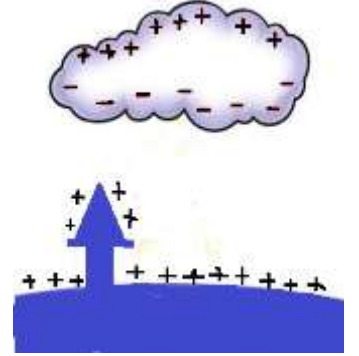
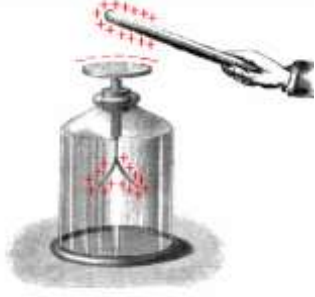


نموذج الاجابة



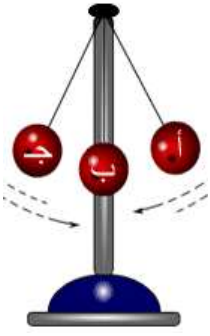
وزارة التربية
منطقة حولي التعليمية
ثانوية فهد الدويري بنين
قسم الفيزياء و الكيمياء



فيزياء الصف العاشر (10)

العام الدراسي 2020 / 2019

الفصل الدراسي الثاني



أسم الطالب /

الصف /



إعداد

أ/ يوسف بدر عزمي

مدير المدرسة
د/ عبد العزيز الجاسم

الموجه الفني
أ/ محمود الحمادي

رئيس القسم
أ/ نبيل الدالي

دفتر المتابعة لا يغني عن الكتاب المدرسي

الوحدة الرابعة : الاهتزازات والموجات

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 جزيئات الماء ؟ ولماذا ؟

لا تنتقل الجزيئات ولكن الطاقة هي التي تنتقل عبر جزيئات الوسط

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

بسبب انتقال الطاقة عبر جزيئات الوسط

الحركة التوافقية البسيطة حركة اهتزازية تتناسب فيها قوة الإرجاع طردياً مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه

بإهمال الاحتكاك مع الهواء

تمثيل الحركة التوافقية البسيطة بيانياً :

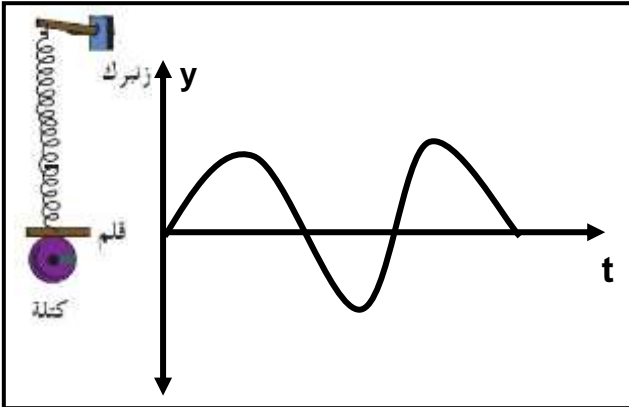
عند ربط كتلة مثبت بها قلم بنايظ معلق بحيث إن القلم يرسم

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 جيبى بسيط



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

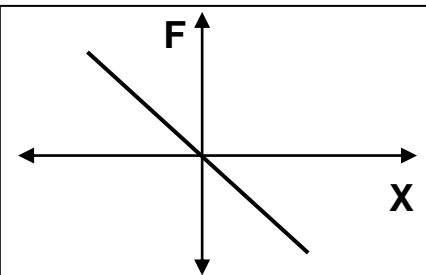
علل لما يأتي :

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

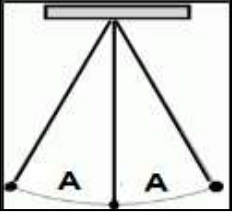
بسبب قوة الإرجاع التي تقوم بإرجاع الجسم إلى موضع الاتزان

2- يعود الجسم المهتز في الحركة التوافقية البسيطة إلى 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)

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 إليها الجسم المهتز يساوي (8 cm) فإن سعة الحركة تساوي 4 cm

ما المقصود : سعة الاهتزازة 4 m :

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

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

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

ما المقصود : تردد جسم 20 Hz :

عدد الاهتزازات الحادثة في الثانية الواحدة يساوي 20 اهتزازة

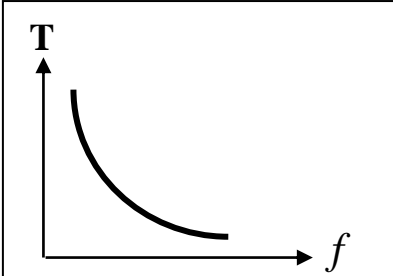
$$T = \frac{t}{N}$$

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

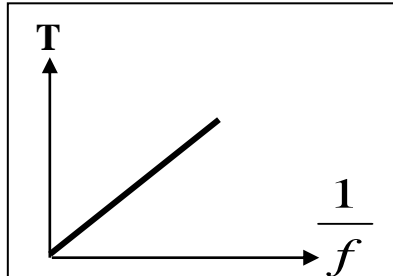
ما المقصود : الزمن الدوري 10 s :

الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة يساوي 10 ثواني

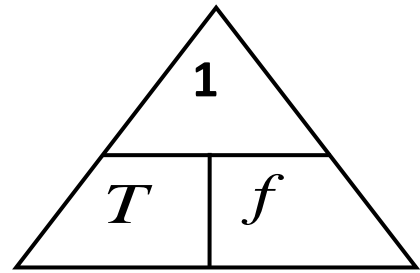
** يقاس الزمن الدوري بوحدة الثانية S بينما يقاس التردد بوحدة هرتز Hz



الزمن الدوري والتردد لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة



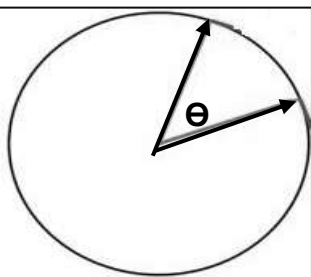
الزمن الدوري ومقلوب التردد في الحركة التوافقية البسيطة



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

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

** تقاس السرعة الزاوية بوحدة rad/s



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

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

(أ) التردد :

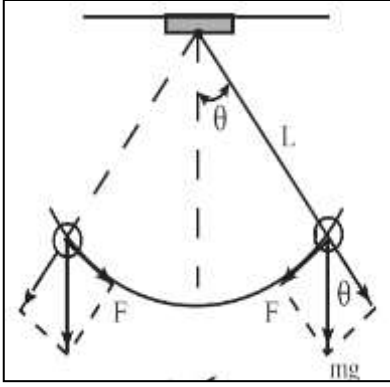
$$T = \frac{t}{N} = \frac{60}{120} = 0.5 \text{ S}$$

(ب) الزمن الدوري :

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

(ج) السرعة الزاوية (التردد الزاوي) :

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

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

الأزاحة في (S . H . M)

الزمن بالثانية (t)

السرعة الزاوية (ω)

السعة (A)

** الأزاحة (y)

مثال 2 : يتحرك جسم بحركة توافقية بسيطة بحيث تعطي إزاحته بالعلاقة التالية : $y = 15 \sin(10\pi t)$

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

أ) سعة الحركة .

$$A = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

ب) السرعة الزاوية .

$$\omega = 10\pi \text{ rad/s}$$

ج) التردد .

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow 10\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 5 \text{ Hz}$$

د) الزمن الدوري .

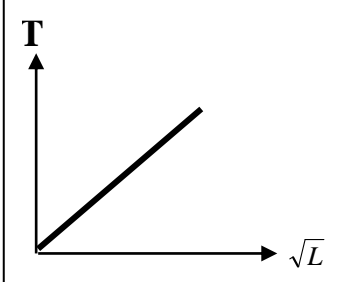
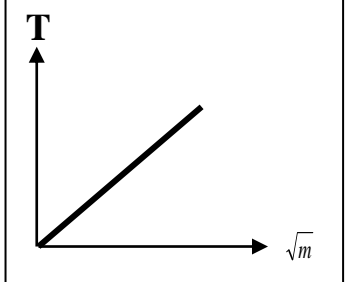
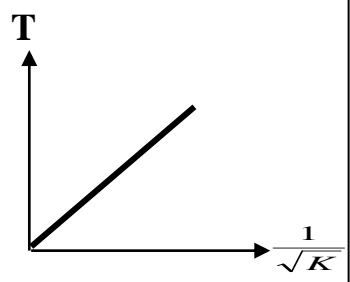
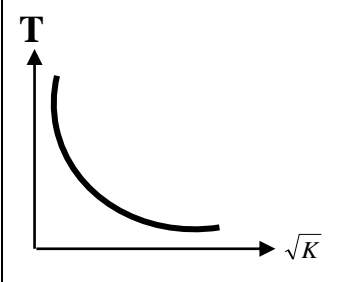
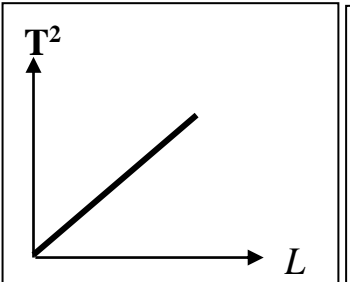
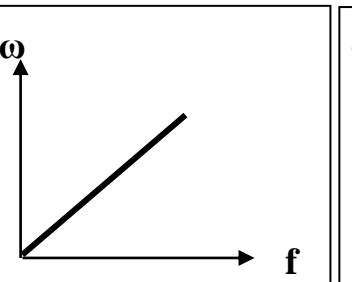
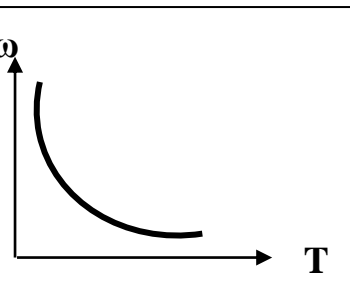
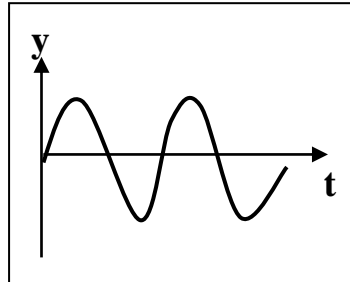
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ S}$$

هـ) الأزاحة بعد زمن (0.12 s) .

$$y = 15 \sin(10\pi \times 0.12) = -8.8 \text{ cm}$$

تحويل الآلة للراديان

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 على الكتلة المعلقة
العلاقة مع طول الخيط	لا يتوقف على طول الخيط	يتناسب طردياً مع جذر طول الخيط

			
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 و الزمن في الحركة التوافقية البسيطة

**** 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 يأتي :

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

تطبيقات علي الحركة التوافقية البسيطة

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 .

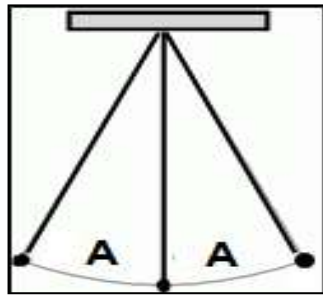
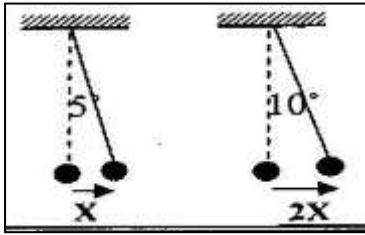
لا يتغير

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

يقبل 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 .

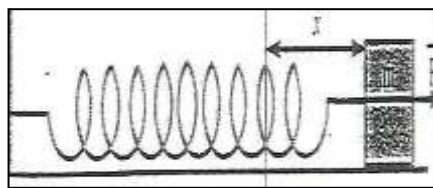
أ) ماذا يحدث للزمن الدوري عند زيادة سعة الاهتزازة : لا يتغير

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) فإنها تتحرك عن موضع الاتزان بمقدار (X)

أ) الحركة التي يتحركها النابض تسمى : الحركة التوافقية البسيطة

ب) خصائص هذه الحركة : السعة - التردد - الزمن الدوري - السعة 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) . إحصب طول الخيط لهذا البندول .

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

مثال 4 : بندول بسيط طول خيطه (1 m) وكتلة كرتته (0.1 kg) . أعتبر ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$) . 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 المثليين .

$$T = 2 \text{ S} \quad \text{لا يتغير}$$

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

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

د) الزمن الدوري للبندول بفرض وضعه علي سطح القمر .

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

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

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

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 .

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

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 .

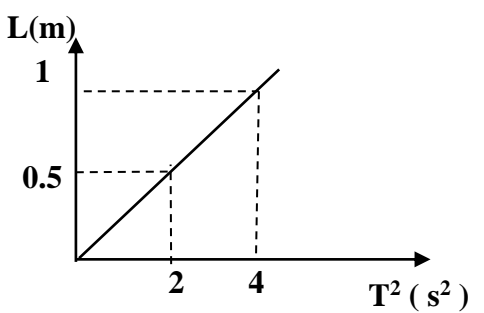
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.314} = 20 \text{ rad/s}$$

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 .

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



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 :

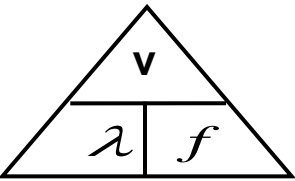
- 1- موجات الصوت موجات ميكانيكية بينما موجات الضوء موجات غير ميكانيكية .
لأن موجات الصوت تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه بينما موجات الضوء تنتشر في الفراغ
- 2- نرى ضوء الشمس ولا نسمع صوت الانفجارات الحادثة فيها .
لأن موجات الصوت تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه بينما موجات الضوء تنتشر في الفراغ
- 3- إذا وضع 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	اتجاه حركة الموجة قمة فجوة اتجاه الاهتزاز	اتجاه حركة الموجة تخلخل تضاغط اتجاه الاهتزاز
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 متتاليتين أو المسافة بين قاعين متتاليتين	المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليتين أو المسافة بين مركزي تخلخلين متتاليتين
نصف طول الموجة	المسافة بين قمة وقاع متتاليتين	المسافة بين تضاغط وتخلخل متتاليتين

نشاط في الشكل التالي موجتان مختلفتين :

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



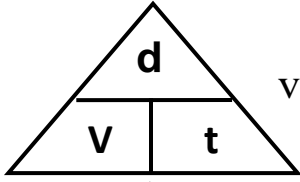
$$v = \lambda \times f$$

حاصل ضرب التردد في الطول الموجي

سرعة انتشار الموجات

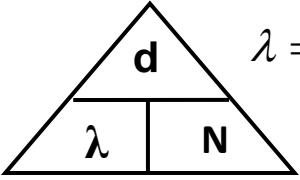
** تمثل (λ) الطول الموجي وتمثل (f) التردد

** العوامل التي تتوقف عليها سرعة الموجات : درجة الحرارة ونوع الوسط وكثافة الوسط ونوع الموجة



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

** لحساب سرعة انتشار الموجات (v) بدلالة المسافة الكلية (d) والزمن (t) :



$$\lambda = \frac{d}{N}$$

** لحساب الطول الموجي (λ) بدلالة المسافة الكلية (d) وعدد الموجات (N) :

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

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

تابع خصائص الحركة الموجية

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

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

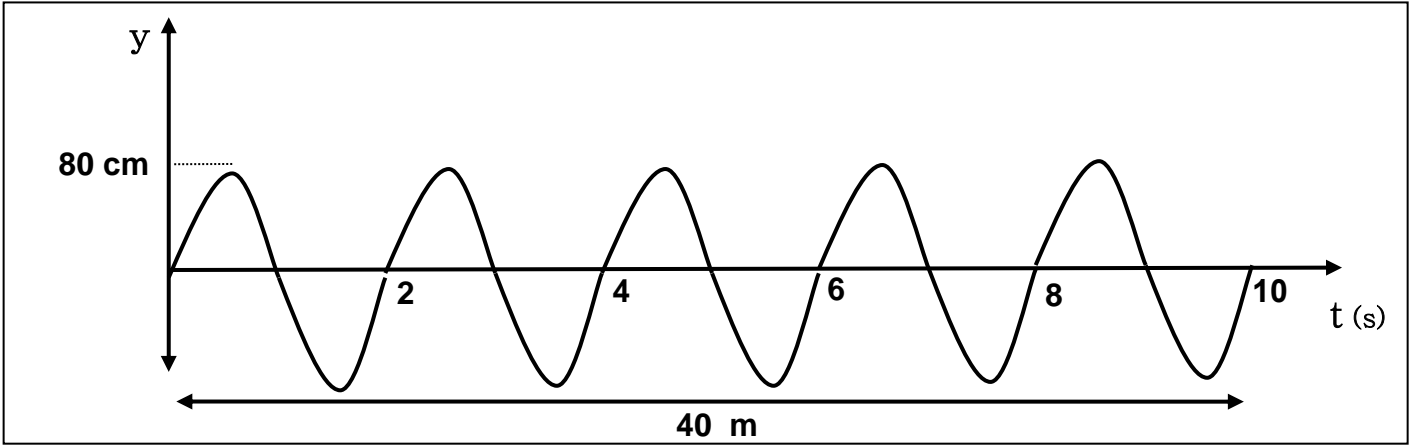
ب) طول الموجة .

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

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

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

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



(1) سعة الاهتزازة بوحدة (m) .

$$A = 80\text{cm} = 0.8\text{m}$$

(2) الزمن الدوري .

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

(3) التردد .

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

(4) السرعة الزاوية .

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 0.5 = 3.14 \text{ rad/S}$$

(5) الطول الموجي .

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

(6) سرعة انتشار الموجة .

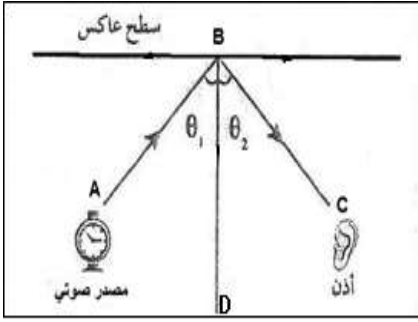
$$v = f \times \lambda = 0.5 \times 8 = 4 \text{ m/s}$$

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

الصوت

اضطراب ينتقل في الوسط نتيجة اهتزازه

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 (θ_1) تمثل زاوية السقوط

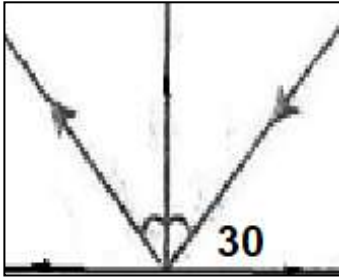
هـ) الزاوية (θ_2) تمثل زاوية الانعكاس

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

** تنقسم الطاقة الصوتية عند السطح الفاصل إلى ثلاثة أقسام هي :

1- قسم يرتد و ينعكس 2- قسم ينفذ و ينكسر 3- قسم يمتص

ماذا يحدث :

1- عند سقوط موجات الصوت على سطح الحديد أو الخشب .

يزداد القسم المنعكس من الموجات الصوتية

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

يزداد القسم الممتص من الموجات الصوتية

** تطبيقات حياتية على انعكاس الصوت

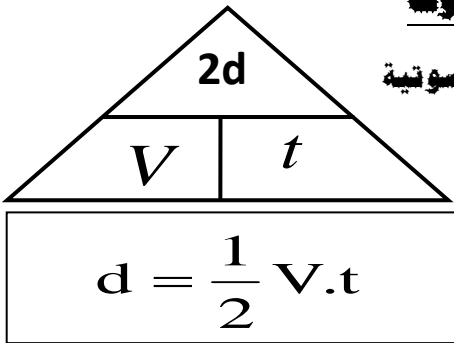
1- صدى الصوت تكرر سماع الصوت الأصلي نتيجة لانعكاس الموجات الصوتية

** حيث (v) سرعة الصوت (t) الزمن (d) المسافة أو العمق

** شروط (عوامل) حدوث صدى الصوت على سطح عاكس :

1- المسافة بين الأذن والسطح العاكس لا تقل عن (17 m)

2- الفترة الزمنية بين الصوت الأصلي والصوت المنعكس لا يقل عن (0.1 S)



علل لما يأتي :

1- لا يحدث صدى الصوت في قاعة يقل طولها عن 17 متر .

لا تستطيع الأذن البشرية تمييز الصوت الأصلي والمنعكس إلا إذا كان بينهما زمن لا يقل عن (0.1 S)

$$d = \frac{1}{2} V.t = \frac{1}{2} \times 340 \times 0.1 = 17m$$

2- يستخدم الخفاش صدى الصوت في اصطياد الحشرات .

لأنه يرسل موجات صوتية في اتجاه الحشرات ويتم استقبالها بعد انعكاسها فيحدد مكان الحشرات

مثال 1 : يرسل خفاش في كهف نبضات صوتية ويستقبل صداها خلال (0.5 S) حيث سرعة الصوت (340 m/s) .

أحسب بعد جدار الكهف عن الخفاش .

$$d = \frac{1}{2} V.t = \frac{1}{2} \times 340 \times 0.5 = 85 m$$

2- تركيز الصوت

علل لما يأتي :

1- يتم تزويد المسارح والقاعات الكبيرة والمساجد بجدران مقعرة .

لتركيز وتجميع الصوت فيزيد وضوح وشدة الصوت ويتم توزيعه إلى كافة أنحاء المبنى

2- لتركيز الصوت يجب ألا تتجاوز مساحة السطح المقعر حدا معينا .

لمنع حدوث التشويش للصوت نتيجة انعكاسه

3- تغطي جدران استوديوهات الصوت بطبقة من الصوف أو القماش .

لكي تمتص الصوت وتمنع حدوث الصدى

3- نقل الصوت بالأنابيب

علل :

استخدام سماعة الطبيب في نقل نبضات القلب إلى أذن الطبيب .

لأن يتم نقل الصوت باستخدام أنابيب ذات معامل امتصاص صغير

لتقليل الطاقة الصوتية المفقودة



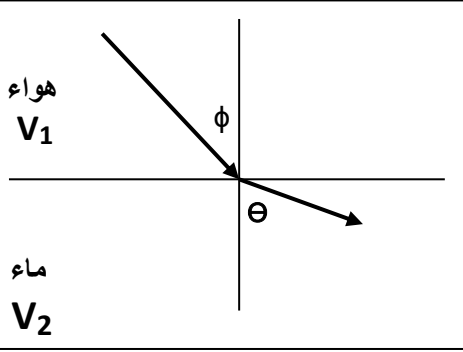
انكسار الصوت

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

التغير في مسار موجات الصوت عند انتقالها بين وسطين مختلفي الكثافة

انكسار الصوت

نشاط في الرسم المقابل اكمل المطلوب :



(V₁) هي سرعة الصوت في الوسط الأول

(V₂) هي سرعة الصوت في الوسط الثاني

(φ) هي زاوية السقوط

(θ) هي زاوية الانكسار

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

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

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

** ينكسر الصوت في الهواء باختلاف درجة الحرارة و بتأثير الرياح

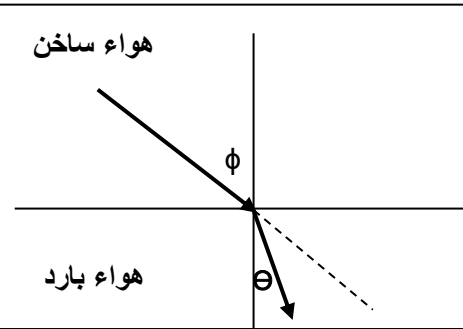
** العوامل التي تتوقف عليها سرعة الصوت هي درجة الحرارة و نوع الوسط و كثافة الوسط

نشاط في الرسم المقابل اكمل المطلوب :

1- أكمل مسار الشعاع الصوتي في الرسم المقابل .

2- ماذا يحدث للشعاع الصوتي ؟ ينكسر مقترباً من العمود المقام

3- التفسير : لأن سرعة الصوت تقل في الهواء البارد عن الهواء الساخن وتكون زاوية الانكسار أقل من زاوية السقوط

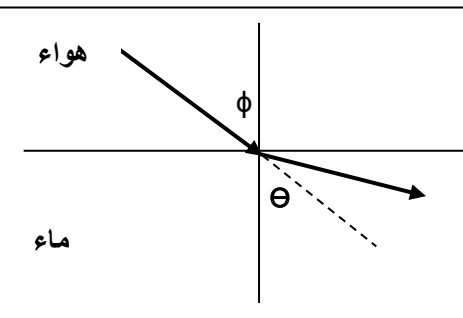


نشاط في الرسم المقابل اكمل المطلوب :

1- أكمل مسار الشعاع الصوتي في الرسم المقابل .

2- ماذا يحدث للشعاع الصوتي ؟ ينكسر مبتعداً عن العمود المقام

3- التفسير : لأن سرعة الصوت تزداد في الماء عن الهواء وتكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط

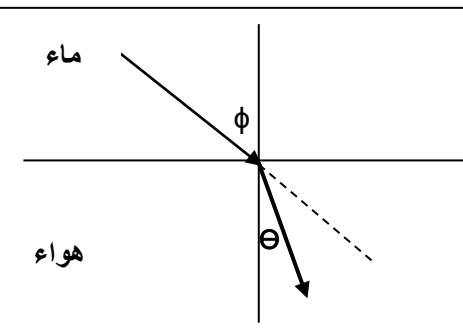


نشاط في الرسم المقابل اكمل المطلوب :

1- أكمل مسار الشعاع الصوتي في الرسم المقابل .

2- ماذا يحدث للشعاع الصوتي ؟ ينكسر مقترباً من العمود المقام

3- التفسير : لأن سرعة الصوت تقل في الهواء عن الماء وتكون زاوية الانكسار أقل من زاوية السقوط



ماذا يحدث :

- 1- إذا أنتقل الصوت من وسط أكبر كثافة (مثل الماء) إلى وسط أقل كثافة (مثل الهواء) .
ينكسر الصوت مقرباً من العمود المقام لأن سرعته تقل في الهواء
- 2- إذا أنتقل الصوت من وسط أقل كثافة (مثل الهواء) إلى وسط أكبر كثافة (مثل الماء) .
ينكسر الصوت مبتعداً من العمود المقام لأن سرعته تزداد في الماء
- 3- إذا سقط الصوت عمودياً علي السطح الفاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة .
ينفذ الصوت علي استقامته دون انحراف

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



أثناء النهار



أثناء المساء (الليل)

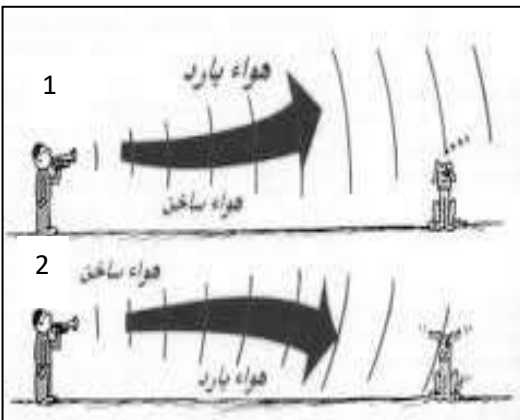
نشاط الشكل المقابل : يوضح احدي خواص الموجات الصوتية

(أ) أسم الخاصية انكسار الصوت

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

(ج) تحدث الحالة الأولى في النهار وتحدث الحالة الثانية في الليل

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



التداخل في الصوت

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

تراكب الموجات

نقطة تتجمع فيها الموجات ذات النوع الواحد

نقطة التراكب

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

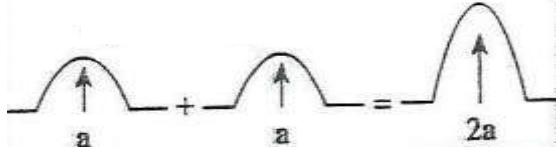
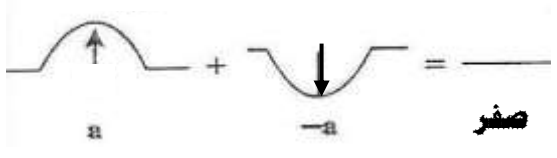
علل : يمكن سماع شخص بوضوح بالرغم من أن صوته تقاطع مع أصوات أخرى .

بسبب تراكب موجات الصوت

ظاهرة التراكب بين مجموعة موجات من نوع واحد ولها نفس التردد

تداخل الموجات

** 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 تضافطين أو تخلخين	التقاء قمة مع قاع أو التقاء تضافط مع تخلخل
الشكل		
السعة الكلية لموجتين لهما نفس السعة	مثلي سعة أي منهما	صفر
فرق المسير	$\Delta S = n\lambda$	$\Delta S = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$
نوع الموجات المتداخلة	الموجات متفقة الطور	الموجات غير متفقة الطور

الشكل التالي يوضح تداخل الموجات .

نشاط



1- نوع التداخل تداخل هدمي

2- يحدث نتيجة التقاء قمة مع قاع

3 - تكون الإزاحة الكلية تساوي فرق الإزاهتين

ويؤدي إلى ضعف الموجات

4 - شروط حدوثه الموجات غير متفقة الطور



1- نوع التداخل تداخل بنائي

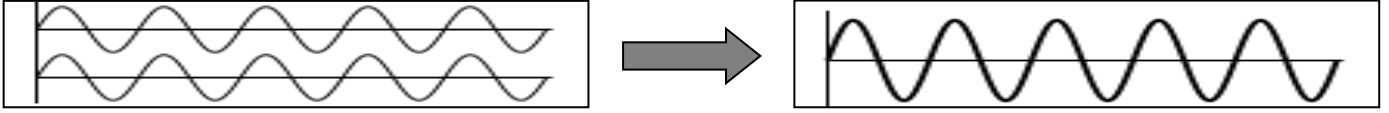
2- يحدث نتيجة التقاء قمة مع قمة

3 - تكون الإزاحة الكلية تساوي مجموع الإزاهتين

ويؤدي إلى تقوية الموجات

4 - شروط حدوثه الموجات متفقة الطور

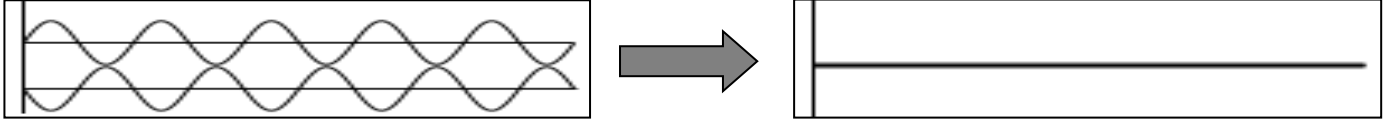
نشاط الشكل المقابل : يوضح ظاهرة التداخل في الموجات .



أ) يسمى هذا النوع بالتداخل البنائي وتكون فيه الموجات متفقة في الطور وينتج عنه حدوث تقوية للموجات

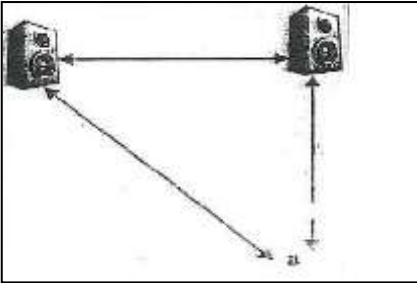
ب) القانون المستخدم لحساب فرق المسير لهذا النوع $\Delta S = n\lambda$

نشاط الشكل المقابل : يوضح ظاهرة التداخل في الموجات .



أ) يسمى هذا النوع بالتداخل الهدمي وتكون فيه الموجات غير متفقة في الطور وينتج عنه حدوث ضعف للموجات

ب) القانون المستخدم لحساب فرق المسير لهذا النوع $\Delta S = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$



مثال 1 : في الشكل المقابل عند النقطة (a) يحدث التداخل . إذا علمت سرعة

الصوت في الهواء (340 m/s) والتردد (170 Hz) . أحسب :

أ) الطول الموجي للصوت الصادر .

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{340}{170} = 2 \text{ m}$$

ب) فرق المسير بين المصدرين إذا حدث التداخل البنائي الثاني .

$$\Delta S = n\lambda = 2 \times 2 = 4 \text{ m}$$

ج) فرق المسير بين المصدرين إذا حدث التداخل الهدمي الثاني .

$$\Delta S = (2n+1)\frac{\lambda}{2} = (2 \times 2 + 1)\frac{2}{2} = 5 \text{ m}$$

مثال 2 : إذا علمت أن الطول الموجي للصوت الصادر من مصدرين للصوت يساوي (4 m) .

أ) حدد نوع التداخل إذا كان فرق المسير بينهما يساوي (8 m) .

$$n = \frac{\Delta S}{\lambda} = \frac{8}{4} = 2$$

تداخل بنائي

ب) حدد نوع التداخل إذا كان فرق المسير بينهما يساوي (10 m) .

$$n = \frac{\Delta S}{\lambda} = \frac{10}{4} = 2.5$$

تداخل هدمي

مثال 3 : موجة سعتها (0.75 m) وطولها الموجي يساوي الطول الموجي لموجة أخرى سعتها (0.5 m) . أحسب :

أ- أحسب الإزاحة المحصلة عند نقطة يحدث فيها تداخل بنائي .

$$\Delta S = S_1 + S_2 = 0.75 + 0.5 = 1.25 \text{ m}$$

ب- أحسب الإزاحة المحصلة عند نقطة يحدث فيها تداخل هدمي .

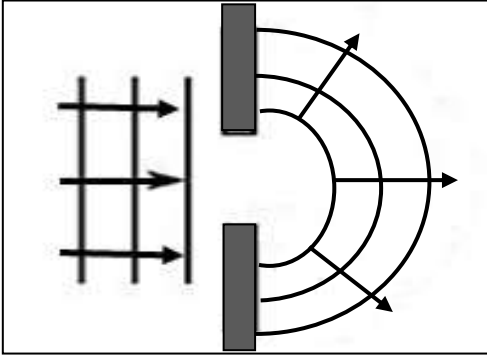
$$\Delta S = S_1 - S_2 = 0.75 - 0.5 = 0.25 \text{ m}$$

حيود الصوت

حيود الصوت ظاهرة انحناء الموجات حول حافة حادة أو عند نفاذها من فتحة صغيرة بالنسبة لطولها الموجي .
**** يزداد انحناء الموجات كلما كان اتساع الفتحة اقل من الطول الموجي .**

علل : يمكنك سماع صوت يفصلك عنه حاجز (حائط)

بسبب حيود الصوت عند اصطدامه بحاجز



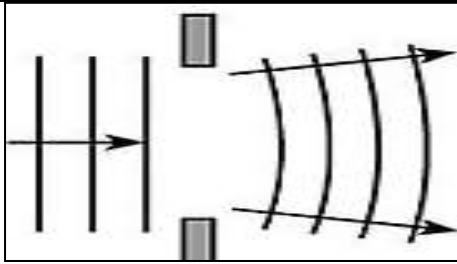
نشاط الشكل المقابل : يوضح احدي ظواهر الموجات الصوتية .

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

ب) تسمى هذه الظاهرة **حيود الصوت**

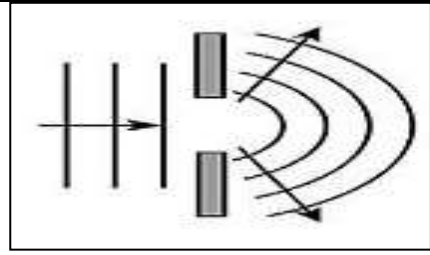
ج) تزداد الظاهرة وضوحا كلما كان اتساع الفتحة اقل من الطول الموجي .

نشاط الشكل المقابل : يوضح مرور الموجات الصوتية في فتحتين .



الملاحظة : يقل الحيود

الاستنتاج : يقل الحيود كلما كان اتساع الفتحة اكبر من الطول الموجي



الملاحظة : يزداد الحيود

الاستنتاج : يزداد الحيود كلما كان اتساع الفتحة اقل من الطول الموجي

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

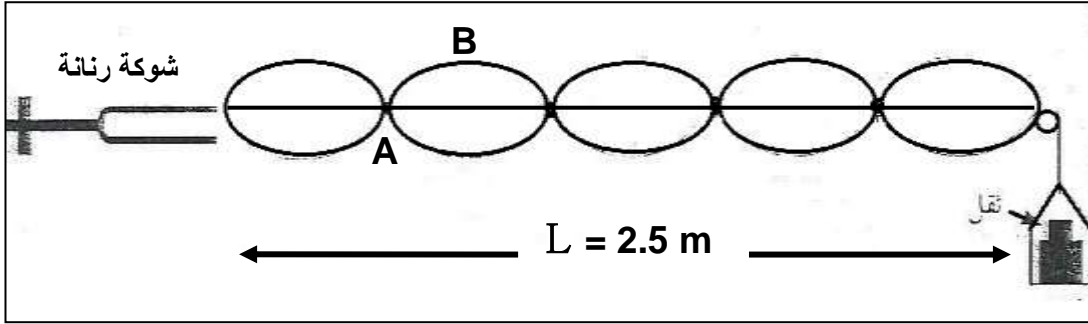
الموجات الموقوفة (الساكنة)

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

الموجات الموقوفة

نشاط

الشكل يمثل تجربة ميلد :



أ (نوع الموجات المتكونة عند طرق الشوكة الرنانة الموجات الموقوفة

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

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

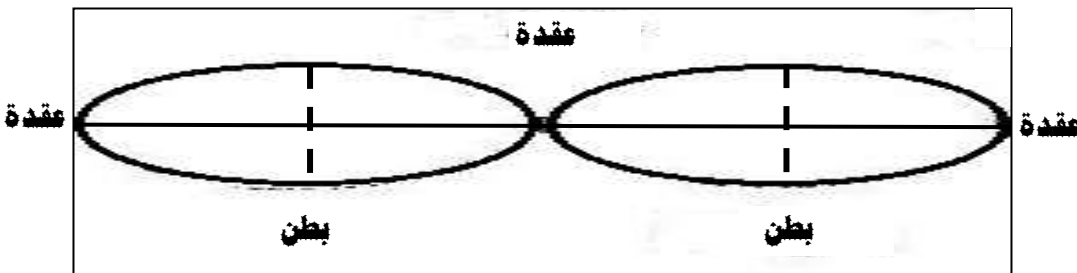
د (المسافة بين النقطتين (A) أو المسافة بين النقطتين (B) تمثل قطاع أو نصف موجة موقوفة

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

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

ي (من الشكل السابق الطول الموجي (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


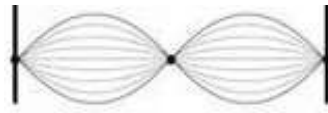
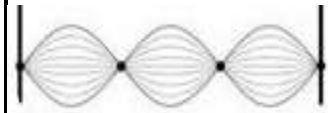
من الشكل المقابل .

عرف كلاً من :

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

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

* طول الموجة الموقوفة (λ) : مثلي المسافة بين عقدتين متتاليتين أو مثلي المسافة بين بطنين متتاليين

نوع النغمة	التوافيق الأولى (الأساسية)	التوافيق الثانية	التوافيق الثالثة
الشكل			
عدد القطاعات	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
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 $\lambda = \frac{2}{n} L$	$\lambda = 2L_1$	$\lambda = 1L_2$	$\lambda = \frac{2}{3} \times L_3$
التردد (f)	f_1	$f_2 = 2f_1$	$f_3 = 3f_1$
النسبة بين طول الأوتار	3 : 2 : 1		
النسبة بين الترددات	3 : 2 : 1		

علل لما يأتي :

- تتكون الموجات الموقوفة في الأوتار المهتزة . بسبب تراكب قطارين من الأمواج الساقطة والمنعكسة لها نفس التردد والسعة وفي اتجاهين متعاكسين
- تسمى الموجات الساكنة بهذا الاسم . لأن أماكن العقد والبطن ثابتة
- يصدر الوتر أقل 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) اهتزازاً مكوناً ثلاث بطون عندما كان التردد (60 Hz) . أحسب :
أ) الطول الموجي .

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

ب) سرعة انتشار الموجة في الحبل .

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

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 .

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

ب) أحسب تردد النغمة الصادرة .

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

ج) حدد نوع النغمة الصادرة .

النغمة التوافقية السادسة

اهتزاز الأوتار المستعرضة (الصنومتر)

استنتاج علاقة رياضية لحساب تردد النغمة الصادرة من الوتر المهتز :

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

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

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 (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 .

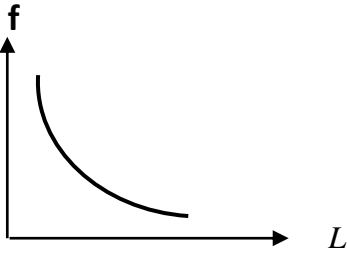
التردد يزداد للمثلي

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

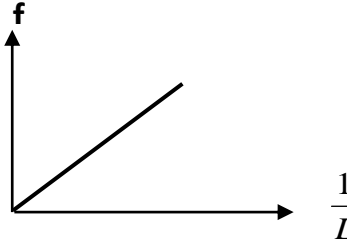
التردد يزداد للمثلي

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

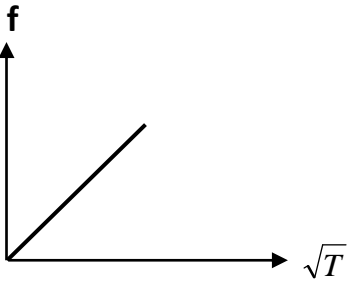
التردد يقل للربع



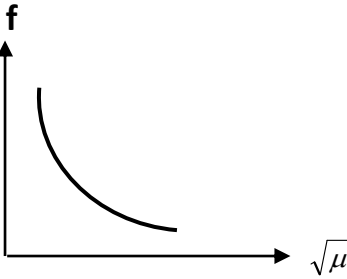
تردد النغمة الأساسية للوتر وطول الوتر



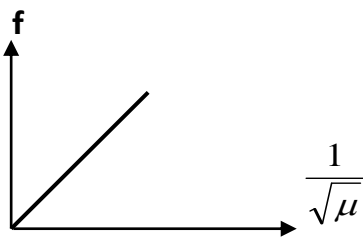
تردد النغمة الأساسية للوتر ومقلوب طول الوتر



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

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

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

مثال 1 : وتر طوله (0.8 m) وكتلته ($2 \times 10^{-3} \text{ kg}$) ويتم شده بقوة مقدارها (64 N) . أحسب :
أ) كتلة وحدة الأطوال من الوتر .

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

ب) تردد النغمة التوافقية الأولى (الأساسية) .

$$f_1 = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 0.8} \times \sqrt{\frac{64}{2.5 \times 10^{-3}}} = 100 \text{ Hz}$$

ج) تردد النغمة التوافقية الثانية .

$$f_2 = 2f_1 = 2 \times 100 = 200 \text{ Hz}$$

د) تردد النغمة التوافقية الثالثة .

$$f_3 = 3f_1 = 3 \times 100 = 300 \text{ Hz}$$

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

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

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

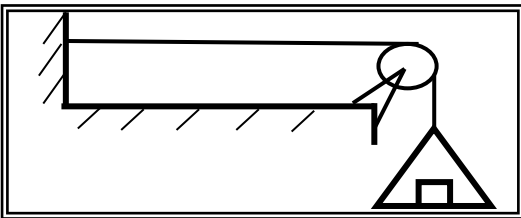
$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{f_2}{500} = \frac{50}{100} \Rightarrow f_2 = 250 \text{ Hz}$$

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 .

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

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 .

$$T = mg = 18 \times 10 = 180 \text{ N}$$

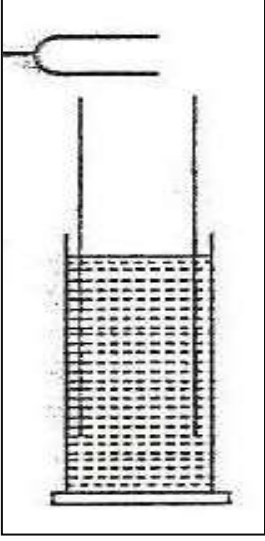
ج) أحسب تردد الوتر الأساسي .

$$f_1 = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 0.5} \times \sqrt{\frac{180}{0.05}} = 60 \text{ Hz}$$

الأمدة الهوائية

نشاط في الشكل المقابل : يتم وضع شوكة رنانة مهتزة عند فوهة عمود هوائي مغلق من أحد طرفيه .

أ) ماذا يحدث للصوت الناشئ عن الشوكة الرنانة عند تحريك الأنبوبة (العمود الهوائي) إلى أعلى ؟



يحدث تقوية للصوت

ب) ما نوع الموجات المتكونة ؟

موجات موقوفة طولية

ج) ماذا تسمى هذه الظاهرة ؟

ظاهرة الرنين

د) بم تفسر حدوث هذه الظاهرة ؟

بسبب اهتزاز جزيئات الوسط بسعة عظيمة نتيجة تأثيرها بمصدر يهتز بتردد يساوي

أحد ترددات النغمة الأساسية أو التوافقية

ظاهرة الرنين اهتزاز جزيئات الوسط بسعة عظيمة نتيجة تأثيرها بمصدر يهتز بتردد يساوي أحد ترددات

النغمة الأساسية أو التوافقية

علل لما يأتي :

1- حدوث تقوية في الصوت في ظاهرة الرنين في الأعمدة الهوائية .

بسبب حدوث تداخل بنائي لموجات الصوت الساقطة والمنعكسة

2- يتكون عند الطرف المغلق في العمود الهوائي عقدة .

لأن جزيئات الهواء لا يمكنها أن تتحرك عند الطرف المغلق

3- يتكون عند الطرف المفتوح في العمود الهوائي بطن .

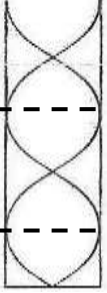
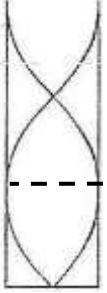
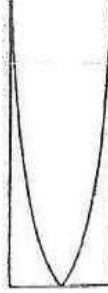
لأن جزيئات الهواء تستطيع الحركة للخارج عند الطرف المفتوح

4- تغير نوع النغمة في الأنبوب الأرغوني (آلات النفخ) .

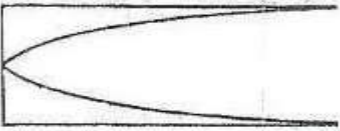
بسبب اختلاف النغمات التوافقية المصاحبة للنغمة الأساسية

وجه المقارنة	العمود الهوائي المغلق	العمود الهوائي المفتوح
التعريف	عمود هوائي مغلق من طرف ومفتوح من الطرف الآخر	عمود هوائي مفتوح من الطرفين

أ) الرنين في الأعمدة الهوائية المغلقة :

الرنين الثالث	الرنين الثاني	الرنين الأول	رتبة الرنين (عدد العقد)
			الشكل
$n = 2.5$	$n = 1.5$	$n = \frac{1}{2}$	عدد القطاعات
$L_3 = \frac{5}{4} \lambda$	$L_2 = \frac{3}{4} \lambda$	$L_1 = \frac{1}{4} \lambda$	طول العمود $L = \frac{n}{2} \lambda$
$\lambda = \frac{4}{5} L_3$	$\lambda = \frac{4}{3} L_2$	$\lambda = 4L_1$	الطول الموجي $\lambda = \frac{2}{n} L$
$f_3 = \frac{5V}{4L}$	$f_2 = \frac{3V}{4L}$	$f_1 = \frac{1V}{4L}$	تردد النغمة $f = \frac{nV}{2L}$
التوافقية الخامسة	التوافقية الثالثة	التوافقية الأولى	نوع النغمة
5 : 3 : 1			النسبة بين طول الأعمدة
5 : 3 : 1			النسبة بين الترددات

مثال 1 : عمود هوائي مغلق طوله (17 cm) يصدر نغمة مع شوكة مجهولة التردد كما بالشكل .



إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء (340 m/s) . أحسب :

أ) طول الموجة الصادرة .

$$\lambda = 4L = 4 \times 0.17 = 0.68 \text{ m}$$

ب) تردد الشوكة الرنانة .

$$f = \frac{1V}{4L} = \frac{1 \times 340}{4 \times 0.17} = 500 \text{ Hz} \quad \text{أو} \quad f = \frac{V}{\lambda} = \frac{340}{0.68} = 500 \text{ Hz}$$

مثال 2 : عمود هوائي مقل طوله (100 cm) يحدث رنيناً مع الشوكة الرنانة كما في الشكل

حيث سرعة الصوت في الهواء (340) m/s . احسب :

أ) رتبة الرنين الحادث وأسم النغمة الصادرة .

الرنين الثالث - النغمة التوافقية الخامسة

ب) طول الموجة الصادرة .


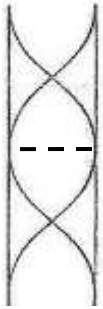
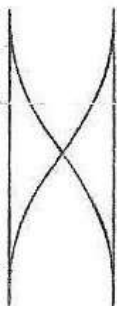
$$\lambda = \frac{4}{5} L = \frac{4}{5} \times 1 = 0.8 \text{ m}$$

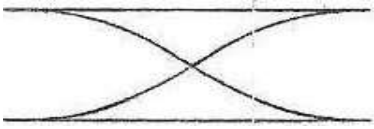
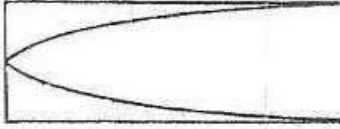
ج) تردد الرنين الصادر .

$$f = \frac{5V}{4L} = \frac{5 \times 340}{4 \times 1} = 425 \text{ Hz} \quad \text{أو} \quad f = \frac{V}{\lambda} = \frac{340}{0.8} = 425 \text{ Hz}$$

تابع الأعمدة الهوائية

ب) الرنين في الأعمدة الهوائية المفتوحة :

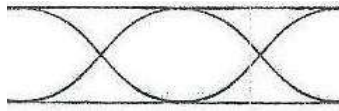
الرنين الثالث	الرنين الثاني	الرنين الأول	رتبة الرنين (عدد العقد)
			الشكل
$n = 3$	$n = 2$	$n = 1$	عدد القطاعات
$L_3 = \frac{3}{2}\lambda$	$L_2 = 1\lambda$	$L_1 = \frac{1}{2}\lambda$	طول العمود $L = \frac{n}{2}\lambda$
$\lambda = \frac{2}{3}L_3$	$\lambda = 1L_2$	$\lambda = 2L_1$	الطول الموجي $\lambda = \frac{2}{n}L$
$f_3 = \frac{3V}{2L}$	$f_2 = \frac{V}{L}$	$f_1 = \frac{1V}{2L}$	تردد النغمة $f = \frac{nV}{2L}$
التوافقية الثالثة	التوافقية الثانية	التوافقية الأولى	نوع النغمة
$3 : 2 : 1$			النسبة بين طول الأعمدة
$3 : 2 : 1$			النسبة بين الترددات

أعمدة هوائية مفتوحة	أعمدة هوائية مغلقة	وجه المقارنة
		رسم الرنين الأول
$L_1 = \frac{1}{2}\lambda$	$L_1 = \frac{1}{4}\lambda$	طول أقصر عمود هوائي
$3 : 2 : 1$	$5 : 3 : 1$	النسبة بين أطوال الأعمدة الهوائية

الأعمدة الهوائية المفتوحة	الأعمدة الهوائية المغلقة	الأوتار	وجه المقارنة
عدد العقد يقل عن	عدد العقد يساوي	عدد العقد يزداد عن	نسبة عدد العقد
عدد البطون بمقدار 1	عدد البطون	عدد البطون بمقدار 1	إلى عدد البطون

مثال 1 : عمود هوائي مفتوح تكونت داخله عقدتان تبعدان (33 cm) عن بعضهما يصدر نغمة مع شوكة مجهولة

التردد . إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء (338 m/s) . أحسب :



(أ) رتبة الرنين الحادث وأسم النغمة الصادرة .

الرنين الثاني - النغمة التوافقية الثانية

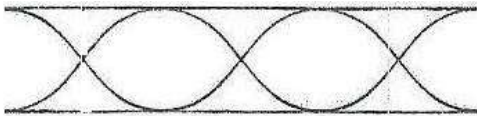
(ب) طول العمود الهوائي .

$$L = 1\lambda = 1 \times (2 \times 0.33) = 0.66 \text{ m}$$

(ج) تردد الشوكة الرنانة .

$$f = \frac{V}{L} = \frac{338}{0.66} = 512 \text{ Hz} \quad \text{أو} \quad f = \frac{V}{\lambda} = \frac{338}{0.66} = 512 \text{ Hz}$$

مثال 2 : عمود هوائي مفتوح طوله (102 cm) يصدر نغمة مع شوكة مجهولة التردد كما بالشكل .



إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء (340 m/s) . أحسب :

(أ) طول الموجة الصادرة .

$$\lambda = \frac{2}{3} L = \frac{2}{3} \times 1.02 = 0.68 \text{ m}$$

(ب) تردد الرنين الصادر .

$$f = \frac{3V}{2L} = \frac{3 \times 340}{2 \times 1.02} = 500 \text{ Hz} \quad \text{أو} \quad f = \frac{V}{\lambda} = \frac{340}{0.68} = 500 \text{ Hz}$$

(ج) الزمن الدوري .

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 2 \times 10^{-3} \text{ S}$$

(د) الفترة الزمنية التي تستغرقها الموجة في الوصول إلى الطرف الثاني .

$$t = \frac{d}{V} = \frac{L}{V} = \frac{1.02}{340} = 3 \times 10^{-3} \text{ S} \quad \text{أو} \quad t = N \times T = 1.5 \times 2 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} \text{ S}$$

مثال 3 : عمود هوائي طوله (0.4 m) إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء (336 m/s) . أحسب :

العمود المفتوح	العمود المغلق	
$f_1 = \frac{1V}{2L} = \frac{1 \times 336}{2 \times 0.4} = 420 \text{ Hz}$	$f_1 = \frac{1V}{4L} = \frac{1 \times 336}{4 \times 0.4} = 210 \text{ Hz}$	(تردد الرنين الأول)
$f_2 = \frac{2V}{2L} = \frac{2 \times 336}{2 \times 0.4} = 840 \text{ Hz}$	$f_2 = \frac{3V}{4L} = \frac{3 \times 336}{4 \times 0.4} = 630 \text{ Hz}$	(تردد الرنين الثاني)
$f_3 = \frac{3V}{2L} = \frac{3 \times 336}{2 \times 0.4} = 1260 \text{ Hz}$	$f_3 = \frac{5V}{4L} = \frac{5 \times 336}{4 \times 0.4} = 1050 \text{ Hz}$	(تردد الرنين الثالث)

الوحدة الخامسة : الكهربائية الساكنة والتيار المستمر

الدرس (1-1) : الشحنات والقوى الكهربائية

نشاط

** في الشكل المقابل : افتح صنوبر 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 ؟
انحى مسار انسياب الماء

4- هل يمكنك 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 الكهربائية | الشحنات لا تفسى 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 .

$$q_C = q_A = \frac{q_C + q_A}{2} = \frac{0 + 30}{2} = 15 \mu C \quad \text{بعد ملامسة الكرة (C) مع الكرة (A) نحصل على :}$$

$$q_C = q_B = \frac{q_C + q_B}{2} = \frac{15 + (-55)}{2} = -20 \mu C \quad \text{بعد ملامسة الكرة (C) مع الكرة (B) نحصل على :}$$

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

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



فقدان الكهرباء الساكنة عند انتقال الشحنات بعيد عن الجسم

التفريغ الكهربائي


جهاز يستخدم في الكشف عن الشحنة الكهربائية

الكشاف الكهربائي

(الالكتروسكوب)

طرق الشحن (طرق توليد الكهرباء الساكنة) :

- 1- الشحن بالدلك (الاحتكاك) : انتقال الإلكترونات من جسم مشحون إلى جسم آخر بالاحتكاك
- 2- الشحن بالتوصيل (اللمس) : انتقال الإلكترونات من جسم مشحون إلى جسم آخر بالتلامس المباشر
- 3- الشحن بالتأثير (الحث) : انتقال الإلكترونات إلى جزء من الجسم بسبب الشحنة الكهربائية لجسم آخر لا يلامسه

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

ماذا يحدث في الحالات الآتية مع ذكر السبب :

- 1- إذا فقدت الذرة عدد من الإلكترونات .
الحدث : تصبح الذرة أيون موجب
التفسير : عدد البروتونات الموجبة يصبح أكبر من عدد الإلكترونات السالبة
- 2- إذا اكتسبت الذرة عدد من الإلكترونات .
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 إلكترونات (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 إلكترونات (شحنات)
- 5- عند جمع جسمين يحمل أحدهما شحنة موجبة والآخر شحنة سالبة .
الحدث : يحدث انتقال الشحنات من الجسم السالب الشحنة إلى الجسم الموجب الشحنة
التفسير : لأن الجسم السالب الشحنة يحتوي على عدد إلكترونات (شحنات) أكثر
- 6- لورقتي الكشاف الكهربائي عندما يلمس قرص الكشاف جسماً مشحوناً .
الحدث : يحدث انفراج لورقتي الكشاف
التفسير : اللورقتان تصبغان 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 يأتي :

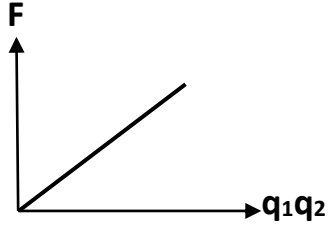
- 1- لا يمكن وجود شحنة كهربائية تعادل شحنة (10.5) أو (100.5) إلكترون .
لأن شحنة الإلكترون لا تتجزأ والشحنة الكهربائية هي مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون الواحد
- 2- الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من الذرة في المستويات الخارجية أقل من الطاقة اللازمة لنزعه من المستويات الداخلية
لأن ترابط الإلكترونات الخارجية بالنواتة ضعيف بينما ترابط الإلكترونات الداخلية بالنواتة أقوى
- 3- إلكترونات المطاط تكون أكثر ارتباطاً من إلكترونات من الفراء (الصوف) .
لأن إلكترونات المطاط تحتاج لطاقة أكبر لنزعه من الذرة بعكس إلكترونات الصوف تحتاج طاقة أقل

قانون كولوم

قانون كولوم

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

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



القوة الكهربائية ومقدار كل من الشحنتين الكهربائيتين

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

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

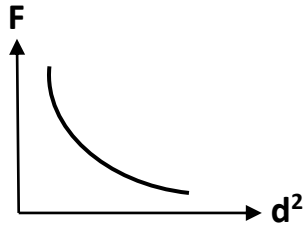
** (F) تمثل القوة الكهربائية ووحدة قياسها النيوتن (N)

** (K) تمثل ثابت كولوم ويتوقف على 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 الكهربائية و مربع المسافة بين الشحنتين

$$F = \frac{K q_1 q_2}{d^2} \quad \text{-1- لحساب القوة الكهربائية :}$$

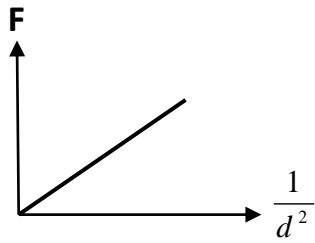
$$F = \frac{G m_1 m_2}{d^2} \quad \text{-2- لحساب قوة الجاذبية :}$$

-3- ثابت كولوم يساوي ($9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

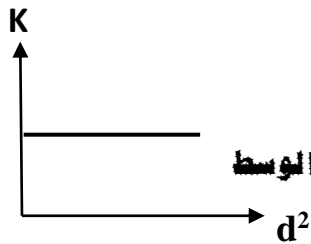
-4- ثابت الجذب العام يساوي ($6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{Kg}^2$)

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

ملاحظات :



القوة الكهربائية ومقلوب مربع المسافة بين الشحنتين



ثابت كولوم ومربع المسافة بين الشحنتين

** 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 الأولى تؤثر على

الشحنة الثانية بقوة (F) فإن الشحنة الثانية تؤثر على الشحنة الأولى بقوة F

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

** لديك قوتين (F_1) و (F_2) متعاكستين بالاتجاه فإن 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 إلى نصف قيمتهما .
تقل للربع
- 3- لقوة كهربائية إذا زادت كل من الشحنتين إلى مثلي قيمتهما وزيدت المسافة للمثلي .
تبقى كما هي (لا تتغير)
- 4- لقوة كهربائية إذا أستبدل إحدى الشحنتين مقدار كل منهما (+ q) بشحنة مقدارها (- q) .
تبقى كما هي (لا تتغير)

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

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

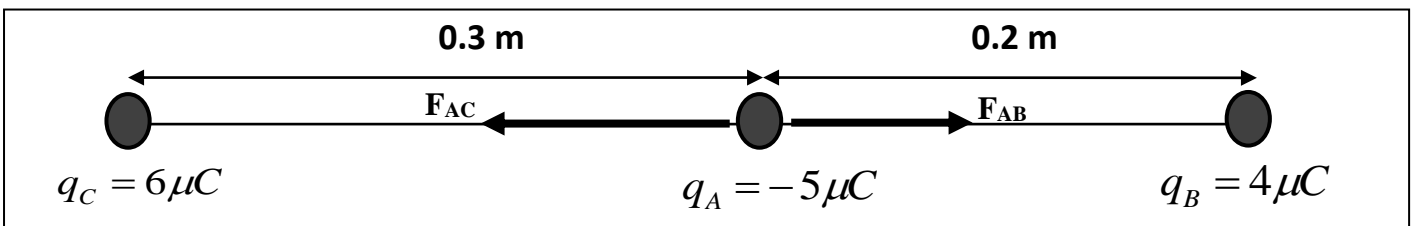
ب) قوة الجاذبية بينهما . حيث كتلتيهما تساوي (0.25 kg) و (0.1 kg) .

$$F = \frac{G m_1 m_2}{d^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 0.1 \times 0.25}{(0.5)^2} = 6.67 \times 10^{-3} \text{ N}$$

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

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

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



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

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

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

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

ج) القوة الكهربائية الكلية المؤثرة على الكرة (A) .

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

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

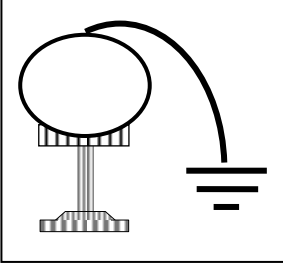
في الشكل مولد (فان دي جراف) مشحون يتصل بسلك موصل بالأرض .

نشاط

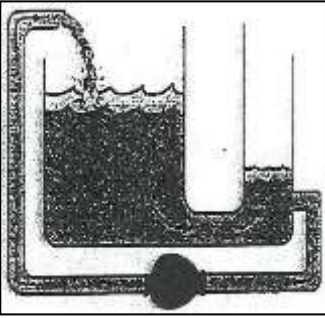
أ- الحدث : تتدفق الشحنات لفترة قصيرة ثم تتوقف

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

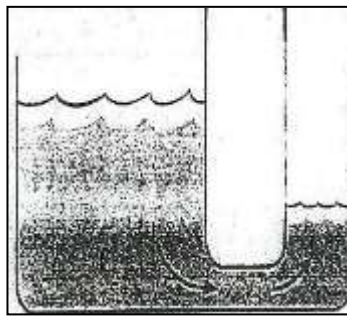
تتوقف الشحنات بسبب تساوي جهد المولد وجهد الأرض



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



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



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

* 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 الكهربائية .

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

التيار الكهربائي سريان الشحنات الكهربائية

علل :

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

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

إلكترونات التوصيل الإلكترونات التي تحمل الشحنات في الدائرة الكهربائية

** في العمود الكهربائي تتحول الطاقة الكيميائية إلى الطاقة الكهربائية

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

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

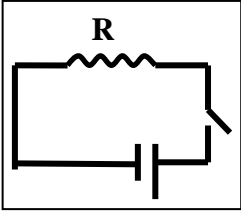
علل لما يأتي :

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

لأن البروتونات ثابتة وموجودة داخل نواة الذرة بينما الإلكترونات حرة الحركة

2- محصلة الشحنة الكهربائية المارة السلك في كل لحظة تساوي صفر .

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

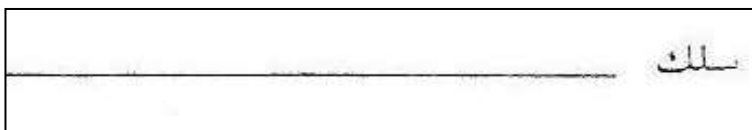
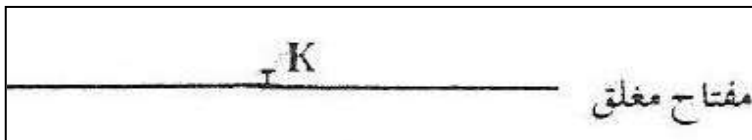
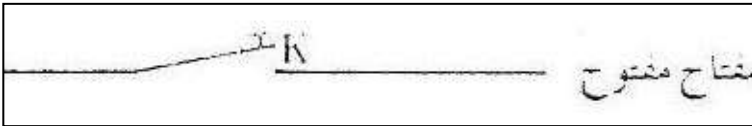
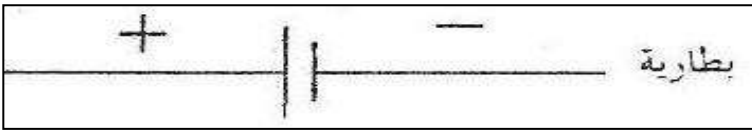
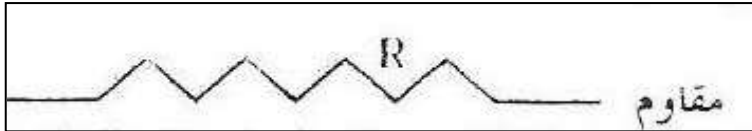


3- لا يمر تيار كهربائي في الدائرة الموضحة بالشكل .

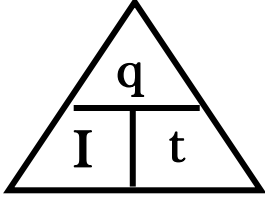
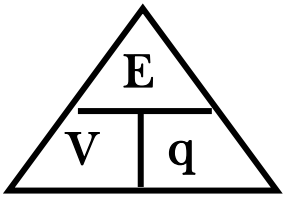
لأن الدائرة الكهربائية مفتوحة والتيار الكهربائي يسري في مسار مغلق

الرسوم التخطيطية



* سجل علي قطعة في الشكل الذي أمامك أسم القطعة :



تابع التيار الكهربائي ومصدر الجهد

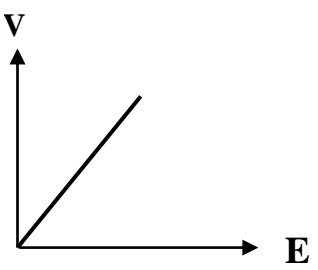
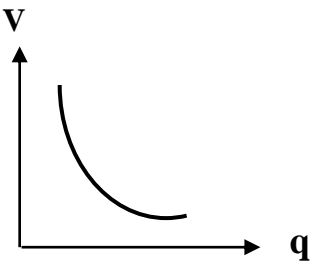
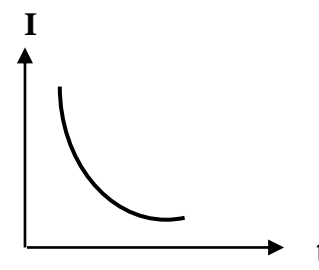
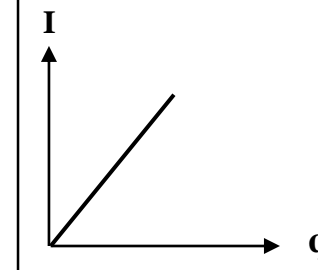
وجه المقارنة	شدة التيار (I)	فرق الجهد (V)
العلاقة المستخدمة	$I = \frac{q}{t}$ 	$V = \frac{E}{q}$ 
العوامل	كمية الشحنة الكهربائية - الزمن	الشغل المبذول - كمية الشحنة الكهربائية
التعريف	كمية الشحنة التي تمر خلال مقطع سلك في الثانية	الشغل المبذول (الطاقة) لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين
وحدة القياس	الأمبير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

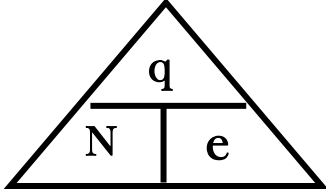
وجه المقارنة	الأمبير	الفولت
الرمز	A	V
المكافئ له بالوحدات الأخرى	C / S	J / C
التعريف	شدة التيار عند سريان شحنة (1 C) في الثانية	فرق الجهد عند بذل شغل (1 J) لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين

وجه المقارنة	الأميتر	الفولتميتر
الاستخدام	قياس شدة التيار	قياس فرق الجهد
طريقة التوصيل في الدائرة الكهربائية	يوصل على التوالي	يوصل على التوازي
الرمز في الدائرة الكهربائية		

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 الكهربائية المارة بالسلك	شدة التيار وكمية الشحنة المارة عند ثبات الزمن



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

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

القوة الدافعة الكهربائية الطاقة لكل شحنة واحد كولوم ناتجة عن حركة الإلكترونات بين نقطتين

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

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

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

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

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

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

مثال 2 : بطارية تبذل طاقة (270 J) على شحنة (30 C) في دائرة كهربائية . 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 ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$) . أحسب :
أ) كمية الشحنة المارة بالسلك .

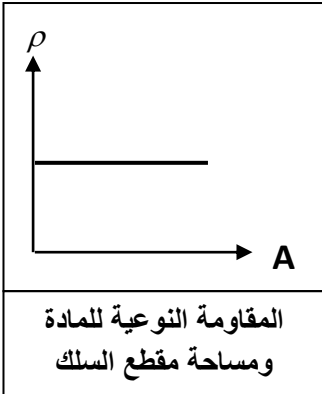
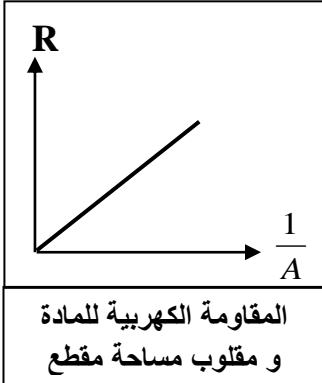
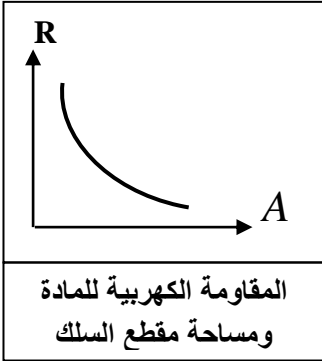
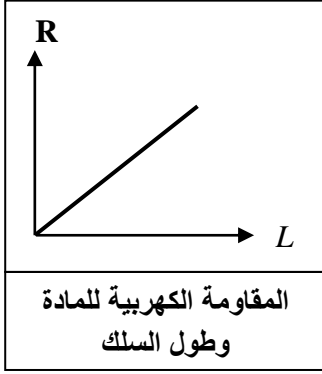
$$q = N \times e = 5 \times 10^{21} \times 1.6 \times 10^{-19} = 800 \text{ C}$$

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 وقانون أوم

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



العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربائية :

- 1- طول السلك (L) : تتناسب المقاومة الكهربائية طردياً مع طول السلك .
- 2- مساحة مقطع السلك (A) : تتناسب المقاومة الكهربائية عكسياً مع مساحة المقطع .
- 3- نوع مادة السلك : المقاومة الكهربائية تتوقف على نوع المادة
- 4- درجة الحرارة : المقاومة الكهربائية تتوقف على درجة الحرارة

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

حساب المقاومة الكهربائية

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

حساب المقاومة النوعية

علل لما يأتي :

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

لأن المقاومة الكهربائية لوصل تتناسب عكسياً مع مساحة مقطعه ونقل التصادمات مع الإلكترونات بزيادة المسافة بين الذرات

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

لأن المقاومة الكهربائية لوصل 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 الإلكترونات

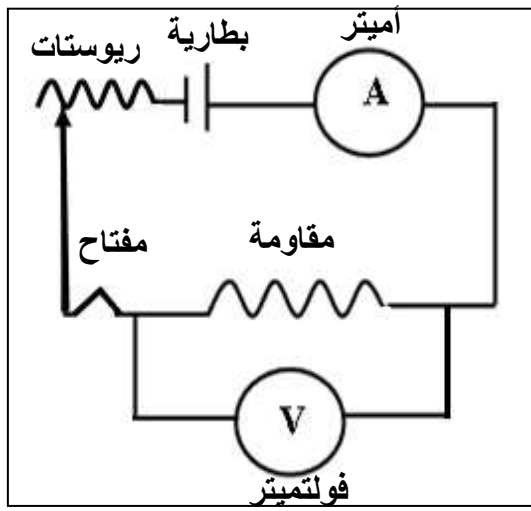
المواد فائقة التوصيل مواد مقاومتها صفر عند درجات الحرارة المنخفضة جداً

- 1- مقاومة ثابتة ويرمز لها بالرمز VVVVVV
- 2- مقاومة متغيرة (ريوستات) ويرمز لها بالرمز VVVVVV

أنواع المقاومات

جهاز يستخدم في قياس المقاومة الكهربائية ومعرفة تأثير المقاومة على التيار

الأوميتر



- ** سجل علي الدائرة الكهربائية التي أمامك أسم كل قطعة علي الرسم :
- ** تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم (Ω)
- ** تقاس المقاومة النوعية بوحدة أوم . متر ($\Omega . m$)
- ** 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 :

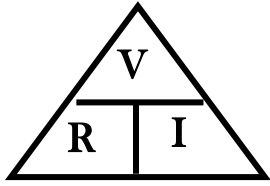
- 1- للمقاومة إذا زاد طول السلك إلي المثلثي .
المقاومة تزداد للمثلثي
- 2- للمقاومة إذا زادت مساحة مقطع السلك إلي المثلثي .
المقاومة تقل للنصف
- 3- للمقاومة النوعية إذا قلت مساحة المقطع لنصف ما كانت عليه .
المقاومة النوعية لا تتغير
- 4- لمقاومة موصل طوله (L) ومساحة مقطعه (A) ومقاومته (R) ثني من منتصفه 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 الإلكترونات بسبب تصادمها مع ذرات الفلز	مقاومة موصل طوله 1 متر ومساحة مقطعه 1 متر مربع
العوامل	1- طول السلك 2- مساحة مقطع السلك 3- نوع مادة السلك 4- درجة الحرارة	1- نوع مادة السلك 2- درجة الحرارة
وحدة القياس	الأوم (Ω)	أوم . متر ($\Omega . m$)
العلاقة الرياضية	$R = \frac{\rho L}{A}$	$\rho = \frac{RA}{L}$

قانون أوم

قانون أوم : فرق الجهد يتناسب طردياً مع شدة التيار المار في مقاومة ثابتة عند ثبات درجة الحرارة

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



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

** وحدة الأوم تكافئ V/A

ما المقصود : مقاومة موصل (15Ω) .

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

ماذا يحدث في الحالات الآتية :

- 1- لشدة التيار عند مضاعفة فرق الجهد .
يزداد التيار للضعف
- 2- لشدة التيار عند مضاعفة المقاومة الكهربائية .
يقبل التيار للنصف
- 3- للمقاومة الكهربائية عند مضاعفة فرق الجهد .
تبقى المقاومة ثابتة لأن المقاومة لا تتوقف على فرق الجهد وشدة التيار

المقاومات غير الأومية	المقاومات الأومية	وجه المقارنة
لا تحقق قانون أوم	تحقق قانون أوم	تحقيق قانون أوم
طردياً لا خطية	طردياً خطية	شكل العلاقة
<p>فرق الجهد بين طرفي مقاومة لا أومية وشدة التيار المار بها</p>	<p>فرق الجهد بين طرفي مقاومة أومية وشدة التيار المار بها</p>	العلاقة البيانية (فرق الجهد و شدة التيار)

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 الكهربائية .
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 ($1.6 \times 10^{-8} \Omega.m$) ومساحة مقطعه (3) mm^2 .

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

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

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

ب) أحسب فرق الجهد بين طرفي السلك عندما يمر به تيار 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 المار فيه (7 A) . أحسب :

أ) المقاومة الكهربائية للسلك .

$$R = \frac{V}{I} = \frac{210}{7} = 3 \Omega$$

ب) المقاومة النوعية لمادة السلك .

$$\rho = \frac{RA}{L} = \frac{3 \times (1 \times 10^{-4})}{500} = 6 \times 10^{-7} \Omega.m$$

الدرس (2- 3) : القدرة الكهربائية

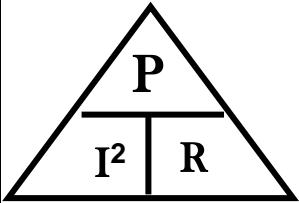
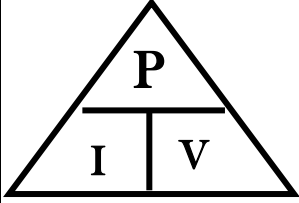
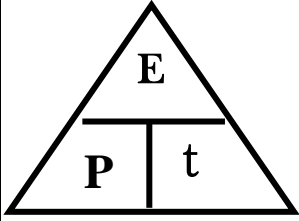
الشغل المبذول خلال وحدة الزمن

القدرة الميكانيكية

حاصل ضرب شدة التيار وفرق الجهد

القدرة الكهربائية

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



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

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

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

** تقاس القدرة الكهربائية بوحدة الواط (W) ويكافئ J/S

قدرة جهاز يستهلك طاقة (1 جول) في الثانية

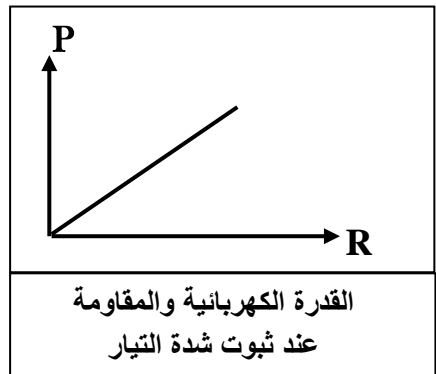
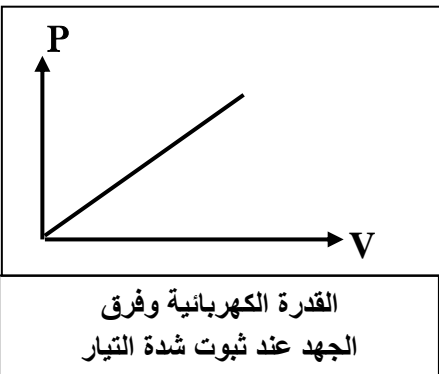
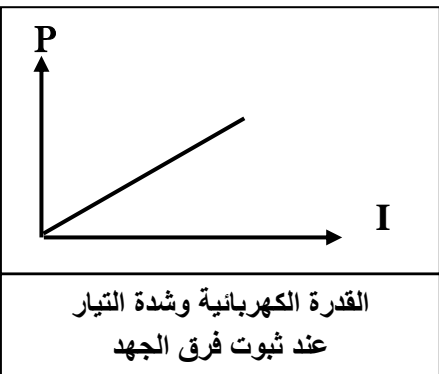
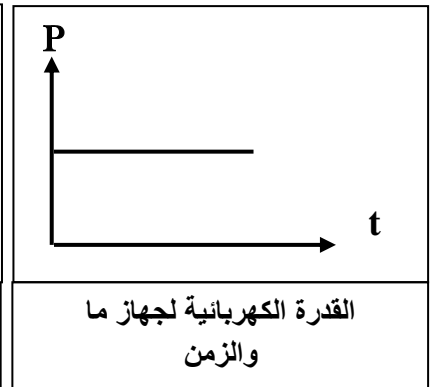
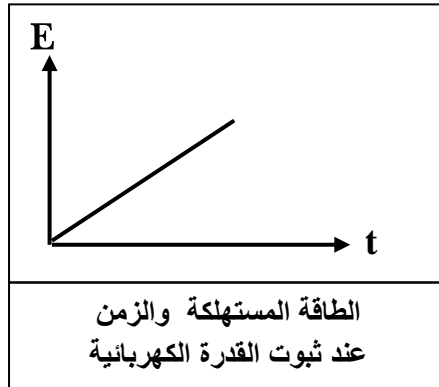
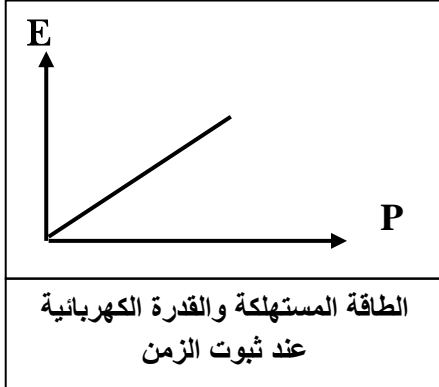
الواط

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



** 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 موصل 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 الكيلووات . ساعة (KW.h)**

**** الكيلووات . ساعة (KW.h) = 3600000 جول (J)**

ماذا يحدث في الحالات الآتية :

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

تزداد الطاقة الحرارية إلي أربعة أمثال

2- للطاقة الحرارية المتولدة في جهاز موصل علي فرق جهد ثابت عند زيادة شدة التيار إلي المثليين .

تزداد الطاقة الحرارية إلي المثلي

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

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 (بالكيلووات - ساعة) إذا استخدمت لنفس المدة .

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

هـ - أحسب سعر التكلفة الذي ستدفعه إذا كان سعر الكيلووات - ساعة يساوي (10 فلس) في هذه المدة .

$$\text{سعر التكلفة} = \text{الطاقة المصروفة} \times \text{سعر الكيلووات} = 10 \times 28.8 = 288 \text{ فلس}$$

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

أ- القدرة الكهربائية للمقاومة الأومية :

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

ب- الطاقة المستهلكة في (20 S) :

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

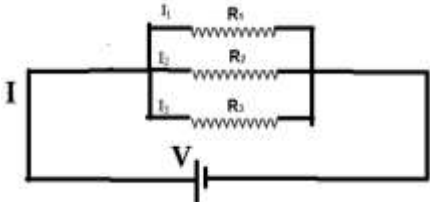
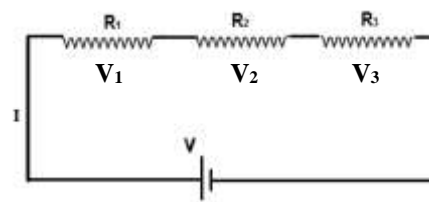
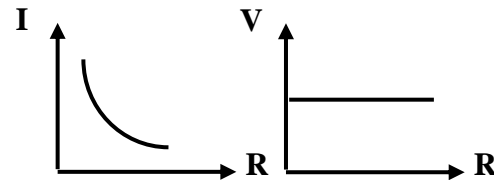
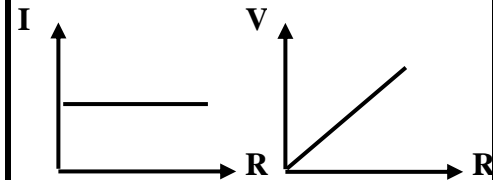
الدرس (2- 4) : الدوائر الكهربائية

مسار مغلق تناسب خلاله الإلكترونات

الدائرة الكهربائية

قيمة المقاومة المفردة التي تشكل نفس الحمل على البطارية

المقاومة المكافئة

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

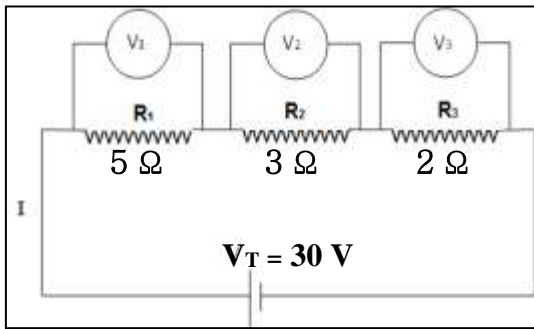
2- مجموع الجهود الواقعة عبر كل جهاز في الدائرة يكون مساوياً للجهد الكلي للمصدر في التوالي .

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

تابع الدوائر الكهربائية

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 الإلكترونات 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 وبين ذرات السلك
- 3- لإضاءة المصابيح موصلة على التوالي عند إضافة مصباح للدائرة .
تقل الإضاءة بسبب التيار الكلي يقل و تيار كل مصباح يقل
- 4- لإضاءة المصابيح موصلة على التوازي عند إضافة مصباح للدائرة .
تبقى الإضاءة ثابتة بسبب التيار الكلي يزداد ولكن يتوزع على عدد مصابيح أكبر ويبقى تيار كل مصباح ثابت



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 .

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

(ج) شدة التيار المار في المقاومة (R₁) .

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

(د) فرق الجهد في المقاومة (R₁) .

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

(هـ) القدرة المصروفة في المقاومة (R₂) .

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

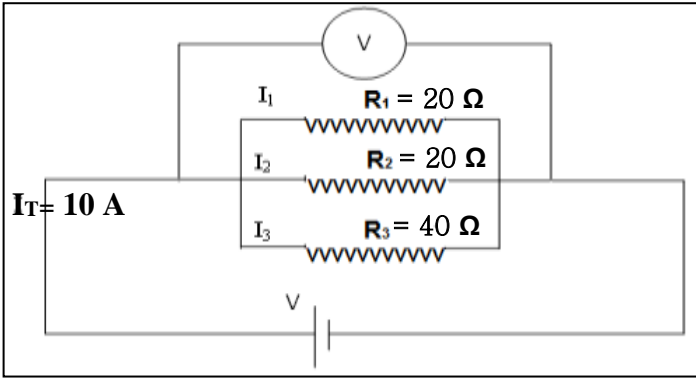
(و) الطاقة المصروفة في المقاومة (R₃) خلال (10) ثواني .

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

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

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

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 (R₁) .

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

د) شدة التيار المار في المقاومة (R₂) .

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

هـ) القدرة المصروفة في المقاومة (R₂) .

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

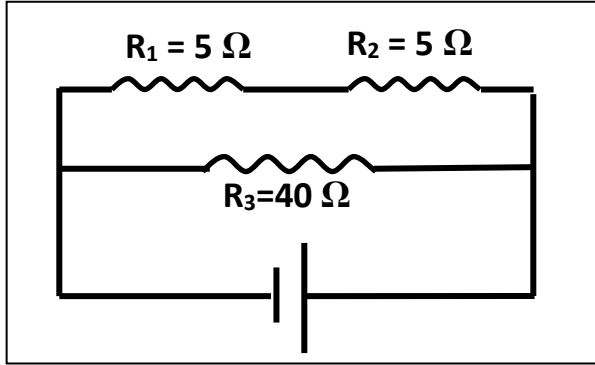
و) الطاقة المصروفة في الدائرة خلال دقيقة واحدة .

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

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) . احسب :

أ (المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات .



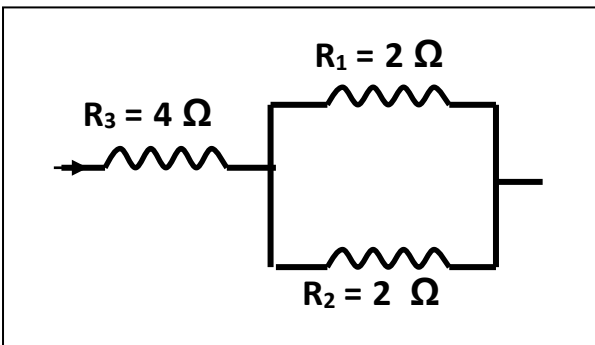
$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 5 + 5 = 10 \Omega$$

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

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

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

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


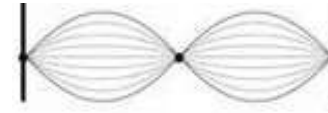
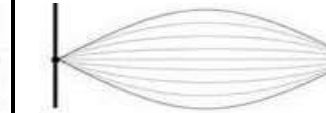
قوانين الصوت

$d = \frac{1}{2} V \cdot t$	المسافة في صدي للصوت
$\frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{V_1}{V_2}$	انكسار الصوت
$\Delta S = n\lambda$	فرق المسير في التداخل البنائي في الصوت
$\Delta S = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$	فرق المسير في التداخل الهدمي في الصوت

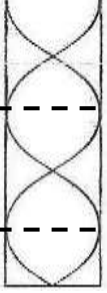
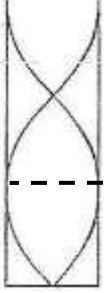
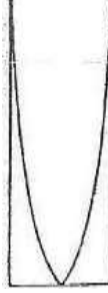
قوانين الأوتار المستعرضة

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

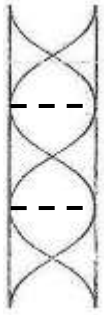
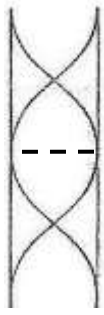
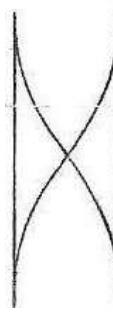
تابع قوانين الأوتار المستعرضة

التوافقية الثالثة	التوافقية الثانية	التوافقية الأولى (الأساسية)	نوع النغمة
			الشكل
$n = 3$	$n = 2$	$n = 1$	عدد القطاعات (نصف الموجة)
$L_3 = \frac{3}{2} \lambda$	$L_2 = 1\lambda$	$L_1 = \frac{1}{2} \lambda$	طول الوتر $L = \frac{n}{2} \lambda$
$\lambda = \frac{2}{3} \times L_3$	$\lambda = 1L_2$	$\lambda = 2L_1$	الطول الموجي $\lambda = \frac{2}{n} L$
$f_3 = 3f_1$	$f_2 = 2f_1$	f_1	التردد (f)

قوانين الأعمدة الهوائية المغلقة

الرنين الثالث	الرنين الثاني	الرنين الأول	رتبة الرنين (عدد العقد)
			الشكل
$n = 5$	$n = 3$	$n = 1$	عدد نصف القطاعات (ربع الموجة)
$L_3 = \frac{5}{4} \lambda$	$L_2 = \frac{3}{4} \lambda$	$L_1 = \frac{1}{4} \lambda$	طول العمود $L = \frac{n}{4} \lambda$
$\lambda = \frac{4}{5} L_3$	$\lambda = \frac{4}{3} L_2$	$\lambda = 4L_1$	الطول الموجي $\lambda = \frac{4}{n} L$
$f_3 = \frac{5V}{4L}$	$f_2 = \frac{3V}{4L}$	$f_1 = \frac{1V}{4L}$	تردد النغمة $f = \frac{nV}{4L}$

قوانين الأعمدة الهوائية المفتوحة

الرنين الثالث	الرنين الثاني	الرنين الأول	رتبة الرنين (عدد العقد)
			الشكل
$n = 3$	$n = 2$	$n = 1$	عدد القطاعات (نصف الموجة)
$L_3 = \frac{3}{2} \lambda$	$L_2 = 1\lambda$	$L_1 = \frac{1}{2} \lambda$	طول العمود $L = \frac{n}{2} \lambda$
$\lambda = \frac{2}{3} L_3$	$\lambda = 1L_2$	$\lambda = 2L_1$	الطول الموجي $\lambda = \frac{2}{n} L$
$f_3 = \frac{3V}{2L}$	$f_2 = \frac{V}{L}$	$f_1 = \frac{1V}{2L}$	تردد النغمة $f = \frac{nV}{2L}$

قوانين الكهربائية الساكنة و التيار المستمر

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

قوانين التوصيل علي التوالي و التوازي

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

الاستنتاجات في المنهج

<p>2- حساب القدرة الكهربائية بدلالة شدة التيار وفرق الجهد</p> $* P = \frac{E}{t}$ $* P = \frac{Vq}{t}$ $* P = \frac{VI t}{t}$ $* P = VI$	<p>1- حساب تردد النغمة الصادرة من الوتر المهتز</p> $* V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ $* \lambda = \frac{2L}{n}$ $* f = \frac{V}{\lambda}$ $* f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$
<p>4- حساب قانون الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية</p> $* E = Pt$ $* P = I^2 R$ $* E = I^2 R t$	<p>3- حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة في جهاز</p> $* E = Pt$ $* P = IV$ $* E = IV t$