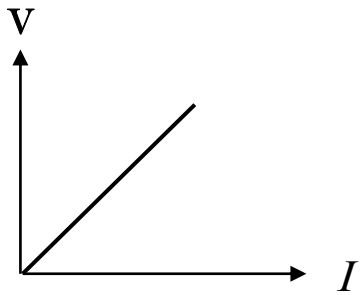
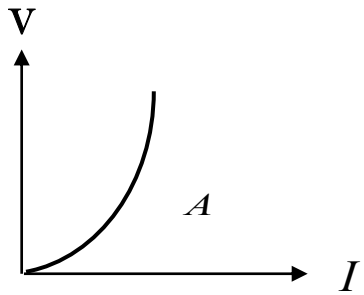
يزداد التيار للضعف

2- لشدة التيار عند مضاعفة المقاومة الكهربية .

يقل التيار للنصف

3- للمقاومة الكهربية عند مضاعفة فرق الجهد .

تبقي المقاومة ثابتة لأن المقاومة 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 و شدة 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 استخدام تيار كهربائي ضعيف .

حتى لا تسخن الأسلاك وبالتالي تزداد حرارتها وتزداد المقاومة الكهربائية

2- استخدام الريوستات في الدائرة الكهربية .

لتغيير المقاومة الكلية للدائرة وبالتالي تغيير شدة التيار

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

أ) مقاومة السلك .

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

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

$$\rho = \frac{RA}{L} \Rightarrow 1.6\times10^{-8} = \frac{5\times(3\times10^{-6})}{L} \Rightarrow \mathrm{L} = 937.5\,\mathrm{m}$$

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

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

أ) أحسب مقاومة السلك .

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{2.5\times10^{-8}\times200}{2\times10^{-6}} = 2.5\,\Omega$$

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

$$V = I \times R = 4\times2.5 = 10\,\mathrm{V}$$

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

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

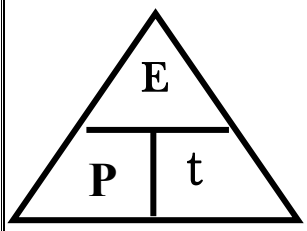
أ) المقاومة الكهربية السلك .

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

ب) المقاومة النوعية لمادة السلك .

$$\rho = \frac{RA}{L} = \frac{30\times(1\times10^{-4})}{500} = 6\times10^{-6}\ \Omega.\mathrm{m}$$

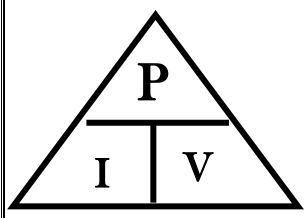
الدرس (2- 3) : **القدرة الكهربائية**



القدرة الميكانيكية **الشغل المبذول خلال وحدة الزمن**

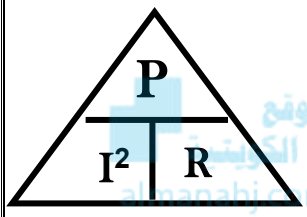
القدرة الكهربية **حاصل ضرب شدة التيار وفرق الجهد**

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



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

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



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

** تقاس القدرة الكهربية بوحدة **الوات** (W) ويكافئ J / S

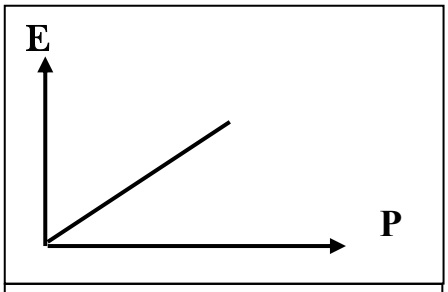
الوات **قدرة جهاز يستهلك طاقة (1 جول) في الثانية**

ما المقصود : **القدرة الكهربائية لمصباح كهربائي تساوي (100 W) .**

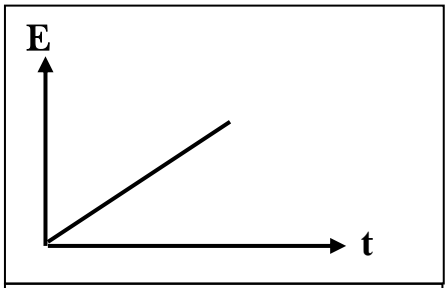
المصباح يستهلك طاقة (100 J) في الثانية

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

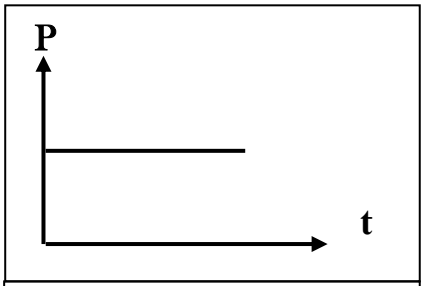
بسبب اختلاف القدرة الكهربائية للمصباحين



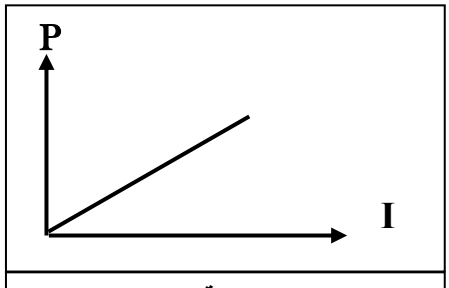
الطاقة المستهلكة والقدرة الكهربائية عند ثبوت الزمن



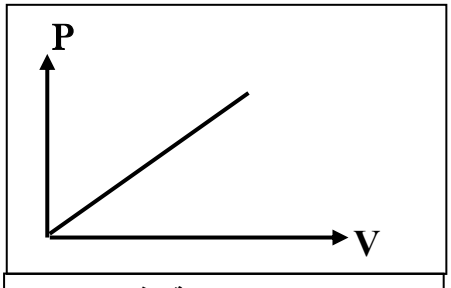
الطاقة المستهلكة والزمن عند ثبوت القدرة الكهربائية



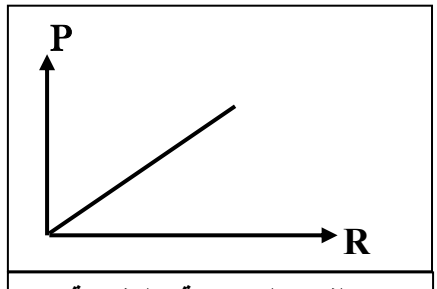
القدرة الكهربائية لجهاز ما والزمن



القدرة الكهربائية وشدة التيار عند ثبوت فرق الجهد



القدرة الكهربائية وفرق الجهد عند ثبوت شدة التيار



القدرة الكهربائية والمقاومة عند ثبوت شدة التيار

** أستنتج قانون لحساب القدرة الكهربائية لجهاز كهربائي بدلالة شدة التيار المار فيه وفرق الجهد بين طرفيه .

$$P = \frac{E}{t} = \frac{V \times q}{t} = \frac{V \times It}{t} = V \times I$$

الطاقة الكهربائية

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

** لحساب الطاقة المستهلكة في جهاز موصول على فرق جهد (V) نستخدم العلاقة : $E = IV \times t$

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

** الطاقة الحرارية الناتجة في مقاومة أومية تتناسب طردياً مع **المقاومة – الزمن – مربع شدة التيار**

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

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

ماذا يحدث في الحالات الآتية :

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

1- للطاقة الحرارية المتولدة في مقاومة أومية عند زيادة شدة التيار إلي المثلين .
تزداد الطاقة الحرارية إلي أربعة أمثال

2- للطاقة الحرارية المتولدة في جهاز موصول علي فرق جهد ثابت عند زيادة شدة التيار إلي المثلين .
تزداد الطاقة الحرارية إلي المثلي

** أستنتج قانون الطاقة الكهربائية المستهلكة في جهاز	** أستنتج قانون الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية
$E = P \times t \Rightarrow P = IV \Rightarrow E = IV \times t$	$E = P \times t \Rightarrow P = I^2 R \Rightarrow E = I^2 R \times t$

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

أ- أحسب مقاومة الملف الواحد .

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

ب- أحسب القدرة المستهلكة عند استخدام الملف الواحد .

$$P = I \times V = 5 \times 240 = 1200\,\text{W}$$

ج- أحسب الطاقة المستهلكة (بالجول) إذا استخدمت المدفأة لمدة يوم .

$$E = P \times t = 1200 \times (24 \times 60 \times 60) = 103680000\,\text{J}$$

د- أحسب الطاقة المستهلكة (بالكيلو وات – ساعة) إذا استخدمت لنفس المدة .

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

هـ - أحسب 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 :

$$P = I^2 \times R = (10)^2 \times 50 = 5000\,\text{W}$$

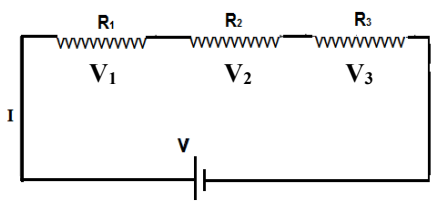
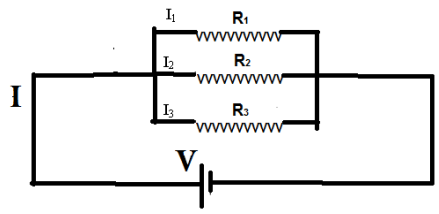
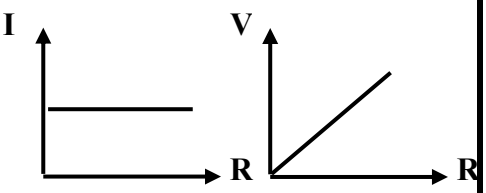
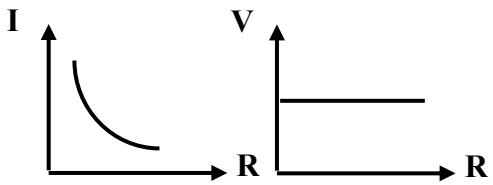
ب- الطاقة المستهلكة في (20 S) :

$$E = P \times t = 5000 \times 20 = 100000\text{J}$$

الدرس (2- 4) : **الدوائر الكهربائية**

الدائرة الكهربية مسار مغلق تنساب خلاله الالكترونات

المقاومة المكافئة قيمة المقاومة المفردة التي تشكل نفس الحمل على البطارية

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

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- مجموع الجهود الواقعة عبر كل جهاز في الدائرة يكون مساوياً للجهد الكلي للمصدر في التوالي .

الطاقة اللازمة لنقل وحدة الشحنات في الدائرة تساوي مجموع الطاقات اللازمة لنقل وحدة الشحنات في كل مقاومة

ماذا يحدث في الحالات الآتية مع ذكر السبب :

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

تزداد المقاومة الكلية بسبب زيادة طول المسار وزيادة التصادمات بين الالكترونات و ذرات السلك في الأجهزة

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

تقل المقاومة الكلية بسبب وجود عدة مسارات لسريان الإلكترونات وتقل التصادمات بينها و بين ذرات السلك

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

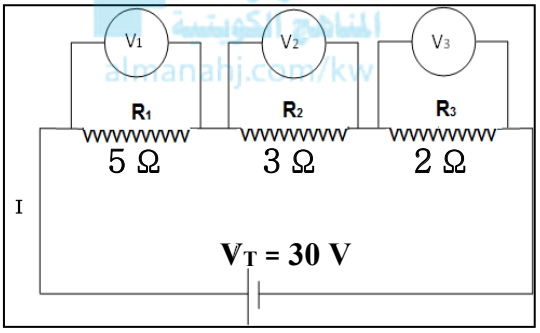
تقل الإضاءة بسبب التيار الكلي يقل وتيار كل مصباح يقل

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

تبقي الإضاءة ثابتة بسبب التيار الكلي يزداد ولكن يتوزع علي عدد مصابيح أكبر ويبقي تيار كل مصباح ثابت

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

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



أحسب :

أ) قيمة المقاومة المكافئة .

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

ب) شدة التيار الكلي في الدائرة .

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

ج) شدة التيار المار في المقاومة (R_1) .

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

د) فرق الجهد في المقاومة (R_1) .

$$V_1 = I_1 \times R_1 = 3 \times 5 = 15\ \mathrm{V}$$

هـ) القدرة المصروفة في المقاومة (R_2) .

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

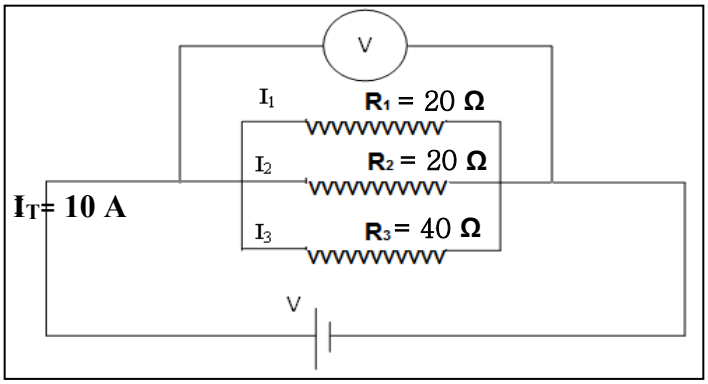
و) الطاقة المصروفة في المقاومة (R_3) خلال (10) ثواني .

$$E_3 = \mathrm{I_3^2} \times R_3 \times t = (3)^2 \times 2 \times 10 = 180\,\mathrm{J}$$

ي) الطاقة المصروفة في الدائرة خلال (10) ثواني .

$$E_T = I_T \times V_T \times t = 3 \times 30 \times 10 = 900\,\mathrm{J}$$

مثال 2 : من خلال الدائرة الكهربائية التالية . أحسب :



أ) قيمة المقاومة المكافئة .

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{20}+\frac{1}{20}+\frac{1}{40}=\frac{1}{8}$$

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

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) .

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

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

هـ) القدرة المصروفة في المقاومة (R_2) .

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

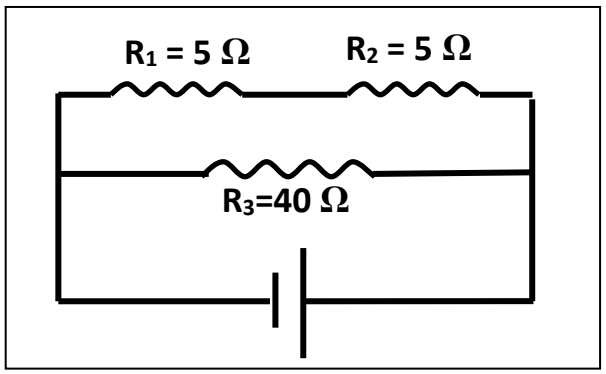
و) الطاقة المصروفة في الدائرة خلال دقيقة واحدة .

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

الدوائر المركبة

دائرة تحتوي على نوعين من التوصيل التوالي و التوازي في شبكة واحدة

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



أ) المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات .

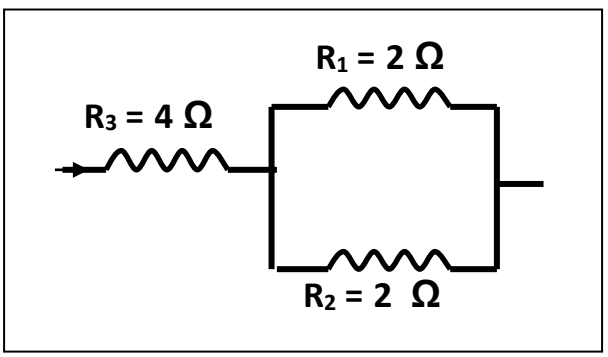
$$R_{1,2}=R_1+R_2=5+5=10\ \Omega$$

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

ب) شدة التيار في الدائرة .

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

مثال 2 : احسب مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة :



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

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

العلاقات الرياضية في المنهج

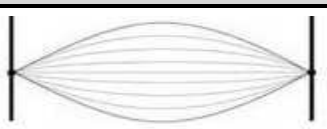
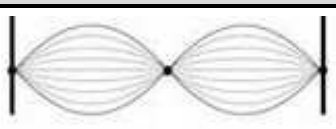
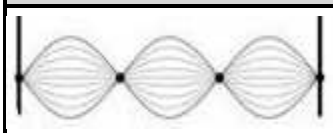
التحويلات			
الطول	$cm \div 100 \rightarrow m$ $mm \div 1000 \rightarrow m$	الكتلة	$gm \div 1000 \rightarrow Kg$
المساحة	$cm^2 \div 100^2 \rightarrow m^2$ $mm^2 \div 1000^2 \rightarrow m^2$	الزمن	$\min \times 60 \rightarrow \mathrm{S}$ $\mathrm{hr} \times 3600 \rightarrow \mathrm{S}$
الشحنة الكهربائية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

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	$\omega = \frac{2\pi}{\mathrm{T}} = 2\pi f$
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	$\mathrm{v} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{t}}$	$\mathrm{v} = \lambda \times \mathrm{f}$
الطول الموجي	$\lambda = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{N}}$	$\lambda = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{f}}$

موقع المناهج الكويتية
ahmadi.edu.com/kw

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

تابع قوانين الأوتار المستعرضة			
نوع النغمة	التوافقية الأولي (الأساسية)	التوافقية الثانية	التوافقية الثالثة
الشكل			
عدد القطاعات (نصف الموجة)	n = 1	n = 2	n = 3
طول الوتر $L = \frac{n}{2}\lambda$	$L_1 = \frac{1}{2}\lambda$	$L_2 = 1\lambda$	$L_3 = \frac{3}{2}\lambda$
الطول الموجي $\lambda = \frac{2}{n}L$	$\lambda = 2\mathrm{L}_1$	$\lambda = 1\mathrm{L}_2$	$\lambda = \frac{2}{3}\times \mathrm{L}_3$
التردد (f)	f_1	$f_2 = 2f_1$	$f_3 = 3f_1$

قوانين الكهربائية الساكنة و التيار 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	$P = I\,V \qquad P = I^2\,R$
الطاقة الكهربائية	$E = IV \times t \qquad E = I^2 R \times t$

قوانين التوصيل علي التوالي و التوازي		
وجه المقارنة	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	$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$	$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

الاستنتاجات في المنهج

1- حساب تردد النغمة الصادرة من الوتر المهتز

$$* V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

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

$$* f = \frac{V}{\lambda}$$

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

2- حساب القدرة الكهربائية بدلالة شدة التيار وفرق الجهد

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

$$* P = \frac{Vq}{t}$$

$$* P = \frac{VIt}{t}$$

$$* P = VI$$

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

3- حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة في جهاز

$$* \mathrm{E} = \mathrm{Pt}$$

$$* \mathrm{P} = \mathrm{IV}$$

$$* \mathrm{E} = \mathrm{IV\ t}$$

4- حساب قانون الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية

$$* \mathrm{E} = \mathrm{Pt}$$

$$* \mathrm{P} = \mathrm{I}^2\mathrm{R}$$

$$* \mathrm{E} = \mathrm{I}^2\mathrm{R\ t}$$