

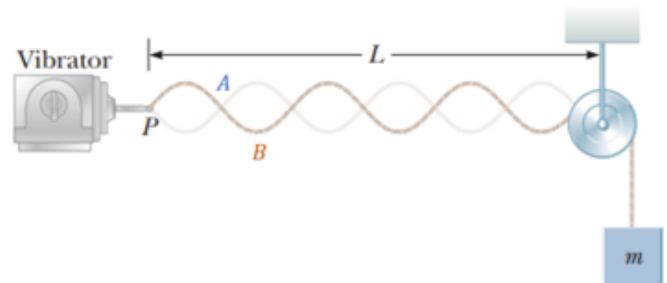
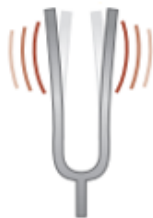
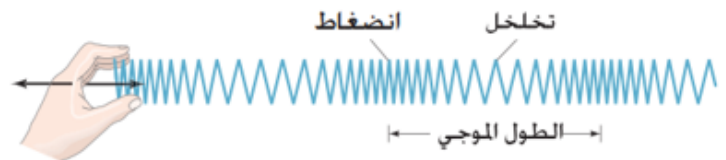
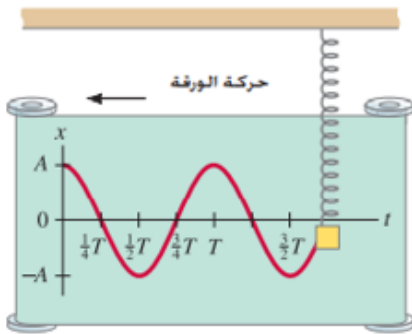
الصف العاشر

الكتاب الثاني

نموذج إجابة

الميسر في الفيزياء

2024-2025



إعداد مدرس الفيزياء: محمد سعيد السكاف

الوحدة الثالثة

الاهتزاز والموجات

الموجات والصوت

Waves and Sound

الفصل الأول



المقدمة : معظم الأشياء من حولنا تتذبذب و تهتز حتى الأشياء الصغيرة جدا مثل جزيئات المادة

الموجة : هي انتقال الحركة الاهتزازية عبر جزيئات الوسط

الموجة تنتشر في وسط ما حيث تنتقل من مكان لآخر

اجب عن الأسئلة التالية

1- صف ماذا يحدث إذا رميت حجرا أو (قطرة ماء) في بركة ماء

تتشكل دوائر عند نقطة ملامسة الحجر للسطح ثم تتسع الدوائر تدريجيا و تنتشر في اتجاه جوانب البركة

2- هل تنتقل جزيئات الماء؟ لا تنتقل

3- ما الذي ينتقل؟ الطاقة

ماذا تستنتج؟ في الحركة الموجية تنتقل الطاقة دون انتقال جزيئات المادة

الحركة التوافقية البسيطة

Simple Harmonic Motion

الدرس 1-1

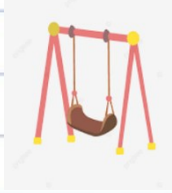
اجب على الأسئلة المدرجة في الجدول لتالي :

حركة كتلة معلقة بنابض	حركة البندول	حركة الأرض حول الشمس	
نعم	نعم	نعم	هل الجسم يكرر حركته خلال فترات زمنية متساوية
نعم	نعم	لا	هل يوجد موضع اتزان
نعم	نعم	لا	هل توجد قوة ارجاع
نعم	فقط من أجل الساعات الصغيرة	لا توجد قوة ارجاع	هل تتناسب قوة الارجاع طرديا مع الازاحة

الحركة الدورية: هي الحركة التي تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية

الحركة الاهتزازية: هي الحركة التي يعملها الجسم حول موضع اتزانه بحيث يمر من موضع الاتزان مرتين متتاليتين باتجاهين متعاكسين

الحركة الاهتزازية التي تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية تسمى بالحركة الدورية



ماهي نوع الحركة في

أ- حركة أوتار الآلات الموسيقية

حركة اهتزازية

حركة أرجوحة الأطفال

حركة اهتزازية

سؤال : كل حركة اهتزازية هي حركة دورية فهل العكس صحيح؟

لا

1. الحركة التوافقية البسيطة

نشاط : نأخذ جسما كتلته (m) نربطه بنهاية نابض أفقي ليحرك

على سطح أفقي أملس كما في الشكل المجاور عندما نقوم بشد الكتلة

بقوة (F) فإنها تتحرك مبتعدة عن موضع الاتزان ويستطيل النابض مسافة (x) ماذا

يحدث عندما نترك الكتلة

الحدث: يتحرك النظام (جسم - نابض) حركة توافقية بسيطة

التفسير : بسبب وجود قوة الارجاع التي تتناسب طرديا مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه

نلاحظ أن: الحركة تتكرر في فترات زمنية متساوية وتستمر في غياب قوة الاحتكاك وأما

سبب هذه الحركة الاهتزازية هي قوة الارجاع

قوة الارجاع: هي القوة التي تعيد الجسم المهتز إلى موضع الاتزان

عدد صفات قوة الإرجاع

1- تعيد الجسم إلى موضع الاتزان

2- تتجه دائما نحو موضع الاتزان

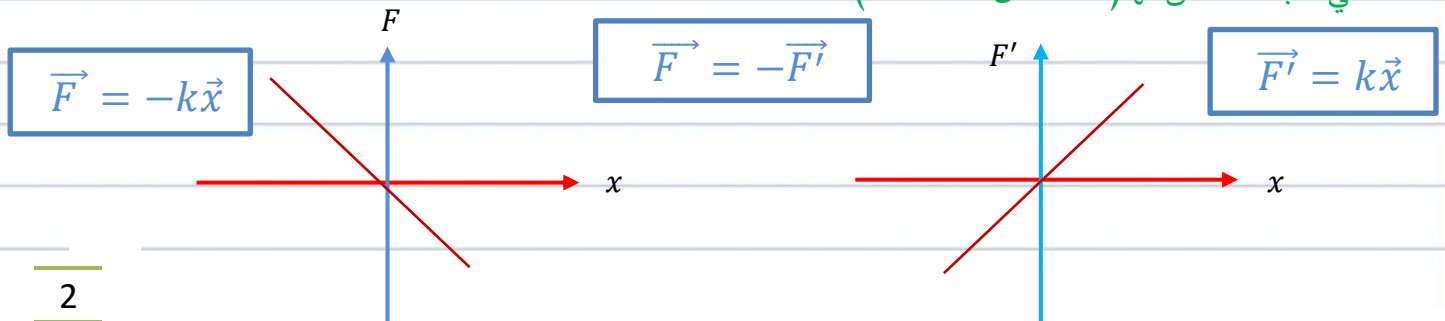
3- تساوي القوة المسببة للاستطالة لكن تعاكسها بالاتجاه

4- تتناسب طرديا مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه

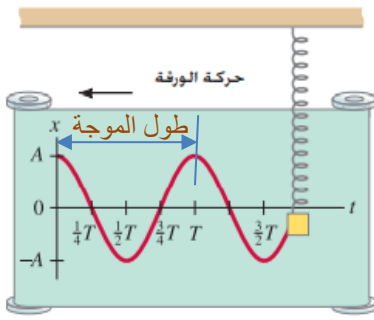
5- تسبب الحركة الاهتزازية للجسم

الحركة التوافقية البسيطة: حركة اهتزازية تتناسب فيها القوة المعيدة (قوة الإرجاع) طرديا مع الإزاحة الحادثة للجسم وتكون

دائما في اتجاه معاكس لها(عند اهمال الاحتكاك)



تمثيل الحركة التوافقية البسيطة بيانيا



نشاط: اربط كتلة مثبت عليها قلم بنابض معلق بشكل رأسي بحيث أن القلم الموجود في الكتلة قادر على تكوين رسم بياني على ورقة موضوعة بالقرب من النظام ويمكن سحبها بشكل أفقي وبسرعة ثابتة

الملاحظة: يرسم القلم على الورقة رسماً بيانياً للعلاقة بين المسافة والزمن يتخذ منحنى جيبي بسيط

الاستنتاج: الحركة التوافقية البسيطة هي الحركة التي تمثل بمنحنى جيبي بسيط

1.1 خصائص الحركة التوافقية البسيطة

السعة (A): هي نصف المسافة التي تفصل بين أبعد نقطتين يصل إليهما الجسم المهتز (أكبر إزاحة للجسم بعيد عن موضع سكونه (اتزانه))

التردد (f): عدد الاهتزازات الكاملة الحادثة في الثانية الواحدة ويقاس بحسب

النظام الدولي (SI) بوحدة الهرتز

ما هي الوحدة التي تكافئ الهرتز؟ (s^{-1})

الزمن الدوري (T): هو زمن دورة كاملة ويقاس بحسب النظام الدولي (SI) بوحدة الثانية

الزمن الدوري مقلوب التردد والعكس صحيح

السرعة الزاوية (ω): مقدار الزاوية التي يمسحها نصف القطر في الثانية الواحدة وتقاس بوحدة (rad/s) ويمكن حسابها من العلاقة:

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

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

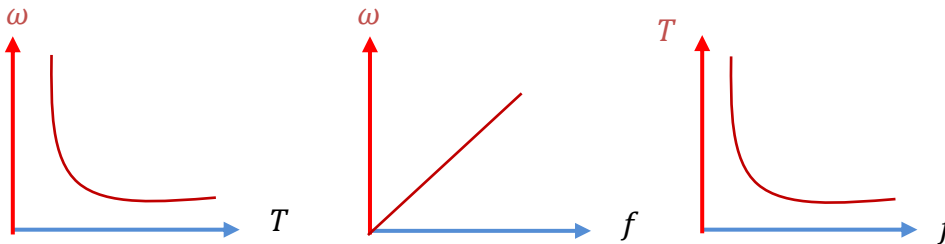
$$f = \frac{1}{T} \leftrightarrow T = \frac{1}{f}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$\omega = 2\pi f$$

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

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن العلاقات الرياضية المعبرة عن تغير كلا من المذكور على محاور الإحداثيات بثبات باقي العوامل



السرعة الزاوية والزمن الدوري

السرعة الزاوية والتردد

الزمن الدوري والتردد

حل التمارين التالية

1- جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة تردده 20 Hz احسب زمنه الدوري

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ s}$$

2- إذا كان الزمن الدوري لجسم يتحرك حركة اهتزازية 0.25 s احسب تردد الحركة

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ Hz}$$

3- جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة تردده 50 Hz احسب سرعته الزاوية

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi \text{ rad/s}$$

المسألة الأولى: جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة فيعمل (20) اهتزازة خلال عشر ثوان المطلوب احسب

1. الزمن الدوري

$$T = \frac{t}{N} = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ s}$$

2. التردد

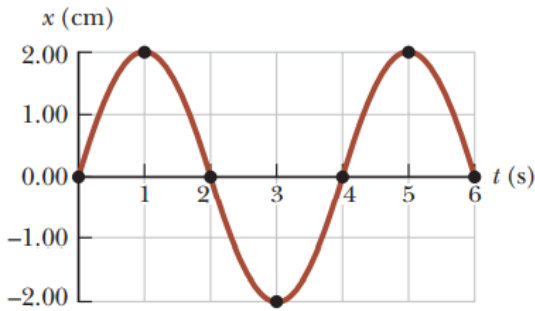
$$f = \frac{N}{t} = \frac{20}{10} = 2 \text{ Hz}$$

3. السرعة الزاوية

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 2 = 4\pi \text{ rad/s}$$

المسألة الثانية: جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة فإذا مثلت الحركة بهذا

المنحنى في الشكل المجاور فمن خلال المعطيات المدونة عليه أوجد

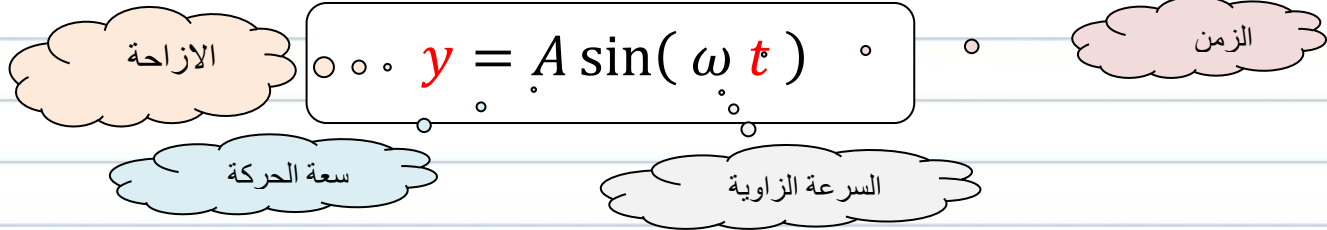


1- سعة الحركة $A = 2 \text{ cm}$

2- الزمن الدوري $T = \frac{t}{N} = \frac{6}{1.5} = 4 \text{ s}$

3- السرعة الزاوية $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$

معادلة الإزاحة في الحركة التوافقية البسيطة



مثال (1): يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وتعطى معادلة إزاحته بالعلاقة التالية : $y = 15 \sin(10t)$

حيث الأبعاد بوحدة (cm) والأزمنة بوحدة (s) والزوايا بوحدة (rad) والمطلوب

1. السعة $A = 15 \text{ cm}$

2. السرعة الزاوية $\omega = 10 \text{ rad/s}$

3. التردد $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10}{2\pi} = 1.59 \text{ Hz}$

4. إزاحة الجسم بعد نصف ثانية $y = 15 \sin(10t) = 15 \sin(10 \times 0.5) = -14.38 \text{ cm}$

مثال (2): يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وتعطى معادلة إزاحته بالعلاقة التالية : $y = 10 \sin(4\pi t)$

حيث الأبعاد بوحدة (cm) والأزمنة بوحدة (s) والزوايا بوحدة (rad) والمطلوب

1- السعة $A = 10 \text{ cm}$

2- التردد $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4\pi}{2\pi} = 2 \text{ Hz}$

3- الزمن الدوري

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ s}$$

الزمن الدوري لكتلة مثبتة في نابض

يمكن حساب الزمن الدوري لنابض من العلاقتين

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

الكتلة

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

ثابت هوك

الزمن الدوري لنابض

سؤال : عدد العوامل التي يتوقف عليها الزمن الدوري لكتلة معلقة بنابض

1- كتلة الجسم

2- ثابت مرونة النابض (ثابت هوك)

حل التمارين التالية

1- نابض مرن حلقاته متباعدة ثابت شده $k = (100) N/m$ علقت به كتلة مقدارها

$(400)g$ احسب زمنه الدوري

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.4}{100}} = 0.39 s$$

2- من خلال المعطيات المدونة على الشكل وإذا علمت أن الزمن الدوري للنابض

يساوي $2s$ احسب ثابت شد النابض

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 2 = 2\pi \sqrt{\frac{4}{k}} \Rightarrow k = 39.47 N/m$$

ملاحظات مهمة جدا

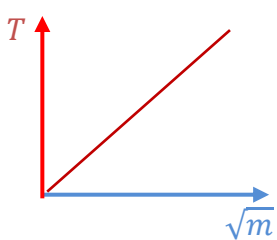
1- الزمن الدوري لكتلة مهتزة معلقة في نابض

أ- لا يتوقف على **سعة الحركة** (سعة الاهتزازة)

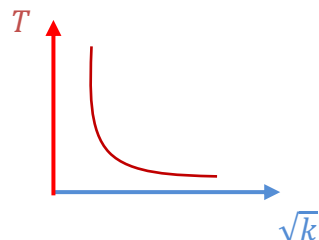
ب- يتناسب طرديا مع **الجذر التربيعي** للكتلة و يزداد بزيادة الكتلة

ت- يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لثابت مرونة للنابض

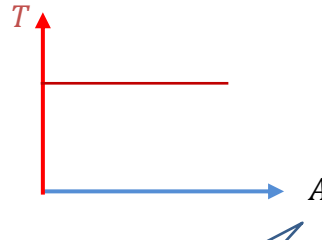
ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير الزمن الدوري لكتلة مهتزة معلقة بنابض مع كلا من المذكور على المحاور بثبات باقي العوامل



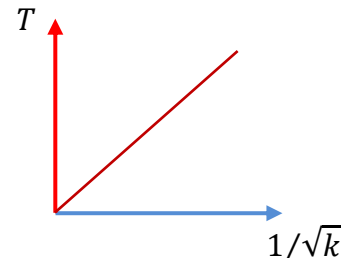
الجذر التربيعي لمقدار الكتلة



الجذر التربيعي لثابت النابض



سعة الحركة



مقلوب الجذر التربيعي لثابت النابض

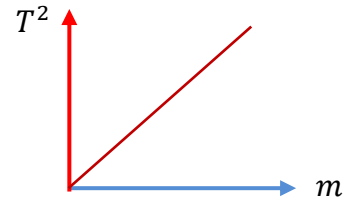
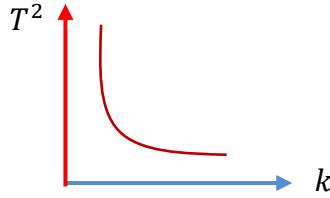
2- مربع الزمن الدوري يتناسب

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$$

أ- طرديا مع كتلة الجسم بثبات ثابت مرونة النابض

ب- عكسيا مع ثابت مرونة النابض بثبات الكتلة

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير مربع الزمن الدوري لكتلة مهتزة معلقة بنابض مع كلا من المذكور على المحاور بثبات باقي العوامل



$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

3- ما ينطبق على الزمن الدوري ينطبق بشكل معاكس على التردد حيث التردد يعطى بالعلاقة

سؤال : جسم كتلته (m) معلقة بنابض ثابت شده (k) يتحرك حركة توافقية بسيطة زمنه الدوري (T) ماذا يحدث للزمن

الدوري لجملة كتلة معلقة بنابض في الحالات التالية

أ- علقتنا في النابض كتلة مقدارها أربع أمثال الكتلة في الحالة الأولى

الحدث : يزداد للمثلين

التفسير : لأن الزمن الدوري يتناسب طرديا مع الجذر التربيعي لكتلة الجسم

ب- إذا زدنا ثابت شد النابض أربع أمثال ما كان عليه دون تغير الكتلة المعلقة

الحدث : يقل للنصف

التفسير : لأن الزمن الدوري يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لثابت شد النابض

ت- إذا زدنا سعة الاهتزازة دون تغير الكتلة المعلقة أو ثابت شد النابض

الحدث : لا يتغير

التفسير : لعدم وجود علاقة بينهما

قارن بين الزمن الدوري والتردد لنظام مهتز مكون من كتلة ونابض

التردد	الزمن الدوري	من حيث
يقل	يزداد	أثر زيادة كتلة الثقل المعلق
يزداد	يقل	أثر زيادة قيمة ثابت شد النابض
لا يتغير	لا يتغير	أثر زيادة سعة الاهتزازة

حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: نابض من حلقاته متباعدة ثابت مرونته 40 N/m علقت به كتلة مجهولة سحببت الكتلة مسافة ثم تركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة فأنجزت (10) اهتزازات خلال 12 s (12) أحسب :

$$T = \frac{t}{N} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ s}$$

1. الزمن الدوري

2. مقدار الكتلة المعلقة

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 1.2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{40}} \Rightarrow m = 1.45 \text{ Kg}$$

المسألة الثانية : كتلة مقدارها 0.25 kg متصلة مع نابض ثابت القوة له 25 N/m ، فإذا سحببت مسافة 8 cm يمين موضع الاتزان وتركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة على السطح الأملس. أحسب :

1- الزمن الدوري

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.25}{25}} = 0.628 \text{ s}$$

2- تردد الحركة

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.628} = 1.59 \text{ Hz}$$

3- السرعة الزاوية

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 1.59 = 10 \text{ rad/s}$$

4- مقدار قوة الارجاع العظمى

$$F = KA = 25 \times 0.08 = 2 \text{ N}$$

المسألة الثالثة : نابض من حلقاته متباعدة علقت به كتلة مقدارها 4 Kg سحببت الكتلة مسافة ثم تركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة فأنجزت (5) اهتزازات خلال عشر ثوان أحسب :

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

1. الزمن الدوري

2. السرعة الزاوية

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

3. ثابت شد النابض

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 2 = 2\pi \sqrt{\frac{4}{k}} \Rightarrow k = 39.47 \text{ N/m}$$

المسألة الرابعة

علق جسم كتلته 200 g بنابض معلق رأسيًا وحينما اترن الجسم سحب ثم ترك ليتهتز فأكمل (40) اهتزازة خلال (4) ثوان إذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية تساوي $g = 10 \text{ m/s}^2$ أحسب

1. تردد النابض

$$f = \frac{N}{t} = \frac{40}{4} = 10 \text{ Hz}$$

2. الزمن الدوري للنابض

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ s}$$

1.3 تطبيقات عملية على الحركة التوافقية البسيطة

البندول البسيط: عبارة عن ثقل معلق في نهاية خيط مهمل الوزن وغير قابل للتمدد طوله (L) ويكون الطرف الآخر مثبت بنقطة ثابتة

ماذا يحدث عندما نحرك الثقل حركة بسيطة لا تبعد كثيرا عن موضع الاتزان ثم نتركه بدون سرعة ابتدائية

الحدث: يتحرك حركة اهتزازية

التفسير : بسبب وجود قوة الارجاع التي تتجه دائما إلى موضع الاتزان

اذكر العلاقة الرياضية التي تعطي قوة الارجاع في البندول

$$F = -mg \sin \theta$$

هل تعتبر حركة البندول حركة توافقية بسيطة دائما ؟

لا هي حركة اهتزازية وتعتبر حركة توافقية بسيطة فقط من أجل الساعات الأقل من عشر درجات

هل لقوة شد الخيط أثر في ارجاع الكرة إلى موضع الاتزان ولماذا؟

لا لأنها عمودية على الازاحة

نشاط توضيحي: اربط ثقلاً في نهاية خيط طوله حوالي m (1) حرك الخيط ذهاباً وإياباً تحصل على بندول بسيط المطلوب:

1. احسب زمن (10) ذبذبات كاملة واحسب الزمن الدوري.

2. كرر باحتساب زمن (20) ذبذبة كاملة واحسب الزمن الدوري.

ماذا تلاحظ: الزمن الدوري لا يتغير

3. زد طول الخيط واحسب الزمن الدوري

ماذا تلاحظ: يزداد

4. أضف ثقلاً جديداً إلى الثقل الأصلي للبندول من دون تغيير طول خيط البندول وأحسب

الزمن الدوري

ماذا تلاحظ: لا يتغير

5. زد سعة الاهتزازة بما لا يتجاوز (10°)

ماذا تلاحظ: لا يتغير

6. زد سعة الاهتزازة بما يتجاوز (10°)

ماذا تلاحظ: يزداد

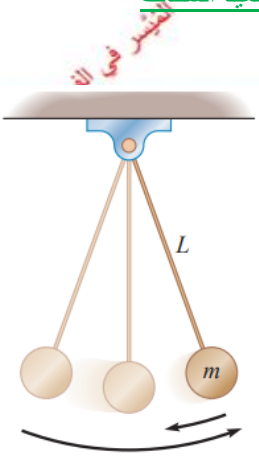
الاستنتاج :

الزمن الدوري للبندول الذي يتحرك حركة توافقية بسيطة يتوقف على طول خيط البندول ولا

يتوقف على السعة أو كتلة الثقل المعلق

ملاحظة ما يحدث للتردد في الحالات السابقة عكس ما يحدث للزمن الدوري

نتيجة : يمكن حساب الزمن الدوري للبندول البسيط من خلال :



الزمن الدوري لبندول
يتحرك حركة توافقية بسيطة

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

طول الخيط

عجلة الجاذبية

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

سؤال : عدد العوامل التي يتوقف عليها الزمن الدوري لبندول يتحرك حركة توافقية بسيطة :

1- طول خيط البندول

2- عجلة الجاذبية

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تعتبر حركة البندول البسيط حركة توافقية بسيطة من أجل الساعات الصغيرة الأقل من (10°)

لأنه في هذه الحالة تكون قوة الارجاع تتناسب طرديا مع الازاحة وتعاكسها بالاتجاه

2- عندما يمر ثقل البندول المهتز بموضع اتزانها فإنه لا يسكن.

لأنه يملك طاقة حركية عظمى وبالتالي يستمر بحركته بفعل القصور الذاتي

3- تردد بندول بسيط يهتز على سطح الأرض أكبر من تردد نفس البندول عندما يهتز على سطح القمر

لأن التردد يتناسب طرديا مع الجذر التربيعي لعجلة الجاذبية وبما ان عجلة الجاذبية على الأرض أكبر من عجلة الجاذبية على القمر فيكون تردد الحركة على سطح الأرض أكبر

4- اختلاف الزمن الدوري لبندول بسيط عند نقله من سطح الأرض إلى قمة جبل رغم ثبات طول خيطه

لأن الزمن الدوري يتوقف على عجلة الجاذبية وعجلة الجاذبية تختلف قيمتها من سطح الأرض إلى قمة الجبل فيختلف الزمن الدوري

ملاحظات هامة

1- الزمن الدوري للبندول البسيط الذي يتحرك حركة توافقية بسيطة :

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

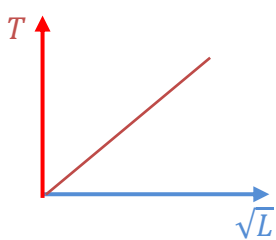
ث- لا يتوقف على سعة الحركة (سعة الاهتزاز) ولا يتوقف على الكتلة المعلقة بالخيط

ج- يتناسب طرديا مع الجذر التربيعي لطول الخيط ويزداد بزيادة طوله

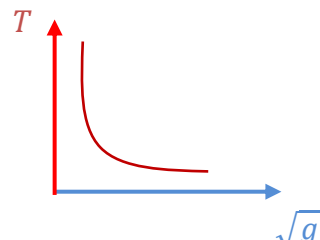
ح- يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لعجلة الجاذبية

خ- يتغير بتغير المكان و عجلة الجاذبية على الأرض تساوي ستة أمثال عجلة الجاذبية على القمر

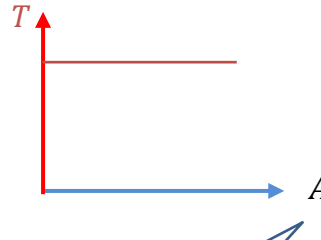
ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير الزمن الدوري لبندول يتحرك حركة توافقية بسيطة مع كلا من المذكور على المحاور



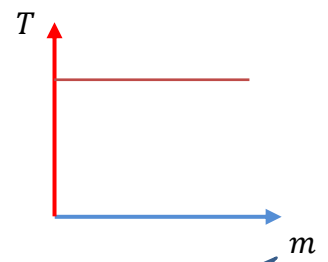
الجذر التربيعي لطول الخيط



الجذر التربيعي لعجلة الجاذبية



سعة الحركة

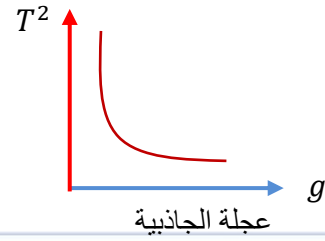
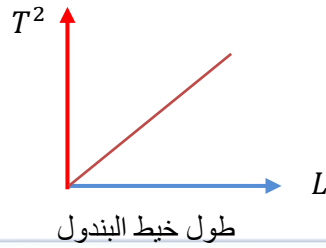


الكتلة

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

2- مربع الزمن الدوري للبندول البسيط يتناسب طرديا مع طول خيط البندول في المكان الواحد

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير مربع الزمن الدوري لبندول يتحرك حركة توافقية بسيطة مع كلا من المذكور على المحاور



3- الزمن الدوري للبندول عندما يكون على سطح القمر أكبر من الزمن الدوري للبندول عندما يتواجد على سطح الأرض

4- يمكن استخدام البندول كأداة لحساب عجلة الجاذبية الأرضية

5- ما ينطبق على الزمن الدوري ينطبق بشكل معاكس على التردد حيث التردد يعطى بالعلاقة

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

قارن بين الزمن الدوري والتردد لبندول يهتز

من حيث	الزمن الدوري	التردد
أثر زيادة كتلة الثقل المعلق	لا يتغير	لا يتغير
أثر زيادة طول خيط البندول	يزداد	يقل
أثر زيادة سعة الاهتزاز بما يتجاوز (10°)	لا يتغير	لا يتغير

قارن بين الزمن الدوري لبندول يتحرك حركة توافقية بسيطة و الزمن الدوري لكتلة مهتزة معلقة بنابض

وجه المقارنة	الزمن الدوري لبندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة	الزمن الدوري لنابض مهتز
أثر زيادة سعة الاهتزاز	لا يتغير	لا يتغير
اثر زيادة الكتلة المعلقة	لا يتغير	يزداد

حل المسائل التالية :

المسألة الاولى: بندول بسيط طول خيطه $m(1)$ ومقدار الكتلة المعلقة في الطرف الحر منه $g(100)$ ازيح عن موضع

اتزانه (10°) ثم ترك ليهتز حول موضع اتزانه إذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية تساوي $g = 10 \text{ m/s}^2$

المطلوب :

1- الزمن الدوري للبندول

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

2- تردد البندول

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ Hz}$$

3- قوة الارجاع عندما تكون الازاحة (5°+)

$$.F = -mg \sin \theta = -0.1 \times 10 \sin 5 = -0.087 \text{ N}$$

$$.F = -mg \sin \theta = -0.1 \times 10 \sin 10 = -.0173 \text{ N}$$

4- قوة الارجاع العظمى

المسألة الثانية: بندول بسيط طول خيطه (L) و مقدار الكتلة المعلقة في الطرف الحر منه $g(50)$ أزيح عن موضع اتزانه (8°) ثم ترك ليتهتز حول موضع اتزانه فأنجز (5) اهتزازات خلال عشر ثوان إذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية تساوي $g = 10 \text{ m/s}^2$ المطلوب:

1- الزمن الدوري للبندول

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

2- تردد البندول

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ Hz}$$

3- السرعة الزاوية

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

4- طول خيط البندول

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{10}} \Rightarrow L = 1 \text{ m}$$

مراجعة الدرس 1-1

أولاً - عرّف المصطلحات التالية:

الحركة التوافقية البسيطة - سعة الإهتزازة - التردد - الزمن الدوري

ثانياً - احسب الزمن الدوري لجسم يهتز بتردد 100 Hz .

ثالثاً - بندول بسيط طول خيطه 1 m وكتلة كرتة $g(50)$ ، احسب:

(أ) الزمن الدوري لحركة البندول

(ب) الزمن الدوري للبندول إذا زادت كتلة الكرة إلى المثلين

(ج) الزمن الدوري للبندول إذا وُضع على كوكب آخر عجلة جاذبيته

خمسة أمثال عجلة جاذبية الأرض

رابعاً - علّق جسم كتلته $g(200)$ بنابض ثابت القوة لمرونته

$k = 100 \text{ N/m}$. سحب الجسم رأسياً لأسفل مسافة 10 cm عن

موضع اتزانه وتُرك ليتحرك حركة توافقية بسيطة. احسب الزمن

الدوري لهذه الحركة.

خامساً - إذا أُعطيت استخدامهم من كرة معدنية وخيطاً رفيعاً وساعة

إيقاف، اشرح كيف يُمكنك حساب عجلة الجاذبية الأرضية.

سادساً - علّقت كتلة غير معلومة بنابض ثابت مرونته 200 N/m

وتُركت لتهتز بحركة توافقية بسيطة. احسب مقدار هذه الكتلة إذا

كان التردد يُساوي 6 Hz .

معلومات هامة

- 1- تصلنا معظم المعلومات على شكل موجات تنقل الطاقة من المصدر المهتز إلى المستقبل البعيد
 - 2- تنتقل المادة دون انتقال الطاقة
 - 3- الصوت عبارة عن طاقة تصل إلى آذاننا على شكل موجات ميكانيكية
 - 4- الضوء والاشارات التي تستقبلها أجهزة الراديو والتلفاز عبارة عن موجات كهرومغناطيسية
- قارن بين الموجات الميكانيكية و الموجات الكهرومغناطيسية من حيث

الموجات اللامادية (الكهرومغناطيسية)	الموجات المادية (الميكانيكية)	
موجات لا تحتاج لوسط ماي لتنتشر فيه	موجات تحتاج لوسط مادي لكي تنتشر فيه	التعريف
الضوء	الصوت	مثال عليها

1. خصائص الموجات

خواص الحركة الموجية

- 1- تنتشر الموجات في خط مستقيم وفي جميع الاتجاهات بغض النظر عن نوع الوسط
- 2- تنعكس الموجات على السطوح العاكسة محققة قانون الانعكاس
- 3- تنكسر الموجات الصوتية عند انتقالها بين وسطين مختلفين محققة قانون الانكسار
- 4- من خصائص الموجات 1- الحيود 2- التداخل 3- التراكب
- 5- يمكن ربط الطول الموجي والتردد للموجة بالعلاقة $(v = f \lambda)$

عدد العوامل التي تتوقف عليها سرعة انتقال الموجة

- 1- نوع الوسط
- 2- نوع الموجة
- 3- درجة الحرارة

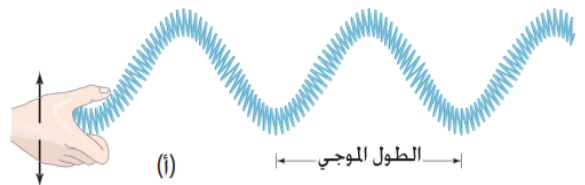
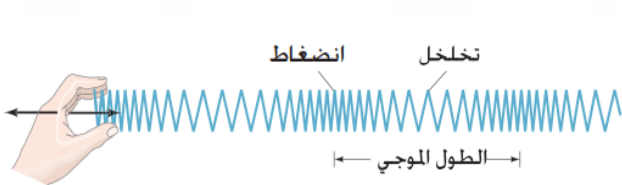
تقسم الموجات

موجات طولية

هي الموجات التي تكون حركة جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجة وتنتشر على شكل تضاغطات وتخلخلات

موجات مستعرضة

هي الموجات التي تكون حركة جزيئات الوسط عمودية على اتجاه انتشار الموجة وتنتشر على شكل قمم وقيعان

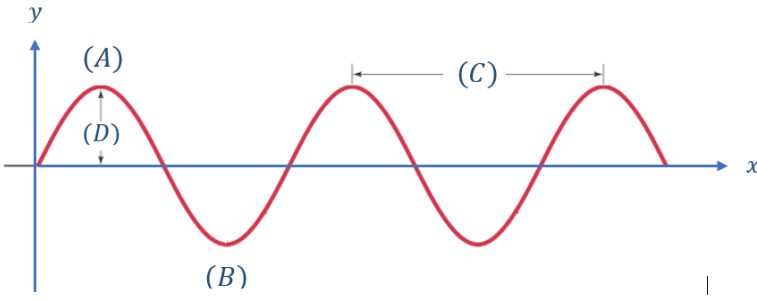


طول الموجة المستعرضة: المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين

طول الموجة الطولية: المسافة بين مركزين متتالين أو مركزين متتالين

نشاط (1):

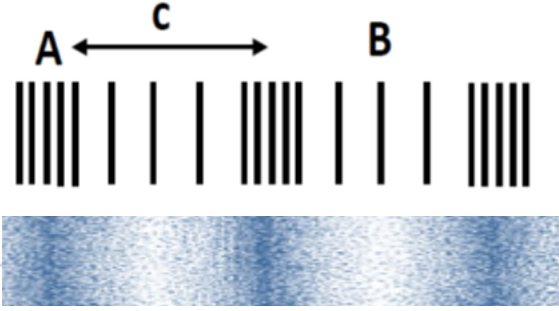
الرسم البياني التالي يمثل العلاقة بين الإزاحة (y) والمسافة (x) في حركة توافقية المطلوب



- 1- ماذا يمثل الحرف (A) يمثل قمة
- 2- ماذا يمثل الحرف (B) يمثل بطن
- 3- ماذا يمثل الحرف (C) يمثل طول الموجة
- 4- ماذا يمثل الحرف (D) يمثل السعة
- 5- ما هو نوع الموجة موجة مستعرضة

نشاط (2):

من خلال الرسم البياني التالي المطلوب



- أ- ماذا يمثل الحرف (A) يمثل تضاضط
- ب- ماذا يمثل الحرف (B) يمثل تخلخل
- ت- ماذا يمثل الحرف (C) يمثل طول الموجة
- ث- ما هو نوع الموجة موجة طولية

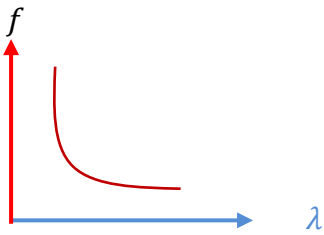
تردد الموجة (f)

طول موجة الموجة (λ)

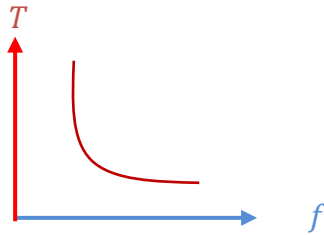
سرعة انتشار الموجة لا تتوقف على

ملاحظة

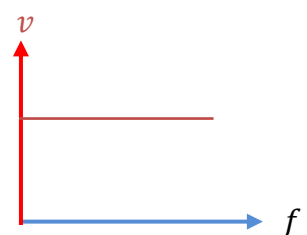
ارسم الخطوط البيانية التالية:



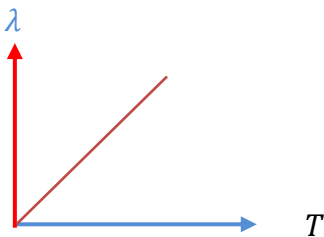
تردد الموجة وطولها الموجي



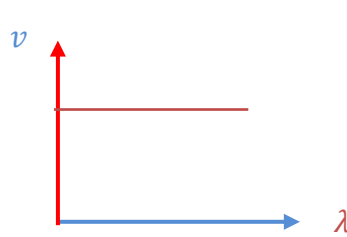
الزمن الدوري والتردد



سرعة انتشار الموجة والتردد



الطول الموجي والزمن الدوري



سرعة الانتشار وطول الموجة



سرعة انتشار الموجة والزمن الدوري

انتبه حاصل ضرب التردد في طول الموجة يساوي سرعة انتشار الموجة

علل : تظل سرعة انتشار الموجات ثابتة في نفس الوسط مهما زاد التردد .

أو لا تتوقف سرعة انتشار الموجة على التردد أو الطول الموجي.

لأنه لو زاد التردد يقل الطول الموجي ويبقى حاصل ضربهما مقدار ثابت هو سرعة انتشار الموجة

ماذا يحدث في الحالات التالية مع التعليل

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

الحدث: لا تتغير

التفسير: لأنه لو زاد التردد للمثلين يقل الطول الموجي للنصف ويبقى حاصل ضربهما مقدار ثابت هو سرعة انتشار الموجة

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

الحدث: يقل للنصف

التفسير: لأن طول الموجة يتناسب عكسيا مع تردد الموجة حيث سرعة انتشار الموجة ثابت

حل المسائل التالية :

المسألة الأولى: من خلال المعطيات المدونة على الشكل وإذا علمت أن

الزمن الدوري للموجة s (0.2) المطلوب:

1- سعة الموجة. $A = 15 \text{ cm}$

2- طول الموجة. $\lambda = 0.4 \text{ m}$

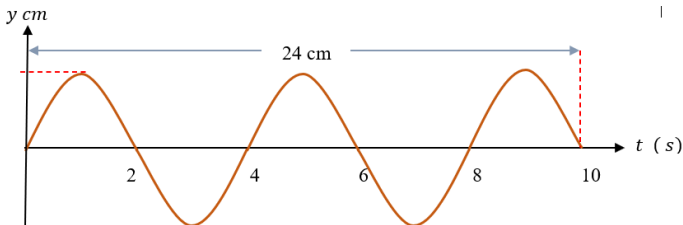
3- سرعة الموجة. $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.4}{0.2} = 2 \text{ m/s}$

المسألة الثانية: قطعت موجة صوتية ترددها 200 Hz ملعب طوله 80 m خلال زمن قدره s (0.25) احسب

أ (الزمن الدوري $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{200} = 0.005 \text{ s}$.

ب (سرعة الموجة $v = \frac{d}{t} = \frac{80}{0.25} = 320 \text{ m/s}$.

ج (طول الموجة $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{320}{200} = 1.6 \text{ m}$.



المسألة الثالثة: في الشكل المقابل: يوضح الإزاحة

بالسنتمتر و الزمن بالثانية لموجة مستعرضة من الرسم

أوجد

1- سعة الحركة $A = 8 \text{ cm}$

2- تردد الحركة $f = \frac{N}{t} = \frac{2.5}{10} = 0.25 \text{ Hz}$

3- طول الموجة $\lambda = \frac{d}{N} = \frac{0.24}{2.5} = 0.096 \text{ m}$

4- سرعة انتشار الموجة $v = f \lambda = 0.25 \times 0.096 = 0.024 \text{ m/s}$

قارن بين الموجات المستعرضة والموجات الطولية

الموجة الطولية	الموجة المستعرضة	
		ارسم شكلا توضيحيا
تضاغطات وتخلخلات	قمم وقيعان	مما تتكون
مع	عمودي	اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط بالنسبة لاتجاه انتشار



2. انعكاس الصوت وانكساره

تعريف الصوت: اضطراب ينتقل في وسط نتيجة اهتزازه

خصائص الصوت

1. يعتبر الصوت موجات طولية عند انتقاله في الهواء لأن قوى التماسك بين جزيئاته ضعيفة
2. يعتبر الصوت موجات ميكانيكية لأنها تحتاج لوسط مادي لتنتقل فيه
3. تنكسر موجات الصوت أثناء انتقالها بين وسطين مختلفين ناقلين للموجات
4. تنعكس موجات الصوت عند اصطدامها بسطح عاكس غير نافذ للصوت

ماهي الظواهر التي تميز الصوت عند انتقاله

- 1- الانعكاس
- 2- الانكسار
- 3- التداخل
- 4- الحيود
- 5- التراكب

1.2 انعكاس الصوت

ماذا يحدث للموجات عندما تصل إلى سطح عاكس

الحدث : انعكاس

التفسير : تغير اتجاه الموجة

انعكاس الصوت : هو ارتداد الصوت عندما يقابل سطحاً عاكساً

ماذا يحدث للطاقة الصوتية عندما تصل الموجات الصوتية إلى السطح الفاصل بين وسطين

الحدث : تنقسم إلى ثلاث أقسام جزء ينعكس وجزء ينكسر وجزء يمتص

ملاحظات :

1- كلما كان الوسط الثاني صلباً زاد القسم المنعكس من الطاقة الصوتية

2- الحديد والصلب يعكس الصوت أكثر من الصوف والقماش

3- تختلف الموجات الساقطة عن الموجات المنعكسة في اتجاه الانتشار فقط

ماذا يحدث للطاقة الصوتية عند سقوط الموجات الصوتية على

أ- الحديد والخشب :

الحدث : معظم الموجات ينعكس

التفسير : لأنها مواد صلبة

ب- الصوف والقماش :

الحدث : معظمها يمتص

التفسير : لأنها مواد غير صلبة

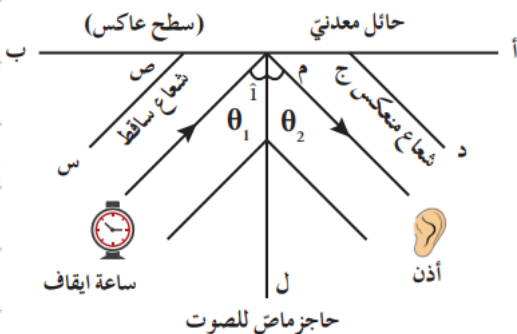
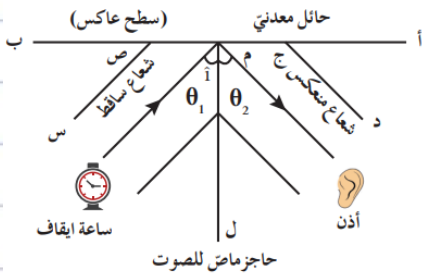
قانونا الانعكاس

القانون الأول : الشعاع الصوتي الساقط والشعاع الصوتي المنعكس والعمود

المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوي واحد

عمودي على السطح العاكس

القانون الثاني : زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس $\theta_1 = \theta_2$



علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

- 1- يتخاطب رواد الفضاء على سطح القمر بلغة الإشارة (او باستخدام اللاسلكي) لعدم وجود وسط ناقل للصوت فالصوت موجة مادية تحتاج لوسط مادي لتنتشر فيه
- 2- نسمع صوت الرعد متأخرا عن رؤيتنا للبرق بفاصل زمني

لأن الضوء أسرع من الصوت

- 3- نرى ضوء الشمس ولا نسمع الانفجارات التي تحدث فيها
- لأن الضوء موجة لا مادية بينما الصوت موجة مادية

- 4- الموجة الصوتية الواردة والموجة المنعكسة لها نفس التردد وطول الموجة
- لأنه تنتشر في نفس الوسط فلها نفس سرعة الانتشار

3.2 انكسار الصوت

ماذا يحدث للصوت عند انتقاله بين وسطين مختلفين بالكثافة (مثل الهواء وثاني أكسيد الكربون)

الحدث : انكسار الصوت

التفسير : بسبب اختلاف سرعة الصوت في الوسطين

انكسار الصوت : هو التغير في مسار الموجات الصوتية عند انتقالها بين وسطين مختلفي الكثافة

سؤال عندما تنتقل موجة الصوت بين وسطين مختلفين في الكثافة ماذا سيحدث

للموجة في الحالات التالية

- أ- عندما تكون سرعة الصوت في الوسط الاول أكبر من سرعته في الوسط الثاني

الحدث : ينكسر مقتربا من العمود

التفسير : $v_1 > v_2 \Rightarrow \sin \phi > \sin \theta \Rightarrow \phi > \theta$

أتم سير الشعاع في الشكل المجاور

- ب- عندما تكون سرعة الصوت في الوسط الاول أصغر من سرعته في الوسط الثاني

الحدث : ينكسر مبتعدا من العمود

التفسير : $v_1 < v_2 \Rightarrow \sin \phi < \sin \theta \Rightarrow \phi < \theta$

أتم سير الشعاع في الشكل المجاور

ملاحظات:

- 1- يمكن للصوت أن ينكسر بتأثير الرياح

- 2- سرعة الصوت في الغازات تقل كلما زادت كثافة الغاز أو انخفضت درجة حرارته

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

- 1- حدوث انكسار الموجات الصوتية عند مرورها بين وسطين مختلفين في الكثافة

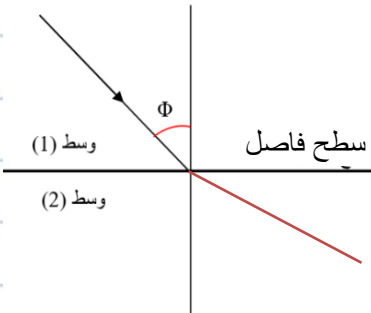
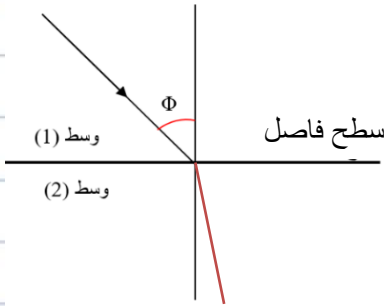
بسبب اختلاف سرعة الصوت بين الوسطين

- 2- تحدث ظاهرة انكسار الصوت في الهواء الذي يحيط بسطح الأرض

لأنه وسط غير متجانس الحرارة فتختلف سرعة الصوت باختلاف درجة الحرارة وبالتالي تختلف سرعة الصوت بين طبقات

الهواء المحيطة بالأرض بسبب اختلاف درجات الحرارة لطبقات الهواء

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



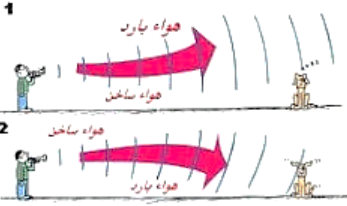
3- يستطيع الأطفال سماع الصوت الصادر من سيارة في الليل من مسافة بعيدة ولا يستطيعون سماعه في النهار



بسبب اختلاف سرعة الصوت بين طبقات الهواء المختلفة في درجات الحرارة ففي النهار تكون درجة حرارة الهواء القريب من الأرض أعلى من التي تليها فتكون سرعة الصوت أعلى فتتكرر الموجات للأعلى والعكس يحدث ليلاً

4- سرعة الصوت في غاز الهيدروجين أكبر من سرعته في الهواء في نفس الظروف لأن كثافته أقل حيث سرعة الصوت تزداد كلما قلت كثافة الغاز

سؤال : الشكل المقابل يوضح إحدى خواص الموجات الصوتية بعد التدقيق في الشكل المجاور أجب عن الأسئلة التالية



اسم الخاصية : انكسار الموجات الصوتية

ما سبب حدوثها : اختلاف سرعة الصوت في طبقات الجو نتيجة اختلاف درجة حرارتها في أي حالة نستطيع سماع الأصوات البعيدة الحالة الثانية

3. تراكب الموجات

الشكل التالي يمثل موجتان تنتشران في وسط واحد دقق النظر في الشكل وأجب عن الأسئلة التالية

1- ماذا يحدث عند التقاء موجتان أو أكثر تنتشران في وسط واحد ؟

تراكب

2- هل يمكن للموجتين أن تنتشرا بطريقة تكون فيها كل منها مستقلة عن الأخرى ؟

نعم

3- ماذا تسمى النقطة التي تتجمع عندها الموجات عندما تلتقي؟ نقطة التراكب

4- ماذا تساوي الإزاحة الكلية عندما تلتقي الموجات في هذه الحالة

مجموع الازاحات

5- ماذا يحدث للموجات ذات النوع الواحد بعد عبور نقطة التراكب

تستعيد كل موجة شكلها واتجاه انتشارها

اذكر شرط حدوث التراكب :

أن تكون الموجتان من نوع واحد

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1- فسر يمكن سماع صوت شخص بوضوح بالرغم من أن صوته تقاطع مع أصوات أخرى

لأنه بعد عبور نقطة التراكب تستعيد كل موجة شكلها واتجاه انتشارها

2- إذا كانت موجتان من نوعين مختلفين (ميكانيكية وكهرومغناطيسية مثلاً) فلا يُمكنهما تحقيق مبدأ التراكب

لأنهما مختلفتان بالنوع

4. تداخل الموجات

نشاط (1): الشكل المقابل يوضح ظاهرة التداخل بين موجتين المطلوب:

1- ماذا يسمى هذا النوع من التداخل

تداخل بنائي

2- متى يحدث هذا التداخل

عند التقاء قمة مع قمة أو قاع مع قاع

3- ماذا ينتج من هذا النوع من التداخل

تقوية للموجات

نشاط (2): الشكل المقابل يوضح ظاهرة التداخل بين موجتين المطلوب:

1- ماذا يسمى هذا النوع من التداخل

تداخل هدمي

2- متى يحدث هذا التداخل

عند التقاء قمة مع قاع أو قاع مع قمة

3- ماذا ينتج من هذا النوع من التداخل

تضعيف للموجات

التداخل: هو تراكم مجموعة من الموجات من نوع واحد ولها التردد نفسه

يحدث مع كل أنواع الموجات ((موجات سطح الماء الموجات الصوتية وغيرها))

ملاحظات هامة

1- للحصول على نمط تداخل واضح و مستمر لابد أن يكون للموجات المتداخلة معا السعة نفسها

2- يوجد نمطان للتداخل

أ- التداخل البنائي: حيث تدعم الموجات بعضها فتقوى، كالتقاء قمتين مثلاً

ب- التداخل الهدمي: حيث تلغي الموجات بعضها كالتقاء قمة موجة مثلاً مع قاع موجة أخرى

ت- قارن بين الشكلين

		من حيث
هدمي	بنائي	نوع التداخل
عند التقاء قمة مع قاع أو قاع مع قمة	عند التقاء قمة مع قمة أو قاع مع قاع	متى يحدث
حاصل طرح الازاحتين	مجموع الازاحتين	الإزاحة لمحصلة

5. حيود الصوت

ماذا يحدث للموجات عندما يصادف مسار الموجات حافة حادة أو فتحة

الحدث : حيود للموجات

نشاط (1) : الشكل المقابل يوضح احدى ظواهر الموجات الصوتية المطلوب :

1- أكمل مسار الموجات الصوتية بعد مرورها من الفتحة في الشكلين

2- ماذا تسمى هذه الظاهرة: **الحيود**

3- قارن بين الموجات بعد عبور الفتحة

أ- **ماذا تلاحظ :** الانحناء أكبر والحيود أوضح عندما كانت الفتحة أصغر

ب- **ماذا تستنتج:** يزداد وضوح الحيود ويزداد انحناء الموجات كلما كانت الفتحة أصغر

كيف يمكن التحقق من هذه الظاهرة عمليا

حوض التمرجات

الحيود : هي انحناء الموجات حول حافة حادة أو عند نفاذها من فتحة صغيرة بالنسبة إلى طولها الموجي

فسر فيزيائيا لماذا يمكنك سماع صوت يفصل بينك وبينه حاجز

بسبب ظاهرة حيود الصوت

6. الموجات الموقوفة

نشاط (1) :

قم بربط حبل في حائط ثم قم بهز الطرف الحر لهذا الحبل لترسل نبضة

ماذا تلاحظ

النبضات تنعكس عند الحائط

نشاط (2) : حرك الحبل السابق بطريقة منتظمة

ماذا يحدث : تحدث موجات ساقطة على الجدار وموجات منعكسة تلقي الموجات

الساقطة على الجدار والموجات المنعكسة وتتداخل فينقسم الحبل إلى عدة قطاعات

تتكون من عقد وبطنون

مما تتكون الموجات الموقوفة

من بطون وعقد

العقدة : نقطة في الموجة الموقوفة تكون فيها سعة الاهتزاز تساوي الصفر

البطن : منطقة في الموجة الموقوفة تكون فيها سعة الاهتزاز تساوي قيمة عظمى

الموجات الموقوفة (الساكنة) : هي موجات تنشأ من تراكب قطارين من موجتين متماثلتين في التردد والسعة لكنهما يسيران

باتجاهين متعاكسين

طول الموجة الموقوفة : مثلا المسافة بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليتين

فسر لماذا يسمى هذا النوع من الموجات بالموجات الموقوفة

لأن أماكن العقد والبطون ثابتة

نشاط (3)

قم بربط حبل في حائط ثم قم بهز الطرف الحر لهذا الحبل بتردد معين حتى يتشكل لديك موجة موقوفة من قطاع واحد

ماذا سيحدث عند مضاعفة تردد اهتزاز الحبل

الحدث: يتكون قطاعين

ملاحظة: يمكن أن نكون مجموعات متنوعة من الموجات الساكنة عن طريق هز الحبل بترددات مختلفة وأبسط موجة موقوفة يمكن تكوينها من قطاع واحد

عدد القطاعات	نوع النغمة	تردد النغمة بدلالة النغمة الأساسية	طول الوتر بدلالة طول الموجة	طول الموجة بدلالة طول الوتر
1	أساسية	f_0	$L = 1 \frac{\lambda_0}{2}$	$\lambda_0 = \frac{2L}{1}$
2	توافقية أولى	$f_1 = 2f_0$	$L = 2 \frac{\lambda_1}{2}$	$\lambda_1 = \frac{2L}{2}$
3	توافقية ثانية	$f_2 = 3f_0$	$L = 3 \frac{\lambda_2}{2}$	$\lambda_2 = \frac{2L}{3}$

1- ما هي العلاقة التي من خلالها نحسب طول الوتر (L) بدلالة طول الموجة (λ) وعدد القطاعات (n): $L = n \frac{\lambda}{2}$

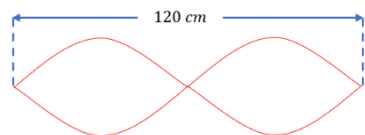
2- ما هي العلاقة التي من خلالها نحسب طول الموجة (λ) بدلالة طول الوتر (L) وعدد القطاعات (n): $\lambda = \frac{2L}{n}$

3- ما هي النسبة بين تردد النغمة الأساسية وباقي ترددات النغمات التوافقية

$$f_0 : f_1 : f_2$$

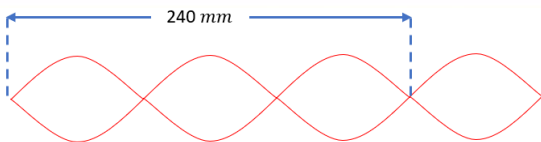
$$1 : 2 : 3$$

من خلال المعطيات المدونة على الأشكال المرفقة في كل سؤال احسب طول الموجة في كل حالة



$$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 1.2}{2} = 1.2m$$

-1



$$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 0.24}{3} = 0.16m$$

-2

مثال (1): اهتز حبل طوله 300 cm اهتزازا رنينيا في ثلاث قطاعات عندما كان التردد 15 hz المطلوب:

1. اسم النغمة: توافقية ثانية

2. احسب طول الموجة المتكونة في الوتر. $\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 3}{3} = 2\text{ m}$

3. احسب سرعة انتشار الموجة في الحبل. $v = f \lambda = 15 \times 2 = 30\text{ m/s}$

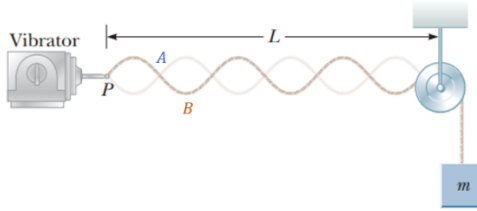
7. الموجات الموقوفة والآلات الموسيقية

تتكون الموجات الموقوفة

- 1- عند اهتزاز أوتار الآلات الموسيقية التي تصدر نغمات أساسية وتوافقية
- 2- في حالة الرنين داخل آلات النفخ الموسيقية وتصدر نغمات أساسية وتوافقية

1.7. الأوتار المهتزة

نشاط (1) : الشكل المجاور يمثل تجربة ميلد المطلوب



1- ما نوع الموجة المتشكلة في الوتر

موجات موقوفة

2- فسر كيف يتم تشكل الموجات الموقوفة في الوتر

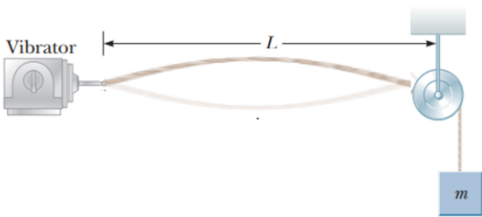
عندما تهتز الشوكة ينقل في الوتر قطار من الموجات المستعرضة تصل إلى البكرة فترتد عنها وتتراكب الموجات الساقطة مع الموجات المنعكسة مكونة الموجات الموقوفة

3- من خلال تجربة ميلد للموجات الموقوفة في الأوتار نستطيع

أ- التعرف على كيفية تشكل الموجات الموقوفة

ب- حساب سرعة الموجات الموقوفة

س: عدد العوامل التي تتوقف عليها تردد النغمة الأساسية لوتر:



1- طول الوتر

2- قوة الشد

3- كتلة وحدة الأطوال

1- طول الوتر

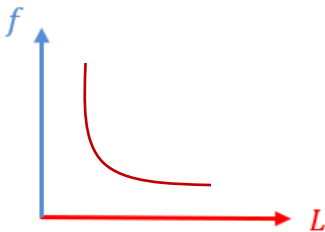
يتناسب تردد النغمة الأساسية لوتر مهتز عكسيا مع طول الوتر (بثبات باقي العوامل)

المقارنة بين وترين مختلفين بالطول ومتماثلين بباقي العوامل

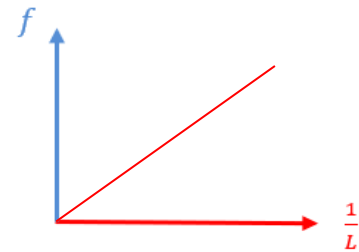
نستخدم

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

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



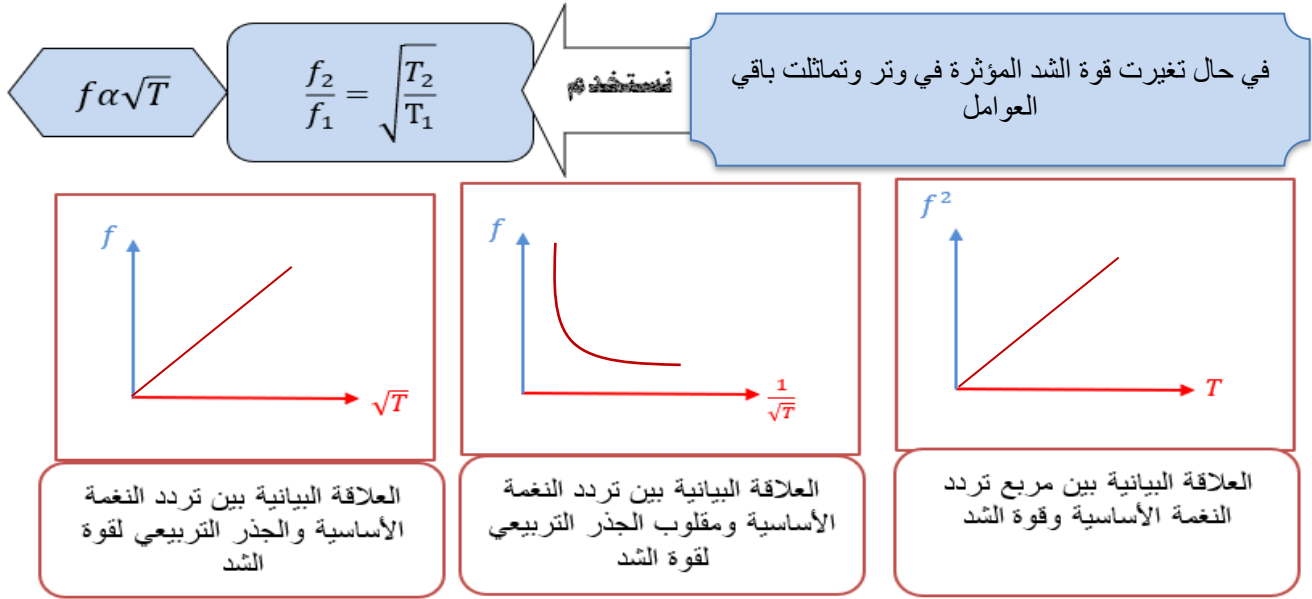
العلاقة البيانية بين تردد النغمة الأساسية وطول الوتر المهتز



العلاقة البيانية بين تردد النغمة الأساسية ومقلوب طول الوتر

2- قوة الشد

- (a) تردد النغمة الأساسية لوتر مهتز يتناسب طرديا مع **الجذر التربيعي** لقوة الشد في الخيط (بشبات باقي العوامل)
- (b) مربع تردد النغمة الأساسية لوتر مهتز يتناسب طرديا **قوة الشد** (بشبات باقي العوامل)

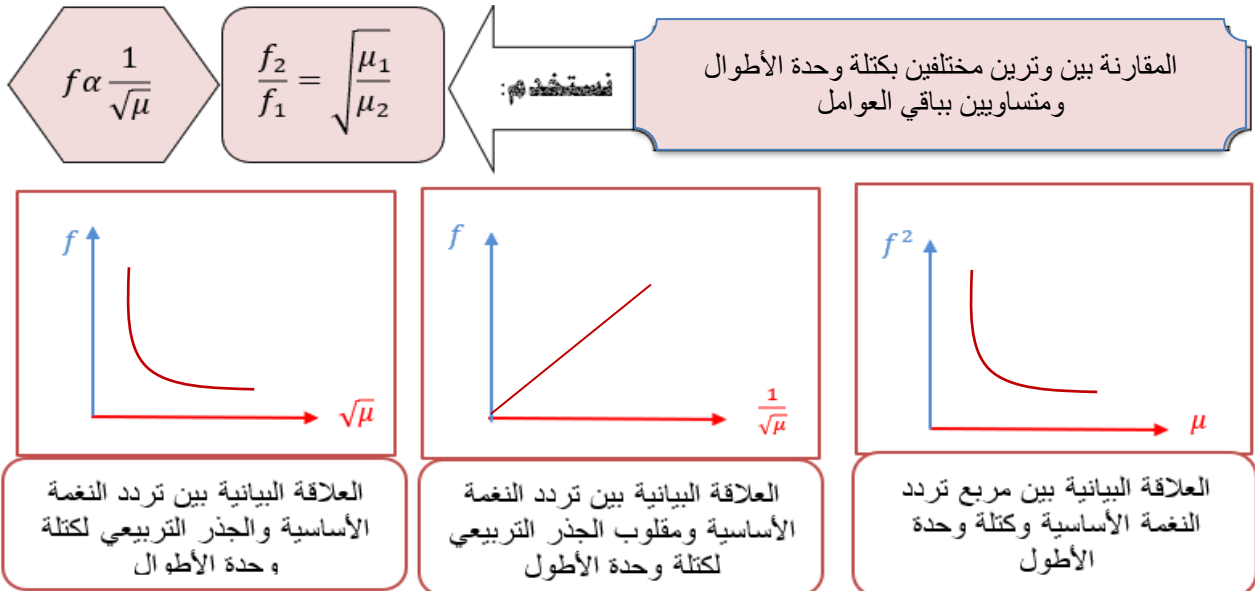


ملاحظة لحساب قوة الشد إذا علقنا كتلة مقدارها (m') في طرف وتر فإن قوة الشد تساوي وزن الجسم المعلق

تحسب من العلاقة: $T = w = m' g$

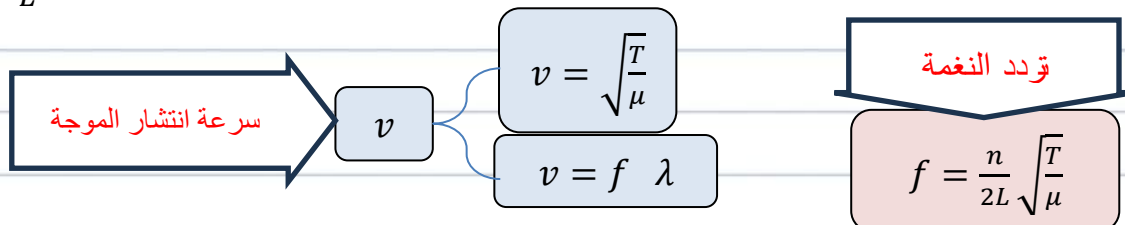
3- كتلة وحدة الأطوال

- (a) تردد النغمة الأساسية لوتر مهتز يتناسب عكسيا مع **الجذر التربيعي** لكتلة وحدة الأطوال (بشبات باقي العوامل)
- (b) مربع تردد النغمة الأساسية يتناسب عكسيا مع كتلة وحدة الأطوال (بشبات باقي العوامل)

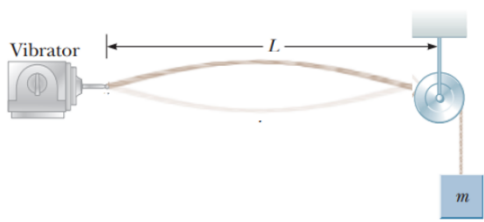


ملاحظات :

لحساب كتلة وحدة الأطوال يذكر في نص المسألة التالي كتلة الوتر وطوله ومنه نحدد كتلة وحدة الأطوال: $\mu = \frac{m}{L}$



سؤال : وتر طوله (L) كتلة وحدة الأطوال له (μ) مشدود بقوة شد مقدارها (T) فيصدر نغمة أساسية ترددها (f) التردد



ماذا يحدث في الحالات التالية

1- زدنا طول الوتر إلى مثلي ما كان عليه مع المحافظة على باقي العوامل

الحدث: يقل للنصف

التعليل: التردد يتناسب عكسيا مع طول الوتر

2- زدنا قوة الشد إلى أربع أمثال ما كان عليه مع المحافظة على باقي العوامل

الحدث: يزداد للمثلين

التعليل: لأن التردد يتناسب طرديا مع الجذر التربيعي لقوة الشد

3- استبدلنا الوتر بوتر آخر كتلة وحدة أطواله أربع أمثال كتلة وحدة الأطوال للوتر الأصلي مع المحافظ على باقي

العوامل

الحدث: يقل إلى النصف

التعليل: لأن التردد يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لكتلة وحدة الأطوال

حل التمارين التالية

1- وتر مشدود على صنومتر تغيرت قوة الشد من $N(64)$ إلى $N(81)$ مع عدم تغير طوله احسب النسبة بين تردديه في

الحالتين علما أن الوتر يصدر نغمة أساسية في كل حالة

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{81}{64}} = \frac{9}{8}$$

2- وتر مشدود على آلة موسيقية طوله $cm(60)$ يصدر نغمة أساسية ترددها $Hz(200)$ حدد موضع من الوتر الذي

يجب أن يضغط عليه العازف حتى يصدر نغمة ترددها $Hz(300)$

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{f_1}{f_2} \Rightarrow \frac{L_2}{60} = \frac{200}{300} \Rightarrow L_2 = 40 \text{ cm}$$

حل المسائل التالية :

المسألة الأولى: وتر طوله $m(2)$ وكتلته $kg(0.02)$ مشدود بقوة $N(196)$ يصدر نغمة أساسية المطلوب احسب

أ- كتلة وحدة الأطوال

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ Kg/m}$$

ب- طول الموجة المتشكلة في الوتر

$$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 2}{1} = 4 \text{ m}$$

ت- تردد النغمة الأساسية

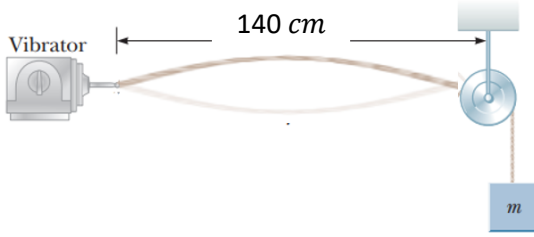
$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 2} \sqrt{\frac{196}{0.01}} = 35 \text{ hz}$$

ث- سرعة انتشار الموجة

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{196}{0.01}} = 140 \text{ m/s}$$

مختبر في الفيزياء

المسألة الثانية: سلك طوله 140 cm وكتلته $g (56)$ مشدود بكتلة مقدارها $Kg (32)$ يصدر نغمة أساسية إذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية $g = (10)\text{ m/s}^2$



أ- قوة الشد المؤثرة في الوتر

$$T = mg = 32 \times 10 = 320\text{ N}$$

ب- طول الموجة المتكونة بالوتر

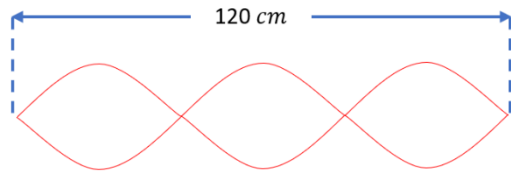
$$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 1.4}{1} = 2.8\text{ m}$$

ت- تردد النغمة الأساسية

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{0.056}{1.4} = 0.04\text{ Kg/m}$$

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 1.4} \sqrt{\frac{320}{0.04}} = 32\text{ Hz}$$

المسألة الثالثة: وتر مشدود طوله 120 cm تتشكل فيه موجة موقوفة كما في الشكل المجاور علما أن



$v = (30)\text{ m/s}$ المطلوب

1- نوع النغمة المتشكلة

توافقية ثانية

2- طول الموجة الموقوفة المتشكلة .

$$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2 \times 1.2}{3} = 0.8\text{ m}$$

3- تردد الوتر

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{30}{0.8} = 37.5\text{ Hz}$$

4- البعد بين عقدتين متتاليتين

$$\lambda/2 = 0.4\text{ m}$$

المسألة الرابعة: وتر طوله $m (3)$ تولدت عليه موجة موقوفة مكونة من أربع عقد وسرعة الموجات فيه

$v = (12)\text{ m/s}$ احسب

1- طول الموجة الموقوفة

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

2- تردد النغمة الحادثة في الوتر .

$$f_2 = \frac{v}{\lambda} = \frac{12}{2} = 6\text{ Hz}$$

مراجعة الدرس 1-2

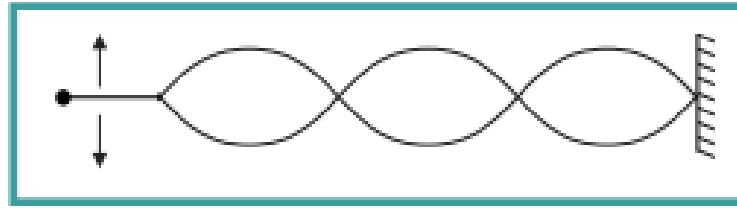
1. اكتب أهم خصائص الموجات .
2. اذكر قانوني انعكاس الصوت ، ثم اشرح تجربة عملية لتحقيقهما .
4. ما معنى انكسار الصوت ؟
5. عرّف كلاً من: تراكب الموجات - التداخل - الحيود
6. اشرح تجربة عملية تُوضّح ظاهرة التداخل في الصوت ، وبيّن كيفية احتساب سرعة الصوت باستخدام هذه التجربة ؟
7. ما الموجات الموقوفة ؟ اشرح تجربة توضّح هذه الموجات ، وعرّف العقدة والبطن .
8. بيّن بالرسم النغمة التوافقية الثالثة عند اهتزاز الأوتار المستعرضة ، ثم اكتب ما يُساويه تردّد النغمة الأساسية مبيّناً العوامل التي يتوقّف عليها هذا التردّد .
11. هل يُمكن لموجة صوتية أن تُدمّر موجة صوتية أخرى أو تُلغيها ؟ اشرح ذلك .
12. تنتشر موجة صوتية بسرعة $(340)\text{m/s}$. احسب طول موجة صوتية ترددها $(20)\text{Hz}$ ، وأخرى ترددها $(20\ 000)\text{Hz}$.
13. احسب تردّد موجة صوتية طولها الموجي $(1)\text{m}$ وسرعتها $(340)\text{m/s}$.
15. احسب تردّد النغمة الأساسية لوتر طوله $(50)\text{cm}$ وكتلته $(50)\text{g}$ إذا كانت قوّة الشدّ عليه تُساوي $(40)\text{N}$.
16. وتر مشدود بقوة $T = 10\text{ N}$ يُشكّل موجة موقوفة من ثلاثة قطاعات . ما مقدار القوّة T' التي يجب وضعها على الوتر لِيشكّل أربعة قطاعات علماً أنّ مقدار التردّد ثابت .

تحقق من مهاراتك

حلّ المسائل التالية:

1. يُصدر وتر طوله $(100)\text{cm}$ وقوّة الشدّ فيه $(1225)\text{N}$ نغمة أساسية ترددها $(300)\text{Hz}$. كيف تجعل الوتر يُصدر نغمة أساسية ترددها $(420)\text{Hz}$ ؟
(أ) بتغيير قوّة الشدّ فيه
(ب) بتغيير طوله
2. شدّ سلكاً طوله $(140)\text{cm}$ وكتلته $(52)\text{g}$ بنقل كتلته $(16)\text{kg}$. احسب تردّد نغمته الأساسية إذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية $(10)\text{m/s}^2$.
3. وتر طوله $(50)\text{cm}$ وقوّة شدّه $(39.2)\text{N}$ ، يُصدر نغمة ترددها $(200)\text{Hz}$. احسب تردّد وتر آخر من المادة نفسها وقطره مساوٍ لقطر الوتر المذكور إذا كان طوله $(60)\text{cm}$ وقوّة شدّه $(88.2)\text{N}$.

10. افرض أنك قمت بتشكيل موجة موقوفة من ثلاثة قطاعات ، كما في الشكل أدناه . إذا زاد تردد الحبل إلى المثلين ، فما عدد القطاعات التي ستحدث في الموجة الموقوفة الجديدة؟



تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة في كل مما يلي:

- عدد الذبذبات الكاملة التي يحدثها الجسم في الثانية الواحدة هو:
 - ☐ الاهتزازة الكاملة
 - ☐ التردد
 - ☐ سعة الاهتزازة
 - ☐ زاوية الطور
- عندما ينتقل الصوت:
 - ☐ تنتقل جزيئات الوسط الناقل للصوت
 - ☐ لا تنتقل جزيئات الوسط الناقل للصوت
 - ☐ ينتقل مصدر الصوت إلى أذن السامع
 - ☐ ينتقل السامع إلى الصوت
- إذا كان الزمن الدوري ل pendulum بسيط يساوي 12s ، فإن طول خيط البندول بوحدة (المتر) يساوي:
 - ☐ 12.5
 - ☐ 15.3
 - ☐ 22.1
 - ☐ 35.8
- لزيادة الزمن الدوري ل pendulum بسيط إلى المثلين يجب تغيير طول خيط البندول إلى:
 - ☐ مثلي الطول الأصلي
 - ☐ نصف الطول الأصلي
 - ☐ أربعة أمثال الطول الأصلي
 - ☐ ربع الطول الأصلي
- إذا كانت سرعة إنتشار الموجة في الهواء 2) m/s وترددها يساوي 4) Hz ، فإن طولها الموجي بوحدة (المتر) يساوي:
 - ☐ 0.5
 - ☐ 2
 - ☐ 6
 - ☐ 8
- نابض ثابت مرونته 100) N/m ، ومعلق فيه كتلة مقدارها 1) kg . فإذا تُرك ليَتحرَّك حركة توافقية بسيطة ، فإن الزمن الدوري بوحدة (الثانية) يساوي:
 - ☐ 0.134
 - ☐ 0.628
 - ☐ 3.14
 - ☐ 6.28
- تشكَّلت موجة موقوفة على وتر طوله 96) cm وكان يحتوي على 17) عقدة ، فإن الطول الموجي بوحدة (cm) يساوي:
 - ☐ 5.65
 - ☐ 6
 - ☐ 12
 - ☐ 17
- تختلف موجات الصوت الساقطة عن المنعكسة في:
 - ☐ التردد
 - ☐ اتجاه الانتشار
 - ☐ السرعة
 - ☐ الطول الموجي

9. أكمل ما يلي:

- (ب) عند انكسار شعاع صوتي ينفذ بين وسطين مختلفين فإن $\frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \dots\dots\dots$
- (ج) يُعطى الزمن الدوري للبندول البسيط من خلال العلاقة التالية: $T = \dots\dots\dots$
- (د) سرعة انتشار الموجة $(v) = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots$
- (هـ) يتوقف تردد النغمة الأساسية لوتر مهتز على: $\dots\dots\dots$ ، $\dots\dots\dots$ ، $\dots\dots\dots$

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. عرّف الحركة التوافقية البسيطة.
2. اذكر أمثلة عن حركة توافقية بسيطة.
3. عرّف التردد.
4. عرّف تداخل الصوت.
5. تنتشر موجات مائية مستوية طولها الموجي 6cm بسرعة 21m/s في حوض الموجات المائية. حين تغيّر عمق الماء في الحوض، أصبح طولها الموجي 4cm. (أ) احسب سرعة الموجات في الجزء الثاني من الحوض. (ب) احسب تردد الموجات في كلّ من جزأي الحوض.

8. ما الفرق بين التداخل البنائي والتداخل الهدمي؟
9. هل يُعدّ التداخل خاصية لبعض أنواع الموجات أم لكل أنواعها؟
10. ما سبب تكوّن الموجة الموقوفة؟
11. هل يُمكن لموجة معينة أن تلغي موجة أخرى فتُصبح السعة المشتركة تُساوي صفراً؟

أسئلة مراجعة الوحدة 3



نشاط : افتح صنوبر الماء لتحصل على ماء ينساب بخيط رفيع

1- انفخ البالون وقربه من الماء .

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

3- قرب البالون ببطة من الماء

من خلال مشاهدتك أجب عن الأسئلة التالية

ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه قبل احتكاكه : **لم يحدث شيء**

ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه بعد احتكاكه؟: **انجذب الماء نحو البالون**

ما هي الشحنة التي اكتسبها البالون نتيجة احتكاكه بسترتك أو بقطعة الصوف : **شحنة سالبة**

هل يُمكنك استخدام مسطرة من الحديد بدلاً من البالون : **لا**

ماذا تستنتج: **يمكن شحن المواد العازلة بذلك**

الكهربائية الساكنة Electrostatics

الفصل الأول

تمهيد : إن مبدأ الكهرباء يفسر عددا من الظواهر

1- ظاهرة البرق

2- الشرارات الصغيرة التي تحدث بين قدميك وسجاد صوفي تمشي عليها

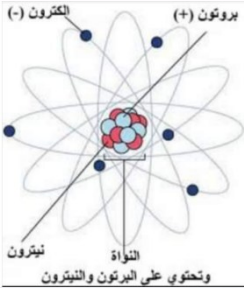
3- إن أصغر شحنة حرة في الطبيعة هي الإلكترون

1. أنواع الشحنات الكهربائية:

تتكون المادة من ذرات وتتكون الذرة من

1- نواة موجبة الشحنة تحوي بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة الشحنة

2- تدور الإلكترونات السالبة حول النواة



الكتلة	الشحنة	
$(m_n = 1.67 \times 10^{-27} Kg)$	متعادلة الشحنة	النيوترون
$(m_p = 1.67 \times 10^{-27} Kg)$	$(q_p = + 1.6 \times 10^{-19} C)$	البروتون
$(m_e = 9.1 \times 10^{-31} Kg)$	$(q_e = - 1.6 \times 10^{-19} C)$	الإلكترون

ماذا نستنتج من الجدول:

1- البروتون والإلكترون جسيما يتساويان في مقدار الشحنة يختلفان في نوع الشحنة والكتلة

2- النيوترون جسيم متعادل الشحنة ويساوي كتلة البروتون تقريبا وأكبر بكثير من كتلة الإلكترون

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تعتبر الذرة متعادلة كهربائيا

لأن كمية الشحنة الموجبة تساوي كمية الشحنة السالبة (عدد البروتونات مساو لعدد الإلكترونات)

2- تنشأ بين الإلكترونات والبروتونات في الذرة قوة تجاذب كهربائية وبين البروتونات مع بعضها البعض قوى تنافر

لأن الشحنات المتماثلة تتنافر والمختلفة تتجاذب

ملاحظات

1- الشحنات الكهربائية المختلفة النوع تتولد بينها قوة تجاذب

2- الشحنات الكهربائية المتشابهة النوع تتولد بينها قوة تنافر



1. قانون حفظ كمية الشحنة

1. الإلكترونات تدور حول النواة في مدارات مختلفة البعد عن النواة

2. الإلكترونات التي تدور بالقرب من النواة تكون شديدة الارتباط بالنواة أما البعيدة فتكون ضعيفة

الارتباط بالنواة وتسمى الإلكترونات الحرة

3. كلما ابتعد الإلكترون عن النواة يكون ارتباطه ضعيفا ويسهل انتزاعه من الذرة

4. تختلف قيمة الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون ما طبقا لنوع المواد المختلفة

5. الكثرونات المطاط تكون الأكثر ارتباطا من الكثرونات الفراء وبما أن الأجسام تتألف من مجموعة ذرات

إذا كان	فان الجسم يكون	سبب الشحن
$N_p > N_e$	موجب الشحنة	فقد الكثرونات
$N_p < N_e$	سالبة الشحنة	اكتسب الكثرونات

ماذا يحدث للذرة في الحالات التالية

التعليل	الحدث	
لأن عدد الإلكترونات يصبح أقل من عدد البروتونات	تصبح أيون موجب (كاتيون)	فقدت الذرة عدد من الإلكترونات
لأن عدد الإلكترونات يصبح أكبر من عدد البروتونات	تصبح أيون سالب (انيون)	اكتسبت الذرة عددا من الإلكترونات

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما:

1- عند ذلك المطاط بالفراء فإن الفراء يصبح موجب الشحنة والمطاط سالب الشحنة

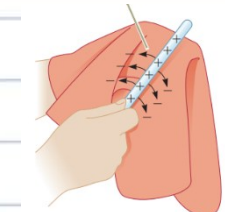
لأن الكثرونات المطاط أكثر ارتباطا بالمطاط من ارتباط الكثرونات الفراء بالفراء فتنتقل الكثرونات

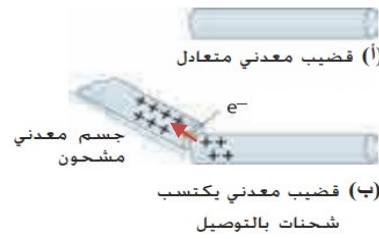
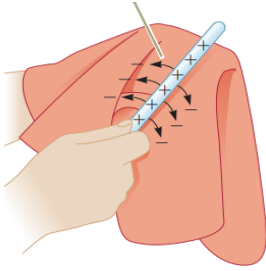
من الفراء إلى المطاط

2- عند ذلك الزجاج بالحرير فان الزجاج يحمل شحنة موجبة والحرير شحنة سالبة

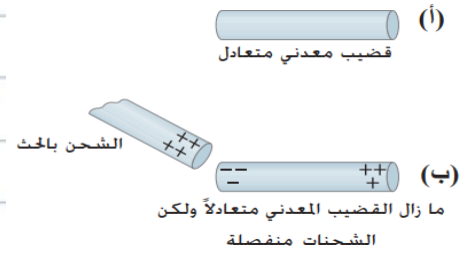
لأن الكثرونات الزجاج أقل ارتباطا بالزجاج من ارتباط الكثرونات الحرير بالحرير فتنتقل الكثرونات

من الزجاج إلى الحرير





طرائق الشحن الكهربائي للأجسام



3- الشحن بالدلك

هو انتقال الإلكترونات من جسم لآخر بالاحتكاك بين الجسمين

2- الشحن بالتوصيل

هو انتقال الإلكترونات من جسم مشحون إلى آخر بالتلامس المباشر

1- الشحن بالتأثير

هو تحريك الإلكترونات إلى جزء من الجسم بسبب الشحنة الكهربائية لجسم آخر لا يلامسه

قانون حفظ كمية الشحنة:

((الشحنات لا تفنى ولا تستحدث بل تنتقل من مادة إلى أخرى ما يعني أن الشحنات الكهربائية محفوظة))

ملاحظة:

1- ينطبق مبدأ حفظ الشحنة الكهربائية على كل عمليات الشحن، تلك التي تحدث على نطاق واسع مثل البرق - ب- نطاق ضيق كما في مجال الذرة.

2- لا يمكن تجزئة شحنة الإلكترون وكمية الشحنة الكهربائية لأي جسم مشحون تساوي مضاعفات صحيحة لكمية شحنة الإلكترون.

3- تحسب كمية شحنة الجسم من العلاقة : $q = Ne$

فسر فيزيائياً لا يمكن أن تكون شحنة جسم $(q = 10.5 e)$

لأن شحنة الإلكترون لا تتجزأ

حل التمارين التالية : علما ان : $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

1- جسم شحنته $(q = 1.8 \times 10^{-13} C)$ احسب عدد الإلكترونات التي فقدها الجسم

$$N = \frac{q}{e} = \frac{1.8 \times 10^{-13}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.125 \times 10^6$$

2- جسم اكتسب (2×10^8) الكترونا احسب كمية الشحنة التي يمتلكها هذا الجسم

$$q = Ne = 2 \times 10^8 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.2 \times 10^{-11} C$$

الكشف عن الشحنة الكهربائية

الكشاف الكهربائي (الالكتروسكوب Electro scope):

هو أداة بسيطة التركيب تكشف عن الشحنة الكهربائية

تستخدم في

❖ الكشف عن وجود شحنات كهربائية على الأجسام

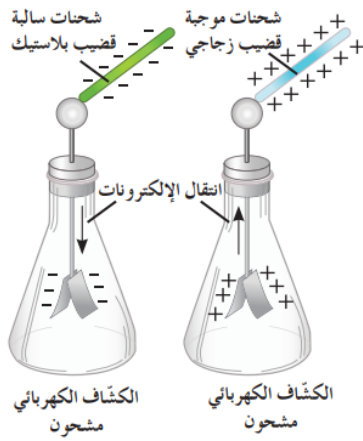
❖ الكشف عن نوع شحنة الجسم المشحون (موجبة أم سالبة)

❖ المقارنة بين مقدار شحنتين على جسمين مختلفين

يتكون الكشاف الكهربائي من

1- دورق 2- مقبض 3- سداة قرص 4- ساق معدنية 4- أوراق معدنية





سؤال: لديك كشاف كهربائي غير مشحون وأجسام مشحونة وأخرى غير مشحونة اشرح كيف يمكن

1- معرفة هل الجسم مشحون ام لا

نلامس الجسم بقرص الكشاف غير المشحون فنكون أمام حالتين

أ- إما تتفرج ورقتا الكشاف فيدل ذلك على أن الجسم مشحون

ب- أو لا تتفرج الورقتان فيدل ذلك على أن الجسم غير مشحون

2- كيف يمكن تحديد نوع الشحنة

نشحن قرص الكشاف بشحنة معلومة (موجبة مثلا) ثم نقرب الجسم من قرص الكشاف

دون تلامس فنكون أمام حالتين

أ- زاد انفراج الورقتين يدل على ان الجسم له نفس شحنة قرص الكشاف (موجب في حالتنا)

ب- قل انفراج الورقتين يدل على ان الجسم له شحنة مخالفة لشحنة قرص الكشاف (سالب في حالتنا)

صف ماذا يحدث لانفراج ورقتا كشاف في الحالات التالية

1- ملاسة جسم مشحون بشحنة موجبة من قرص كشاف غير مشحون	2- تقريب جسم مشحون بشحنة سالبة من قرص كشاف مشحون بشحنة سالبة دون تلامس	3- تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من قرص كشاف مشحون بشحنة سالبة دون تلامس
الحدث: تتفرج الورقتان	الحدث: يزداد الانفراج	الحدث: يقل الانفراج
التفسير: تنتقل الإلكترونات من الورقتين عبر الساق نحو القرص وتشن الورقتان بشحنة موجبة	التفسير: تتنافر الإلكترونات الموجودة الى قرص الكشاف مع الشحنة السالبة للساق وتحرك نحو الورقتان فتزداد الشحنة على الورقتين	التفسير: تنجذب الإلكترونات الموجودة على الورقتين بفعل الشحنة الموجبة للجسم وتنتقل من الورقتين عبر الساق نحو القرص فتقل الشحنة على الورقتين

2. التفريغ الكهربائي

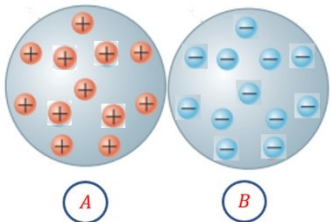
هل يحتفظ الجسم المشحون بشحنته للأبد؟ و لماذا ؟

لا لأن الإلكترونات تميل إلى الحركة المستمرة لتعود بالجسم لحالة التعادل

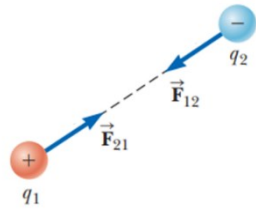
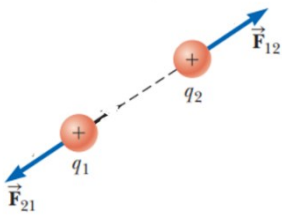
صف ماذا يحدث عند ملاسة جسمين أحدهما موجب والآخر سالب؟

تنتقل الكترولونات من الجسم السالب إلى الجسم الموجب

التفريغ الكهربائي: فقدان الكهرباء الساكنة الناتجة عن انتقال الشحنات الكهربائية بعيدا عن الجسم



3. قانون كولوم



تتبع القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين إلى قانون التربيع العكسي وكان العالم شارل كولوم هو أول من اكتشف هذه العلاقة وحدد العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية بين شحنتين واستخدم كولوم ميزان حساس جدا لقياس القوة الكهربائية بين كرتين صغيرتين مشحونتين بدقة وقد توصل بعد عدة تجارب إلى أنه:

مقدار القوة الكهربائية عند التفاعل المتبادل بين شحنتين كهربائيتين

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

- 1- تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كميتي الشحنتين
 - 2- تتناسب عكسيا مع مربع البعد بين الشحنتين
 - 3- اتجاه القوة الكهربائية دائما على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين
 - 4- في حالة استخدام النظام الدولي للوحدات (SI) فان قيمة ثابت كولوم تساوي: $k = (9 \times 10^9) Nm^2/C^2$
- قانون كولوم** ((القوة الكهربائية بين جسمين مشحونين مهمل حجمهما بالنسبة إلى المسافة الفاصلة بينهما تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما))
- عدد العوامل التي تتوقف عليها القوى الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين :
- 1- مقدار كمية شحنة كل من الشحنتين 2- المسافة بين الشحنتين 3- نوع الوسط

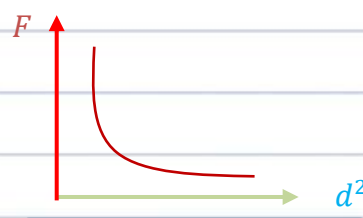
عدد العوامل التي يتوقف عليها مقدار ثابت كولوم

1- نوع الوسط 2- الوحدات المستخدمة

سؤال ارسم الخطوط والمنحنيات المعبرة عن العلاقة بين القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين وكلا من :



حاصل ضرب كميتي الشحنتين

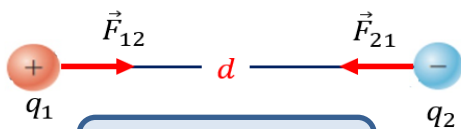


مربع البعد بينهما

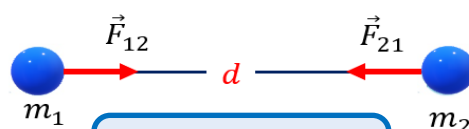


مقلوب مربع البعد بينهما

ملاحظة: قانون كولوم يشبه قانون نيوتن للجاذبية



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



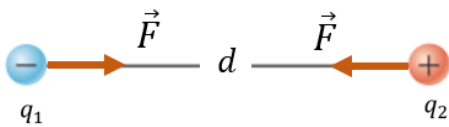
$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

سؤال : قارن بين القوة الكهربائية وقوة التجاذب المادية بين جسمين

من حيث	القوة الكهربائية	قوة الجذب المادية
التشابه	تخضع لقانون التربيع العكسي	
الاختلاف	تتوقف على الشحنة	تتوقف على الكتلة

ملاحظات

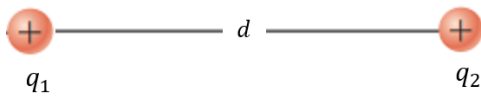
- 1- عندما تؤثر شحنة نقطية بشحنة نقطية أخرى بقوة ما فإن الشحنة الأخرى تؤثر بالشحنة الأولى بنفس مقدار القوة مهما كان مقدار شحنة كلا منهما
- 2- أكبر قيمة لثابت كولوم في الفراغ (الهواء)
- 3- مقدار القوة المتبادلة بين الشحنتين لا تتغير إذا استبدلنا إحدى الشحنتين بأخرى ماثلة لها بالمقدار ومعاكسة لها بنوع الشحنة أو إذا وضعنا شحنة ثالثة بجوار هاتين الشحنتين
- 4- مقدار القوة المتبادلة بين شحنتين لا تتوقف على نوع الشحنتين إنما على مقدار كل منهما



سؤال : شحنة نقطية (q_1) تبعد مسافة (d) عن شحنة نقطية أخرى (q_2)

يفصل بينهما الهواء فكانت القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين مقدارها (F)

ماذا يحدث للقوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين في الحالات التالية



1- استبدلنا الشحنة الأولى بشحنة أخرى ماثلة لها بالقيمة لكنها موجبة الشحنة

الحدث : تبقى نفس المقدار لكن تصبح قوة تنافر

التفسير : لأن مقدار الشحنة لم يتغير لكن نوعها تغير

2- إذا استبدلنا الشحنة الأولى بشحنة أخرى مقدارها مثلي مقدار الشحنة الأولى في الحالة الأولى

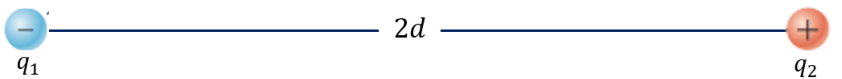
الحدث : تزداد القوة للمثلين

التفسير : لأن القوة تتناسب طرديا مع كمية الشحنة

3- إذا استبدلنا كلا من الشحنتين بشحنتين مقدارهما مثلي مقدارهما في الحالة الأولى

الحدث : تزداد أربع مرات

التفسير : لأن القوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كميتي الشحنتين



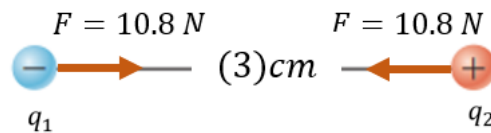
4- إذا زدنا المسافة بين الشحنتين مثلا ما كانت عليه

الحدث : نقل إلى الربع

التفسير : لأن القوة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين الشحنتين

حل التمارين التالية : حيثما لزم اعتبر أن $k = (9 \times 10^9) Nm^2/C^2$

التمرين الأول : شحنتان نقطيتان المسافة بينهما في الفراغ $3cm$ تؤثر إحداهما بالأخرى بقوة كهربائية مقدارها



$F = (10.8)N$ المطلوب احسب مقدار القوة الكهربائية المتبادلة

بينهما عندما تصبح المسافة $6cm$

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{d}{d'}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{10.8} = \left(\frac{3}{6}\right)^2 \Rightarrow F' = 2.7N$$

التمرين الثاني : شحنتان نقطيتان المسافة بينهما في الفراغ (d) تؤثر إحداهما

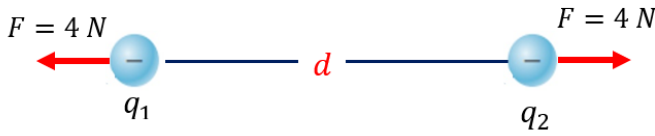
بالأخرى بقوة مقدارها $F = (400)N$ المطلوب احسب مقدار القوة

الكهربائية المتبادلة بينهما عندما تصبح المسافة بينهما نصف ما كانت عليه

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{d}{d'}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{400} = \left(\frac{d}{0.5d}\right)^2 \Rightarrow F' = 1600N$$

مختبر في الفيزياء

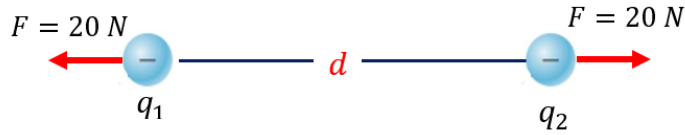
التمرين الثالث: جسمان مشحونان يؤثر أحدهما على الآخر بقوة كهربائية مقدارها $F = (4)N$ احسب مقدار القوة



الكهربائية بعد مضاعفة قيمة الشحنة الأولى فقط

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1'}{q_1} \Rightarrow \frac{F'}{4} = \frac{2q_1}{q_1} \Rightarrow F' = 8N$$

التمرين الرابع: جسمان مشحونان يؤثر أحدهما على الآخر بقوة مقدارها $F = (20)N$ احسب مقدار القوة الكهربائية بعد



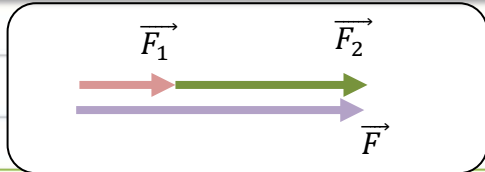
مضاعفة قيمة كل من الشحنتين

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1' \times q_2'}{q_1 \times q_2} \Rightarrow \frac{F'}{20} = \frac{2q_1 \times 2q_2}{q_1 \times q_2} \Rightarrow F' = 80N$$

ملاحظات لحل مسائل القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية

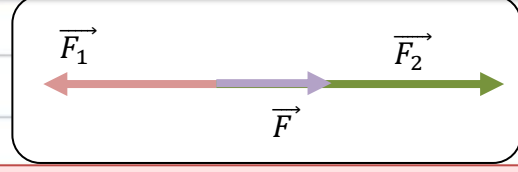
1. ننظر كم شحنة حول الشحنة النقطية المطلوب إيجاد القوة المؤثرة عليها
2. نحسب كل قوة متبادلة بين هذه الشحنة والشحنات المحيطة.
3. نحدد نوع القوة واتجاهها ثم نحسب محصلتهما

القوتان لهما خط عمل واحد وباتجاه واحد
أي الزاوية بين المتجهين تساوي الصفر ($\theta = 0$)



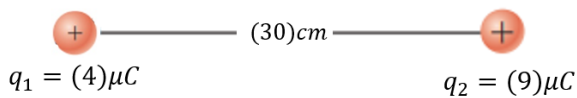
مقدار المحصلة: حاصل جمع مقداري المتجهين
 $[F = F_1 + F_2]$
اتجاه المحصلة: باتجاه القوتين

القوتان لهما خط عمل واحد وباتجاهين متعاكسين
أي الزاوية بين المتجهين تساوي ($\theta = 180$)



مقدار المحصلة: حاصل طرح مقداري المتجهين
 $[F = |F_1 - F_2|]$
اتجاه المحصلة: باتجاه القوة الأكبر

حل المسائل التالية: حيثما لزم اعتبر أن $k = (9 \times 10^9)Nm^2/C^2$



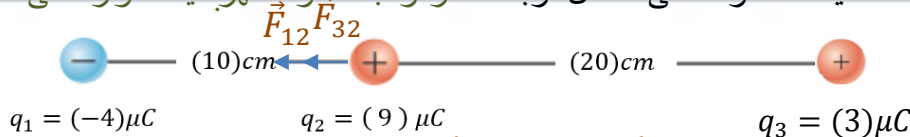
المسألة الأولى: من خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد:

مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين ونوع القوة

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} = 3.6N$$

قوة تنافر

المسألة الثانية: من خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة الثانية:



$$F_{12} = k \frac{q_1 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 32.4N$$

$$F_{32} = k \frac{q_3 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-6}}{(0.2)^2} = 6.075N$$

$$F_2 = F_{12} + F_{32} = 32.4 + 6.065 = 38.475N$$

نحو الغرب

المسألة الرابعة : جسم صغير مشحون بشحنة مقدارها $6 \mu C$ (6) موجود على

مسافة 9 cm من كرة صغيرة شحنتها $150 \mu C$ احسب

أ- مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين (قوة كولوم)

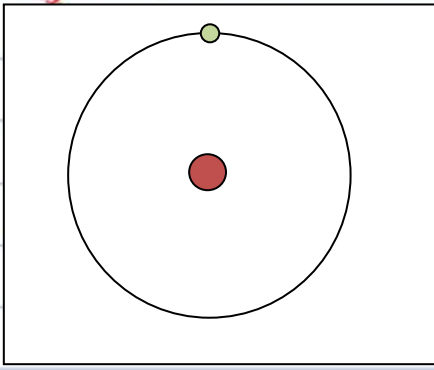
$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{6 \times 10^{-6} \times 150 \times 10^{-6}}{(0.09)^2} = 1000 N$$

ب- كم تصبح هذه القوة إذا أصبحت المسافة بينهما 36 cm

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{d}{d'} \right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{1000} = \left(\frac{9}{36} \right)^2 \Rightarrow F' = 62.5 N$$

ت- كم تصبح هذه القوة إذا أصبحت المسافة بينهما 3 cm

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{d}{d'} \right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{1000} = \left(\frac{9}{3} \right)^2 \Rightarrow F' = 9000 N$$



مراجعة الدرس 1-1

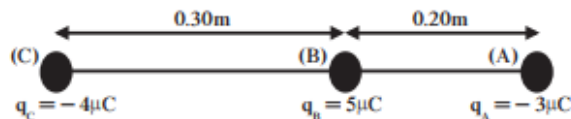
ثالثاً - عندما يتم شحن المشط كهربائياً عبر ذلك بواسطة قطعة قماش من الحرير ، كيف يُمكن معرفة ما إذا كانت شحنته الكهربائية سالبة أم موجبة؟

رابعاً - برأيك ، لماذا تُجهّز شاحنة لنقل الغاز أو النفط بسلسلة معدنية تتدلى من الخلف بشكل يبقى طرفها الأسفل دائماً على تماسٍ مع الأرض؟

خامساً - (أ) احسب مقدار القوة الكهربائية بين شحنتين $q_1 = 50 \mu C$ و $q_2 = 20 \mu C$ يبعدان عن بعضهما بعضاً 20 cm ؟
(ب) كم تصبح هذه القوة إذا استبدلت الشحنة الأولى بشحنة لها ضعف قيمتها .

سادساً - ثلاث كرات متماثلة A و B و C . الكرة A لها شحنة مقدارها $20 \mu C$ والكرة B لها شحنة مقدارها $40 \mu C$ والكرة C لا يوجد عليها أي شحنة . معتمداً على قانون بقاء الشحنة ، احسب شحنة كلّ من الكرات الثلاث بعد أن تلامس الكرة C الكرة A ومن ثم الكرة B .

سابعاً - احسب مقدار القوة المؤثرة على الكرة C وقيمة شحنتها q_C ، من جرّاء وجودها بالقرب من الكرتين A وشحنتها q_A ، و B وشحنتها q_B (انظر الشكل المرفق) .



ثامناً - جسمان يحمل كلّ منهما شحنة كهربائية معينة يُؤثر أحدهما على الآخر بقوة مقدارها $400 N$. احسب مقدار هذه القوة عندما تُصبح المسافة بينهما $\left(\frac{1}{8} \right)$ من قيمتها الأساسية .

مقدمة :

الكهرباء تقسم إلى

1- الكهرباء الساكنة 2- الكهرباء المتحركة

لقد تأخر الاستفادة من الكهرباء حتى اختراع البطارية فقد استخدمت بطارية فولتا كمصدر للقوة الدافعة الكهربائية لإنتاج التيار المستمر في الدوائر الكهربائية

ماذا يحدث عندما يختلف فرق الجهد الكهربائي بين طرفي موصل كهربائي

الحدث: تتدفق الشحنات

ملاحظات

1. تتدفق الشحنات عندما يكون هناك فرق في الجهد بين طرفي الموصل

2. يستمر سريان الشحنات إلى أن يتساوى جهد الطرفين

3. عندما لا يكون هناك فرق في الجهد يتوقف سريان الشحنات عبر الموصل

ماذا يحدث إذا لامس أحد طرفي سلك ما الأرض بينما اتصل الطرف الآخر بكرة مولد (فاندي غراف) المشحون إلى جهد عال

الحدث : تتدفق موجة من الشحنات في السلك لفترة قصيرة حتى يتساوى جهد الكرة مع جهد الأرض

ملاحظة : للحصول على تدفق مستمر للشحنات في موصل ما ، يجب تأمين بعض الإجراءات للحفاظ على فرق الجهد بين طرفي الموصل أثناء تدفق الشحنات.

1. التيار الكهربائي:

التيار الكهربائي هو: سريان الشحنات الكهربائية.

سؤال ما الذي يحمل التيار في الدوائر الكهربائية

أ- في الموصلات الصلبة:

الالكترونات

ب- في المائع : (المحاليل الالكتروليتيّة الموجودة في بطاريات السيارات)

الأيونات الموجبة و الأيونات السالبة

إلكترونات التوصيل : هي الالكترونات تقوم بحمل التيار في الموصلات الصلبة بسبب حرية حركتها في الشبكة

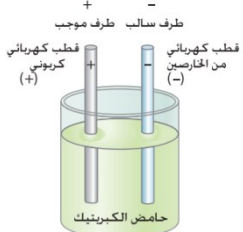
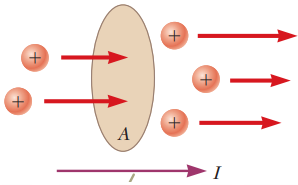
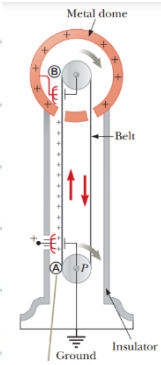
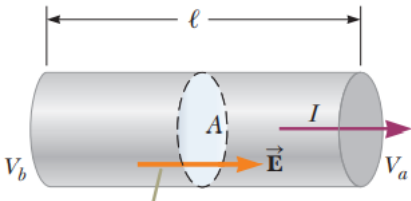
علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تقوم الالكترونات في الموصلات الصلبة بحمل التيار في الدوائر

لأنها تتمتع بحرية الحركة في الشبكة الذرية

2- لا تقوم البروتونات بنقل التيار الكهربائي

لأنها موجودة داخل النواة ومحكومة بأماكن ثابتة



شدة التيار : كمية الشحنة التي تمر خلال أي مقطع في الثانية الواحدة

❖ تعطى علاقة شدة التيار بالشكل التالي :

❖ وحدة قياس شدة التيار في النظام الدولي للوحدات هي الأمبير

❖ الجهاز الذي يقيس شدة التيار هو الأميتر ورمزه () ويوصل في الدائرة على

التوالي مع الأجهزة

الأمبير: هو سريان شحنة مقدارها كولوم واحد لكل ثانية

الكولوم: كمية الشحنة التي تمر عبر أي مقطع سلك في الثانية الواحدة عندما يكون شدة التيار المار في السلك أمبير

واحد أو كمية شحنة تعادل مجموع شحنة (6.24×10^{18}) الكترونا

ماذا يحدث لكمية الشحنة المتدفقة عبر مقطع موصل خلال ثانية إذا ضاعفنا شدة التيار المار في السلك

الحدث : تتضاعف كمية الشحنة

التفسير : لأن كمية الشحنة المتدفقة خلال مقطع موصل خلال زمن تتناسب طرديا مع شدة التيار

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما :

1- بالرغم من حركة الإلكترونات إلا أن الشبكة الذرية تبقى متعادلة

لأن عدد الإلكترونات في البلورة مساو لعدد البروتونات الموجودة في أنوية الذرات

2- محصلة شحنة السلك تساوي الصفر بالرغم من حركة الإلكترونات فيه

لأن عدد الإلكترونات التي تدخل من طرف السلك تساوي عدد الإلكترونات التي تخرج من الطرف الآخر

حل التمارين التالية :

1- احسب مقدار الشحنة لتيار شدته A (3) يمر في سلك في ثانية واحدة .

$$q = It = 3 \times 1 = 3 \text{ c}$$

2- احسب شدة التيار الناتجة عن مرور شحنة مقدارها C (1.5) في سلك خلال (10) ثوان

$$I = \frac{q}{t} = \frac{1.5}{10} = 0.15 \text{ A}$$

2. مصادر الفولت

ماذا يحدث عند وصل كرة مشحونة بشحنة سالبة بأخرى مشحونة بشحنة موجبة عن طريق سلك

الحدث : تندفع دفعة من الشحنات لفترة قصيرة

التفسير : لأن فرق الجهد بين الكرتين يتساوى بعد فترة قصيرة

هل يمكن أن نطلق على الكرتين السابقتين بمصدر جهد

لا

ما الذي يسبب المحافظة على انسياب التيار في الدائرة

وجود مصدر جهد

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- يتطلب استمرار التيار الكهربائي في الدائرة وجود مصدر جهد

2- تستطيع المولدات والخلايا الجافة المحافظة على الانسياب المستقر

لإمداد الشحنات بالطاقة اللازمة لتحريكها في الأعمدة الجافة والسائلة

ملاحظة :

❖ البطارية عبارة عن عمودين أو أكثر متصلين مع بعضهما البعض

❖ تمدنا الأعمدة الجافة والأعمدة السائلة والمولدات بالطاقة اللازمة لتحريك الشحنات في الأعمدة الجافة والسائلة



(1)

كيف يتم إنتاج الطاقة الكهربائية في

أ- البطاريات السائلة: التفاعلات الكيميائية

ب- المولدات: تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية

ما هو الجهاز الذي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية ؟ المولد

فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين: (V) يساوي عدديا مقدار الشغل المبذول (الطاقة) لنقل وحدة الشحنات بين هاتين النقطتين

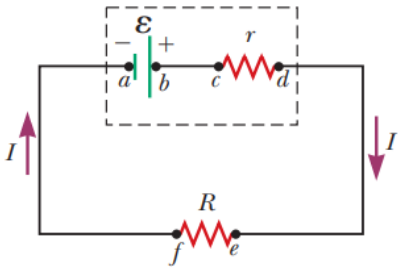
$$V = \frac{E}{q}$$

الجهاز الذي يقيس فرق الجهد هو الفولتميتر

ورمزه — (V) — ويوصل مع الأجهزة على التوازي

قارن بين الأميتر والفولتميتر من حيث

وجه المقارنة	الأميتر	الفولتميتر
الرمز		
ماذا يقيس	شدة التيار	فرق الجهد
كيف يوصل في الدائرة	على التوالي	على التوازي



القوة الدافعة الكهربائية: عبارة عن طاقة الجهد لكل شحنة مقدارها كولوم واحد ناتجة عن الإلكترونات المتحركة بين الطرفين

ملاحظات:

1- تقوم المولدات كالمحولات الموجودة في السيارات بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية

2- تقوم القوة الدافعة الكهربائية بتأمين الضغط الكهربائي اللازم لتحريك الإلكترونات بين طرفي الدائرة

3- كيف نميز بين الشحنات المتدفقة عبر الدائرة والفولت المؤثر

❖ الشحنات تتدفق عبر الدائرة نتيجة لوجود القوة الدافعة الكهربائية

❖ لا يمكن القول أن القوة الدافعة الكهربائية تتناسب عبر الدائرة فالقوة الدافعة لا تتحرك

❖ القوة الدافعة هي من تسبب التيار

أسئلة وتطبيقاتها وحلها

1. احسب فرق الجهد بين نقطتين (A, B) إذا كان مقدار الشغل المبذول لنقل C (5) بينهما يساوي J (125)

$$V = \frac{E}{q} = \frac{125}{5} = 25 V$$

2. أحسب الطاقة اللازمة لشحنة مقدارها C (2) لنقلها بين نقطتين لهما فرق جهد يساوي V (10)

$$E = qV = 2 \times 10 = 20 J$$

مسألة : سلك يجتازه تيار كهربي شدته A (4) لمدة عشر ثوان فإذا علمت أن المنبع يبذل شغلا قدره J (100) لإمرار الشحنة المطلوب

1- كمية الشحنة المتدفقة

$$q = It = 4 \times 10 = 40 \text{ C}$$

2- فرق الجهد الكهربائي

$$V = \frac{E}{q} = \frac{100}{40} = 2.5 \text{ V}$$

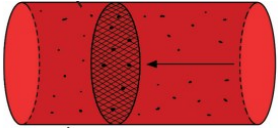
3- عدد الإلكترونات المتدفقة عبر مقطع السلك خلال الزمن السابق

$$N = \frac{q}{e} = \frac{40}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.5 \times 10^{20}$$

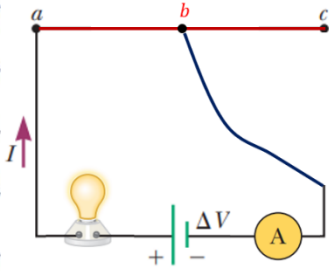
مراجعة الدرس 1-2

- أولاً - ما الشروط التي يجب توفرها لسريان الحرارة؟ وما الشروط المماثلة التي يجب توفرها لسريان الشحنة الكهربائية؟
- ثانياً - ما المقصود بكلمة الجهد؟ وما معنى فرق الجهد؟
- ثالثاً - ما الشروط اللازمة لاستقرار سريان الشحنات في سلك ما؟
- رابعاً - ما هو التيار الكهربائي؟
- خامساً - ما هو الأمبير؟
- سادساً - ما هي القوة الدافعة الكهربائية؟
- سابعاً - بطارية تبذل طاقة J (18) على شحنة C (3). احسب فرق جهد هذه البطارية .

1. المقاومة الكهربائية



تعريف المقاومة الكهربائية للموصل : هي الإعاقة التي تواجهها الإلكترونات أثناء انتقالها في الموصل بسبب تصادمها مع بعضها ومع ذرات الفلز المارة به.



سؤال : هل إذا عرضنا موصلين مختلفين إلى فرق الجهد نفسه، هل سيمر بهما نفس التيار

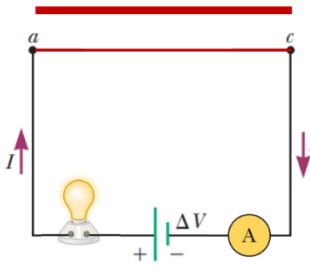
من خلال اجراء التجربة التالية في المختبر

صف ماذا يحدث لإضاءة المصباح ولشدة التيار في الحالات التالية

1- عند نقل المشبك من (b) إلى (c)

الحدث : تقل الإضاءة و شدة التيار

التعليل : لأن المقاومة تزداد

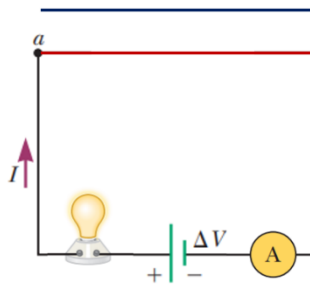


2- عند استبدال السلك (ac) بآخر مماثل له في النوع والطول

لكن مساحة مقطعه أكبر

الحدث : تزداد الإضاءة و شدة التيار

التعليل : لأن المقاومة تقل



3- عند استبدال السلك (ac) بآخر مماثل له في الطول و مساحة المقطع ويخالفه في النوع

الحدث : تتغير الإضاءة وتتغير شدة التيار

التفسير : بسبب تغير المقاومة

من خلال التجربة نستنتج أن : المقاومة الكهربائية لسلك تتوقف على طول السلك

ومساحة المقطع ونوع مادة السلك

ومن خلال التجربة تبين لنا أن : مقاومة الموصل

1. تتناسب طرديا مع طول السلك ($R \propto l$)

2. تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع ($R \propto 1/A$)

3. تتغير بتغير المادة

الخلاصة : القوة الدافعة الكهربائية ليست هي الوحيدة المسؤولة عن سريان الشحنات في الدائرة المغلقة بل أيضا مقاومة

الموصل لها دور في ذلك

ماذا يحدث عند خفض درجة حرارة بعض المواد إلى درجات منخفضة جدا وماذا نسمي هذه المواد

يمكن أن تصبح المقاومة تساوي صفرا وتسمى هذه المواد مواد فائقة التوصيل

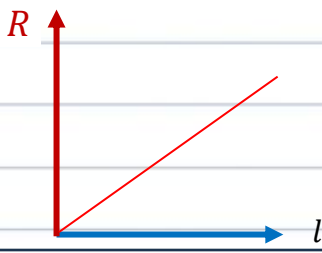
المواد فائقة التوصيل : هي مواد مقاومتها تساوي الصفر عند درجات الحرارة المنخفضة جدا

عدد العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربائية

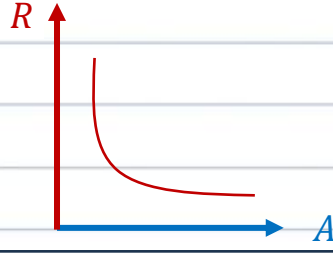
1- نوع المادة 2- طول السلك أو الموصل 3- مساحة سطح السلك أو الموصل 4- درجة الحرارة

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

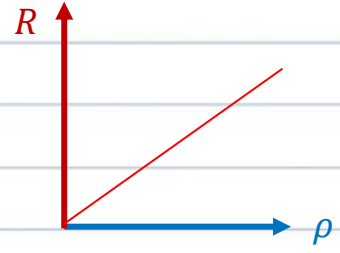
ارسم الخطوط والمنحنيات المعبرة عن تغير المقاومة الكهربائية بتغير:



طول السلك بثبات باقي العوامل



مساحة مقطع السلك بثبات باقي العوامل



المقاومة النوعية لعدة أسلاك مختلفة في نوع المادة بثبات باقي العوامل

معلومات

1- وحدة قياس المقاومة الكهربائية في النظام الدولي للوحدات هي الأوم ورمزها (Ω)

2- الجهاز الذي يقيس المقاومة هو الأوميتر

قارن بين مقاومة الأسلاك المتماثلة في كل شيء عدا وجه المقارنة المطلوب:

وجه المقارنة	أسلاك طويلة	أسلاك قصيرة
المقاومة الكهربائية	أكبر	أقل
وجه المقارنة	أسلاك رفيعة	أسلاك سميكة
المقاومة الكهربائية	أكبر	أقل
وجه المقارنة	درجة حرارة السلك منخفضة	درجة حرارة السلك مرتفعة
المقاومة الكهربائية	أقل	أكبر

تقسم المقاومات إلى



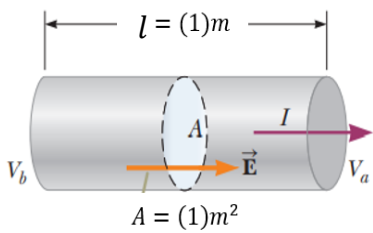
1- مقاومة ثابتة المقدار ورمزها ——— 2- مقاومة متغيرة ورمزها ———

المقاومة النوعية: هي مقاومة موصل طوله متر واحد ومساحة مقطعه متر مربع

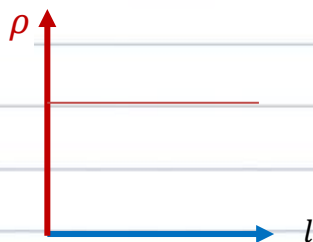
عدد العوامل التي تتوقف عليها المقاومة النوعية

1- نوع المادة 2- درجة الحرارة

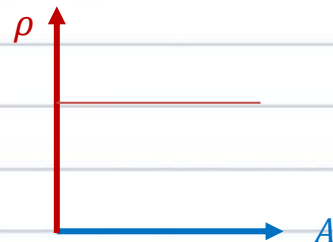
وحدة قياس المقاومة النوعية في النظام الدولي للوحدات هي أوم متر ورمزها ($\Omega \cdot m$)



ارسم الخطوط والمنحنيات المعبرة عن العلاقات الرياضية التالية:



المقاومة النوعية وطول السلك بثبات باقي العوامل



المقاومة النوعية ومساحة مقطع السلك بثبات باقي العوامل

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تزداد المقاومة الكهربائية لموصل بزيادة طوله فقط

لأن عدد التصادمات بين الإلكترونات فيما بينها ومع ذرات الموصل تزداد

2- تزداد المقاومة الكهربائية لسلك للمثلين عند زيادة طوله إلى المثلين بثبات باقي لعوامل

لأن المقاومة تتناسب طرديا مع طول السلك بثبات باقي العوامل

3- تقل المقاومة الكهربائية لموصل بزيادة مساحة المقطع

لأن تدفق الإلكترونات في الموصل يصبح أسهل مما يقلل من عدد التصادمات بين الإلكترونات فيما بينها ومع ذرات

الموصل

4- تقل المقاومة الكهربائية لسلك إلى النصف عند زيادة مساحة مقطعه إلى المثلين بثبات باقي لعوامل

لأن المقاومة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع بثبات باقي العوامل

5- تزداد المقاومة الكهربائية للمواد الموصلة بارتفاع درجة الحرارة (المقاومة العادية والاولمية)

لأنه بارتفاع درجة الحرارة تزداد سرعة اهتزاز الجزيئات مما يزيد عدد التصادمات بين الإلكترونات و ذرات الموصل

قارن بين المقاومة الكهربائية لموصل والمقاومة النوعية

من حيث	المقاومة النوعية	المقاومة الكهربائية
اثر زيادة طول السلك على مقدارها	لا تتغير	تزداد
اثر زيادة مساحة مقطع السلك على مقدارها	لا تتغير	تقل
أثر ارتفاع درجة الحرارة على مقدارها	تزداد	تزداد
وحدة القياس (SI)	أوم متر	أوم
هل تعتبر من خصائص المادة	نعم	لا

حل التمارين التالية :

1- سلك معدني طوله $6m$ مقاومته النوعية $1.6 \times 10^{-8} \Omega.m$. ومساحة مقطعه $3mm^2$

احسب مقدار المقاومة الكهربائية له

$$R = \rho \frac{l}{A} = 1.6 \times 10^{-8} \frac{6}{3 \times 10^{-6}} = 0.032 \Omega$$

2- سلك معدني طوله $2m$ ومساحة مقطعه $4 \times 10^{-6} m^2$ مقاومته 20Ω احسب مقاومته النوعية

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow 20 = \rho \frac{2}{4 \times 10^{-6}} \Rightarrow \rho = 4 \times 10^{-5} \Omega.m$$

3- سلك معدني طوله $50cm$ مقاومته النوعية $1.6 \times 10^{-8} \Omega.m$. مقاومته 5Ω احسب مساحة مقطعه

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow 5 = 1.6 \times 10^{-8} \frac{0.5}{A} \Rightarrow A = 1.6 \times 10^{-9} m^2$$

4- سلك معدني مساحة مقطعه $3.2 \times 10^{-7} m^2$ مقاومته النوعية $1.6 \times 10^{-8} \Omega.m$ مقاومته 0.5Ω احسب طوله

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow 0.5 = 1.6 \times 10^{-8} \frac{l}{3.2 \times 10^{-6}} \Rightarrow l = 100 m$$

Ohm's Law

2. قانون أوم

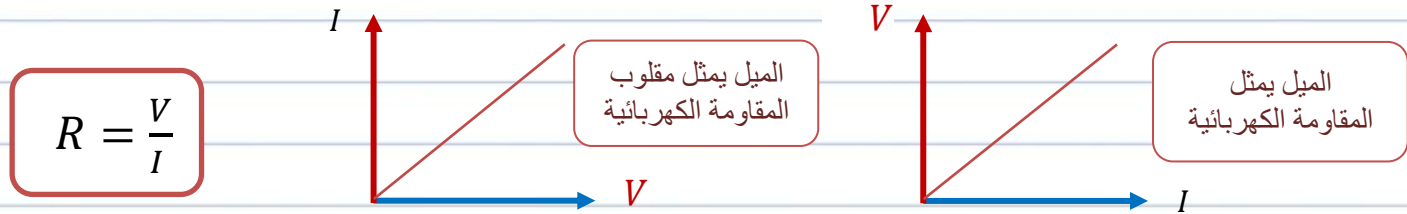
نشاط : من خلال إجراء تجربة عملية لبعض الموصلات الأومية كانت النتائج التالية

$V(V)$	2	4	6	8
$I(A)$	1	2	3	4
$\frac{V}{I} (\Omega)$	2	2	2	2

من خلال نتائج التجربة تستنتج أن: فرق الجهد بين طرفي مقاومة ثابتة يتناسب طرديا مع شدة التيار المار فيه عند ثبات

درجة الحرارة

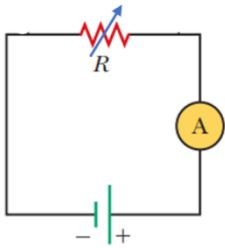
بالاستفادة من الجدول السابق ارسم الخطوط البيانية التالية وحدد الميل في كل علاقة:



قانون أوم : (فرق الجهد بين طرفي مقاومة ثابتة يتناسب طرديا مع شدة التيار المار فيه عند ثبات درجة الحرارة)

تعريف الأوم : مقاومة موصل حين يكون فرق الجهد بين طرفيه $V(1)$ يسري به تيار شدته $I(1)$

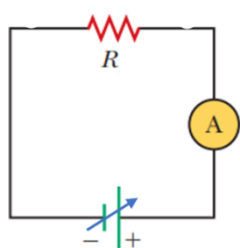
صف ماذا يحدث لقراءة الأميتر



أ- في دائرة تحوي مقاومة متغيرة وبطارية ثابتة الجهد عند زيادة قيمة المقاومة

الحدث: تقل

التفسير: لأنه بثبات فرق الجهد فإن شدة التيار تتناسب عكسيا مع المقاومة



ب- في دائرة تحوي مقاومة ثابتة ومصدر جهد يمكن تغيير قيمته عند زيادة جهد البطارية

الحدث: يزداد

التفسير: لأن شدة التيار تتناسب طرديا مع فرق الجهد بثبات المقاومة

مقاومة غير أومية

لا تحقق قانون أوم

المقاومات الكهربائية

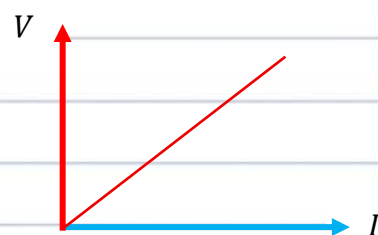
تحقق قانون أوم

مقاومة أومية

ارسم الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن علاقة فرق الجهد بشدة التيار عندما يمر في



مقاومة غير أومية



مقاومة أومية (مقاومة موصل)

قارن بين مقاومة كهربائية أومية و مقاومة لا أومية

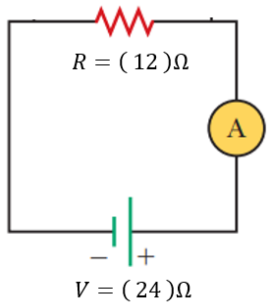
من حيث	مقاومة أومية	مقاومة لا أومية (الغير أومية)
وحدة القياس	أوم	أوم
العلاقة بين الجهد والتيار	طردية خطية	طردية لا خطية
تحقيق قانون أوم	تحقق	لا تحقق

ملاحظة : سنتناول في الدرس المقاومات الأومية فقط.

حل التمارين التالية

التمرين الأول:

من خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد قراءة الأميتر

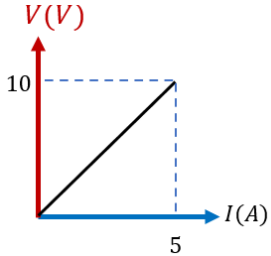


$$I = \frac{V}{R} = \frac{24}{12} = 2 \text{ A}$$

التمرين الثاني:

من خلال المعطيات المدونة على الشكل احسب قيمة المقاومة

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



حل المسائل التالية

المسألة الأولى : سلك من النحاس مقاومته النوعية $(1.6 \times 10^{-8})\Omega.m$ طوله $(20) m$ مساحة مقطعه $(4 \times 10^{-6}m^2)$ طبق بين طرفيه فرق جهد مقداره $(12) V$ المطلوب

1- مقاومة السلك

$$R = \rho \frac{l}{A} = 1.6 \times 10^{-8} \frac{20}{4 \times 10^{-6}} = 0.08 \Omega$$

2- شدة التيار المار في السلك

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{0.08} = 150 \text{ A}$$

3- الشغل المبذول لإمرار الشحنات خلال اربع ثوان .

$$E = qV = VIt = 12 \times 150 \times 4 = 7200 \text{ J}$$

المسألة الثانية : في إحدى تجارب 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 مقطعة $(6.4)mm^2$

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow 5 = 1.6 \times 10^{-8} \frac{l}{6.4 \times 10^{-6}} \Rightarrow l = 2000 \text{ m}$$

مراجعة الدرس 2-2

- أولاً -** ما مقاومة جهاز كهربائي عندما يمر به تيار شدته $(12)A$ ويكون متصلاً بمصدر $V(120)$ ؟
- ثانياً -** ما مقدار شدة التيار الذي يمر خلال مصباح كهربائي مقاومته $\Omega(100)$ عندما يكون فرق الجهد $V(50)$ ؟
- ثالثاً -** إذا كانت مقاومة جسمك $\Omega(10^5)$ ، ما مقدار التيار الذي سيمر في جسمك عندما تلمس طرفي بطارية $V(12)$ ؟
- رابعاً -** إذا كان جلدك رطباً وكانت مقاومتك الكهربائية $\Omega(1000)$ فقط، فما مقدار التيار الذي يمر خلاله جسمك عندما تلمس طرفي بطارية $V(50)$ ؟
- خامساً -** ما هي المقاومة الكهربائية؟
- سادساً -** هل المقاومة الكهربائية أكبر في سلك سميك وقصير أم في آخر طويل ورفيع؟
- ما هو قانون أوم؟
- سابعاً -** إذا كان الجهد المؤثر على دائرة كهربائية ثابتاً، ما التغير الحاصل في التيار عند مضاعفة المقاومة؟
- ثامناً -** ما التغير الذي يطرأ على شدة التيار إذا ظلت المقاومة ثابتة بينما انخفض الجهد إلى نصف مقداره السابق؟

القدرة الميكانيكية : هي الشغل المبذول خلال وحدة الزمن.

- يستخدم هذا المفهوم في الميكانيكا،
- تم قياس القدرة بواسطة وحدة الواط (W)

ما السبب الذي يجعل مصباحين يعملان على نفس الجهد يضيئان بشدتين مختلفتين

بسبب اختلاف قدرة المصباحين

القدرة الكهربائية

عندما يسري التيار الكهربائي في دائرة كهربائية مغلقة، تكون نتيجته إضاءة مصباح أو دوران محرك أو ارتفاع درجة الحرارة

الخلاصة: تتحول الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة.

القدرة الكهربائية: معدل تحول الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى (ميكانيكية، حرارية، ضوئية)

يمكن تمثيل ذلك بالعلاقة الرياضية التالية:

القدرة الكهربائية = الطاقة / الزمن

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

❖ تقاس القدرة بالواط (W)، والطاقة بالجول (J) والزمن بالثانية (s)

$$P = V I$$

فالقدرة الكهربائية هي ناتج ضرب شدة التيار وفرق الجهد.

عدد العوامل التي تتوقف عليها القدرة الكهربائية

1- المقاومة الكهربائية

2- فرق جهد المصدر أو (شدة التيار)

1. الطاقة الكهربائية

1.2 العلاقة الرياضية التي يمكن من خلالها حساب الطاقة المستهلكة في جهاز موصل على فرق جهد V:

$$E = IV t$$

1.3 العلاقة الرياضية التي يمكن من خلالها حساب الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية

$$E = RI^2 t$$

ملاحظات :

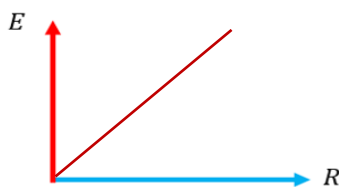
1- تُعرف هذه العلاقة بقانون جول

2- من خلال هذه العلاقة نجد أن الطاقة الحرارية المستهلكة في جهاز تتناسب طرديا مع

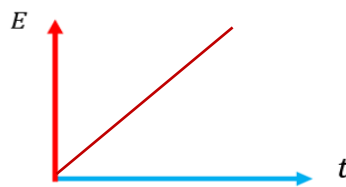
أ- مربع شدة التيار (بثبات باقي العوامل)

ب- مقاومة الموصل (بثبات باقي العوامل)

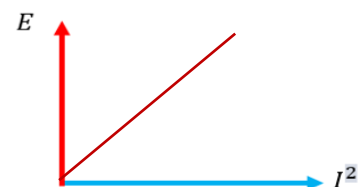
ارسم الخط البياني للعلاقة بين الطاقة الحرارية المستهلكة وكلا مما يلي



بثبات شدة التيار والزمن



بثبات القدرة



بثبات المقاومة والزمن

$$E = P t$$

$$P$$

$$P = VI$$

$$P = RI^2$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

2.2 حساب الطاقة المستهلكة في المنزل

1- تُحسب الطاقة المستهلكة من أي جهاز منزلي بالعلاقة

$$E = P t$$

$$J \quad W \quad s$$

$$Kwh \quad Kw \quad h$$

2- لحساب تكلفة تشغيل جهاز يجب أن نحول الطاقة من الجول إلى وحدة (الكيلو واط - ساعة)

$$(1) KWh = 3.6 \times 10^6 J$$

$$\times 3.6 \times 10^6$$

$$KWh$$

$$J$$

$$\div (3.6 \times 10^6)$$

تكلفة التشغيل = الطاقة المستهلكة بوحدة الكيلو واط ساعة × سعر الكيلو واط ساعة

تمرين : في الشكل المجاور مجموعة من الأجهزة مدون على كل منها مقدار القدرة الكهربائية لكل جهاز والأجهزة موصولة إلى فرق جهد ثابت مقدم من شركة الكهرباء وتم تشغيلها لمدة خمس ساعات متواصلة فإذا علمت أن سعر الكيلو واط ساعة يساوي (25) fils المطلوب:

أكمل الجدول التالي:

المقاومة (Ω)	شدة التيار (A)	الطاقة (Kwh)	تكلفة التشغيل (fils)	
144	0.83	0.5	12.5	مصباح
8	15	9	225	سخان
12	10	6	150	مجفف شعر

أسئلة تطبيقية وحلها

1. ما مقدار التيار الكهربائي المار بمصباح مكتوب عليه (60 W - 120 V)

$$I = \frac{P}{V} = \frac{60}{120} = 0.5 A$$

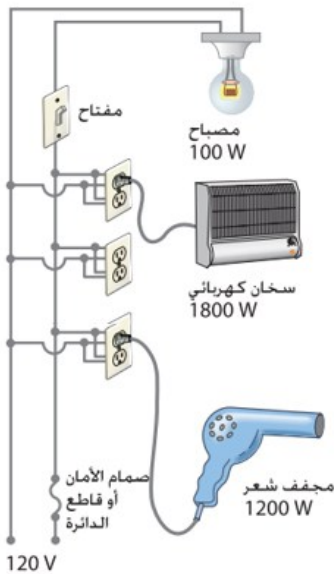
2. احسب الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية $R = (50) \Omega$ يمر فيها تيار شدته A (5) لمدة (10) ثوان.

$$E = R I^2 t = 50 \times (5)^2 \times 10 = 12500 J$$

3. شحنة كهربائية مقدارها C (15) مرت خلال (60) ثانية في مقاومة عليها فرق جهد V (1.2) احسب الطاقة الحرارية المولدة في المقاومة خلال دقيقتين.

$$I = \frac{q}{t} = \frac{15}{60} = 0.25 A$$

$$E = I V t = 0.25 \times 1.2 \times 2 \times 60 = 36 J$$



مراجعة الدرس 2-3

أولاً - عرّف القدرة الكهربائية.

ثانياً - كم تُساوي بالأمبير شدة التيار الذي يمرّ عبر مصباح $W(75)$ عند توصيله بمصدر $V(220)$ ؟

ثالثاً - هل يُمكن تشغيل مكواة قدرتها $W(1200)$ وتعمل على $V(120)$ إذا كان منصهر الأمان يُحدّد التيار بمقدار $A(15)$ ؟

رابعاً - آلة حاسبة كُتِب عليها $(8V, 0.1A)$. ما مقدار القدرة التي تستخدمها هذه الآلة؟ وإذا استُخدمت لمدة ساعة، فما مقدار الطاقة المُستخدمة؟

خامساً - استُخدمت مدفأة كهربائية في داخلها ملفّ تسخين واحد، وتعمل على فرق جهد $V(220)$ ويمرّ فيها تيار شدّته $A(5)$. احسب:
(أ) مقاومة الملفّ الواحد.

(ب) القدرة المُستهلكة عند استخدام الملفّ الواحد.

(ج) الطاقة المُستهلكة بالجول والكيلوواط - ساعة إذا استُخدمت لمدة (6) ساعات.

(د) الثمن الذي ستدفعه إذا كان سعر الكيلوواط - ساعة فلسين.

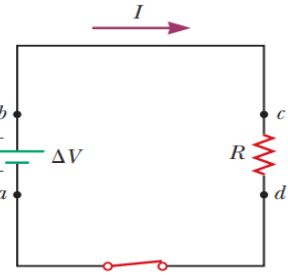
سادساً - سخّان كهربائي كُتِب عليه $(220V, 2200W)$. صُنِعت مقاومته من سلك فلزيّ مساحة مقطعه $(0.16)mm^2$ والمقاومة النوعية لمادّته $\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega.m$. احسب:

(أ) طول السلك الذي صُنِعت المقاومة منه.

(ب) التيار المارّ في السخّان عندما يعمل بشكل طبيعي.

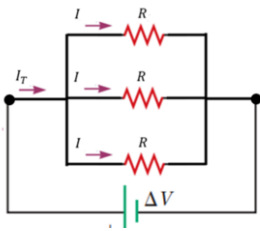
(ج) الطاقة الكهربائية المُستهلكة عند تشغيل السخّان لمدة ساعتين.

الدوائر الكهربائية: عبارة عن مسار مغلق يمكن للإلكترونات أن تتساب خلاله، نستطيع التحكم بانسياب الإلكترونات في الدائرة الكهربائية عبر فتحها لقطع التيار الكهربائي أو إغلاقها للسماح له بالمرور.

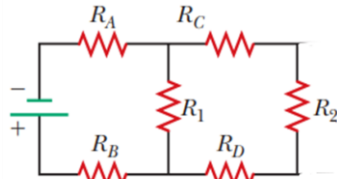


طرق التوصيل

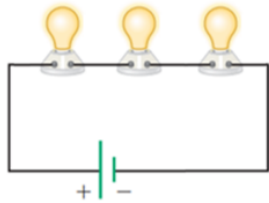
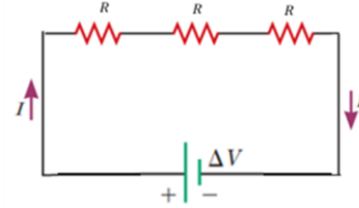
توازي



مختلط



توالي



1. دوائر التوالي

في الشكل المجاور ثلاثة مصابيح متشابهة

1- ماذا يمثل هذا الشكل : توصيل على التوالي

2- ماذا يحدث عند غلق الدائرة : تضيء المصابيح

3- ماذا يحدث لو احترق فتيل أحد المصابيح، أو ببساطة فتح المفتاح: تنطفئ باقي المصابيح

خصائص التوصيل على التوالي:

1- التيار الكهربائي في الدائرة له مسار واحد، فكل مصباح في الدائرة يمر به التيار نفسه.

2- المقاومة الكلية للتيار في الدائرة

أ- تساوي مجموعة المقاومات المفردة على امتداد مسار الدائرة ويُمكن تمثيل ذلك

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

ب- تُساوي القيمة العددية للتيار في الدائرة جهد المصدر مقسوماً على المقاومة الكلية للدائرة، هذا هو قانون أوم

3- يُطبق قانون أوم على كل جهاز في الدائرة على حدة.

4- فرق الجهد بين طرفي كل جهاز يتناسب طردياً مع مقاومته.

5- ينقسم الجهد الكلي المؤثر على دائرة التوالي على الأجهزة المكونة للدائرة بحيث يكون مجموع الجهود الواقعة عبر كل جهاز

من مكونات الدائرة مساوياً للجهد الكلي للمصدر. ويُمكن تمثيل ذلك بالقاعدة الرياضية التالية: $V_T = V_1 + V_2 + V_3$

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1- شدة التيار المار في كل جهاز في حالة التوصيل على التوالي يكون نفسه ويساوي تيار الدائرة

لأن للتيار الكهربائي مسار واحد فقط

2- المقاومة الكلية للدائرة في حالة توصيل الأجهزة على التوالي تساوي مجموع المقاومات المفردة في الدائرة

لأن المقاومة الكلية تنتج من إعاقة مرور التيار الكهربائي في المقاومة الأولى والثانية والثالثة وهكذا

3- المقاومة الكلية للدائرة في حالة توصيل الأجهزة على التوالي تكون أكبر من مقاومة أي جهاز على حدة

لأن المقاومة الكلية تساوي مجموع المقاومات المفردة في كامل الدائرة

4- فرق الجهد بين طرفي كل جهاز في حالة التوصيل على التوالي يتناسب طردياً مع مقاومته.

لأن الطاقة التي تستخدم لتحريك وحدة الشحنات خلال المقاومة الأكبر تكون أكبر من تلك اللازمة لتحريكها خلال المقاومة الأقل

5- ينقسم الجهد الكلي المؤثر على دائرة التوالي على الأجهزة المكونة للدائرة بحيث يكون مجموع الجهود الواقعة عبر كل جهاز من مكونات الدائرة مساوياً للجهد الكلي للمصدر.

لأن الطاقة الكلية التي تستخدم لتحريك وحدة الشحنات خلال الدائرة كلها تساوي مجموع الطاقات اللازمة لتحريك وحدة الشحنات خلال كل من الأجهزة الكهربائية في الدائرة

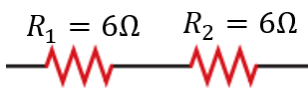
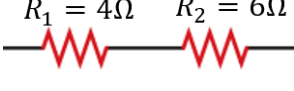
6- عند توقف أحد الأجهزة عن العمل في حالة توصيلها على التوالي يتوقف التيار في الدائرة بالكامل ولا تعمل باقي الأجهزة لأن الدائرة تصبح مفتوحة فيتوقف انسياب الإلكترونات خلالها

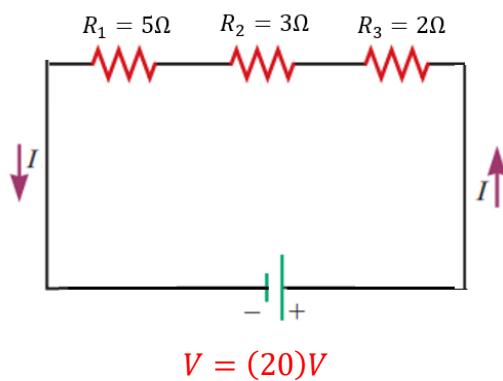
7- لا يصلح توصيل الأجهزة على التوالي في المنازل

لأنه لو تعطل أحد الأجهزة يتوقف سريان التيار في الدائرة لأنها تصبح مفتوحة

ملاحظة : العيب الأساسي في دائرة التوالي لو تعطل أحد الأجهزة تتوقف باقي الأجهزة عن العمل

أوجد المقاومة المكافئة لكل من الدوائر المحددة

		وجه المقارنة
12	10	المقاومة المكافئة (Ω)



حل المسألة التالية: تحتوي دائرة كهربائية على ثلاث مقاومات

($R_1 = 5 \Omega$ ، $R_2 = 3 \Omega$ ، $R_3 = 2 \Omega$) هذه المقاومات موصولة على

التوالي على فرق جهد. $V = 20V$ ، احسب:

1- قيمة المقاومة المكافئة.

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

2- التيار خلال البطارية

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

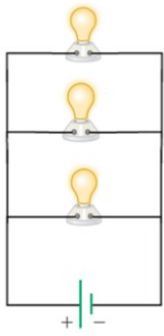
3- الجهد على كل مقاوم.

$$V_1 = R_1 I = 5 \times 2 = 10V$$

$$V_2 = R_2 I = 3 \times 2 = 6V$$

$$V_3 = R_3 I = 2 \times 2 = 4V$$

دوائر التوازي



من خلال الشكل المجاور توجد ثلاثة مصابيح كهربائية متصلة معاً بنقطتين B, A

1- ماذا يُمثل هذا الشكل : **توصيل على التوازي**

2- ماذا يحدث عندما تنطفئ احد المصابيح : **يستمر باقي المصابيح بالعمل**

خصائص التوصيل على التوازي.

1- تتصل كل الأجهزة على التوازي بالنقطتين نفسيهما ويكون فرق الجهد بين طرفي كل جهاز ثابتاً.

2- ينقسم التيار الكلي في الدائرة على الفروع المتوازية

3- يمر التيار بسهولة في الأجهزة ذات المقاومة المنخفضة، أي تتناسب شدة التيار المار

في أي فرع عكسياً مع مقاومة هذا الفرع، ويُطبق قانون أوم على كل فرع على حدة.

4- التيار الكلي في الدائرة يُساوي مجموع التيارات المارة في الفروع المتوازية. $I_T = I_1 + I_2 + I_3$

5- تقل المقاومة الكلية للدائرة بزيادة عدد الفروع المتوازية، عندما يُضاف مسار بين نقطتي

التوصيل في الدائرة،

6- المقاومة الكلية للدائرة تكون أقل من مقاومة أي فرع على حدة، ويُمكن احتساب المقاومة الكلية لمجموعة مقاومات موصلة

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

على التوازي باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1- تقل المقاومة الكلية للدائرة بزيادة عدد الأجهزة في التوصيل على التوازي

بسبب وجود عدة مسارات للإلكترون

2- شدة التيار المار في كل فرع في حالة التوصيل على التوازي يختلف بحسب مقاومة كل فرع ويمر في الفرع الأقل مقاومة تيار

شدته أكبر (أي شدة التيار المار في كل فرع يتناسب عكسياً مع مقاومة الفرع)

لأنه بثبات فرق الجهد فإن التيار يتناسب عكسياً مع المقاومة

3- عند توقف أحد الأجهزة عن العمل في حالة توصيلها على التوازي تستمر باقي الأجهزة بالعمل في باقي الأفرع

لأن لكل جهاز مساره الخاص من طرف البطارية إلى الطرف الآخر (أي لكل جهاز دائرته الخاصة مع البطارية)

4- يتم توصيل الأجهزة في المنازل على التوازي

حتى إذا تعطل أحد الأجهزة تستمر باقي الأجهزة بالعمل ويكون فرق الجهد ثابت لكل فرع

أوجد المقاومة المكافئة لكل من المقاومات بالجدول

		وجه المقارنة
2	1.5	المقاومة المكافئة (Ω)

حل المسألة التالية : تحتوي دائرة كهربائية على مقاومتان قيمتهما $(R_1 = 3 \Omega, R_2 = 6 \Omega)$ متصلتان على التوازي

مع بطارية فرق جهدها $V = (12)V$ المطلوب

1- احسب المقاومة المكافئة (الكلية) للدائرة

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_{eq} = 2 \Omega$$

2- شدة التيار المار في الدائرة

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{2} = 6 A$$

3- شدة التيار المار في كل مقاومة

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{3} = 4 A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{6} = 2 A$$

قارن بين توصيل المقاومات على التوالي وتوصيل المقاومات على التوازي

على التوازي	على التوالي	وجه المقارنة
		رسم الدائرة لثلاث مقاومات غير متساوية
$I_T = I_1 + I_2 + I_3$	$I_T = I_1 = I_2 = I_3$	العلاقة التي تعطي شدة التيار الكلي
$V_T = V_1 = V_2 = V_3$	$V_T = V_1 + V_2 + V_3$	العلاقة التي تعطي الجهد الكلي
$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$	العلاقة التي تعطي المقاومة الكلية
الحصول على مقاومة مكافئة أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة	الحصول على مقاومة مكافئة أكبر من أكبر مقاومة في المجموعة	الفائدة من التوصيل
أصغر	أكبر	قيمة المقاومة المكافئة بالنسبة لقيمة كل مقاومة من المجموعة

سؤال : دائرة تحوي على مقاومة متصلة مع بطارية يمر بها تيار كهربائي شدته (I)

ماذا يحدث لقراءة الأميتر (شدة التيار المار في الدائرة)

أ- عند إضافة مقاومة أخرى على التوالي

الحدث : يقل

التفسير : لأن المقاومة الكلية تزداد وفرق الجهد ثابت والتيار يتناسب عكسيا مع المقاومة بثبات فرق الجهد

ب- عند إضافة مقاومة أخرى على التوازي معها

الحدث : تزداد

التفسير : لأن المقاومة الكلية تقل وفرق الجهد ثابت والتيار يتناسب عكسيا مع المقاومة بثبات فرق الجهد

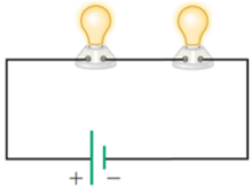
مختبر في الفيزياء

ماذا يحدث لإضاءة المصابيح الموجودة في الدائرة في الحالات التالية (علما أم جميع المصابيح المستخدمة متماثلة)

أ- إضافة مصباح ثالث على التوالي مع المصابيح في الدائرة بالشكل المجاور

الحدث : تقل الإضاءة

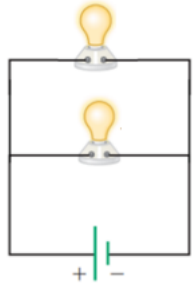
التفسير : لأن المقاومة الكلية للدائرة تزداد



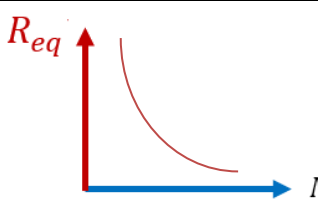
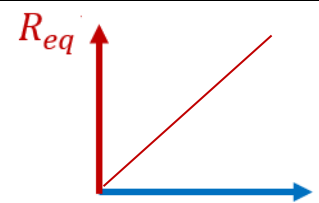
ب- إضافة مصباح ثالث على التوازي مع المصابيح في الدائرة بالشكل المجاور

الحدث : لا تتغير

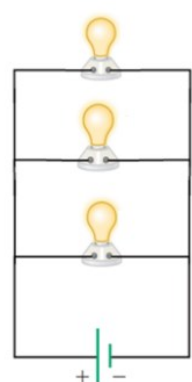
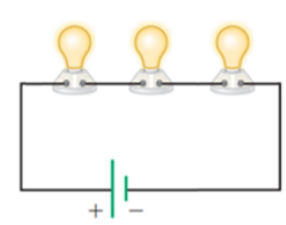
التفسير : لأن لكل مصباح دائرته الخاصة مع البطارية



قارن بين توصيل عدة مقاومات متساوية

على التوازي	على التوالي	وجه المقارنة
$R_{eq} = \frac{R}{N}$	$R_{eq} = NR$	المقاومة المكافئة
$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_N = \frac{I_T}{N}$	$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_N = I_T$	شدة التيار المار في كل مقاومة
$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_N = V_T$	$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_N = \frac{V_T}{N}$	فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة
		العلاقة بين المقاومة المكافئة وعدد المقاومات

تمرين : ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها $12\ \Omega$ متصلة بمصدر $36V$.

توازي	توالي	احسب
		
$4\ \Omega$	$36\ \Omega$	المقاومة الكلية
$3A$	$1A$	شدة التيار في كل مصباح
$9A$	$1A$	شدة التيار الكلي
$36V$	$12V$	فرق الجهد بين طرفي كل مصباح

3. رسوم تخطيطية

الرسوم التخطيطية: هي وصف الدائرة الكهربائية باستخدام رسوم بسيطة

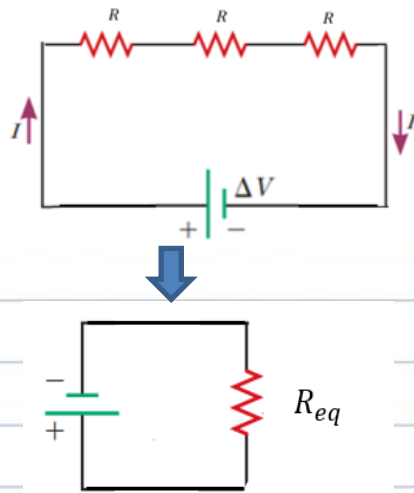
- 1- تحتوي هذه الرسوم على رموز تُستعمل في تمثيل عناصر الدائرة الكهربائية
- 2- حيث تُمثل المقاومة بخط متعرج
- 3- تمثل أسلاك التوصيل بخطوط مستقيمة متصلة.
- 4- تمثل البطارية بمجموعة من الخطوط القصيرة والطويلة المتوازية

الرسم الاصطلاحي	مقاومة ثابتة	بطارية	مفتاح مفتوح	مفتاح مغلق	سلك

1. الدوائر المركبة والمقاومة المكافئة

الدائرة الكهربائية المركبة:

توصيل مجموعة من المقاومات بشبكة واحدة تحتوي على نوعين من التوصيل
المقاومة المكافئة: هي قيمة المقاومة المفردة التي تُشكل الحمل نفسه على البطارية ومصدر القدرة.



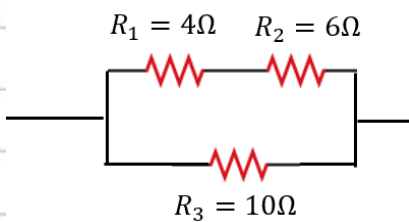
يمكن إيجاد المقاومة المكافئة باستخدام قواعد جمع المقاومات المتصلة على التوالي والتوازي، وذلك للتمكن من احتساب القيم الفيزيائية الأخرى، من شدة التيار في الدائرة أو الجهد على عناصر الدائرة أو غير ذلك.

سؤال: إذا افترضنا أن المقاومة المكافئة $R_{eq} = 12 \Omega$ وفرق جهد البطارية $V_T = 12 V$ فسر لماذا شدة التيار عمليا لا تساوي امبير واحد

بسبب وجود المقاومة الداخلية للبطارية

حل التمارين التالية:

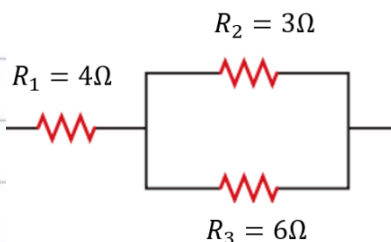
1- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة



$$R' = R_1 + R_2 = 4 + 6 = 10 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{1}{5} \Rightarrow R_{eq} = 5 \Omega$$

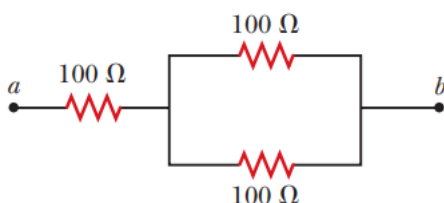
2- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \Rightarrow R' = 2 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R' = 4 + 2 = 6 \Omega$$

3- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة

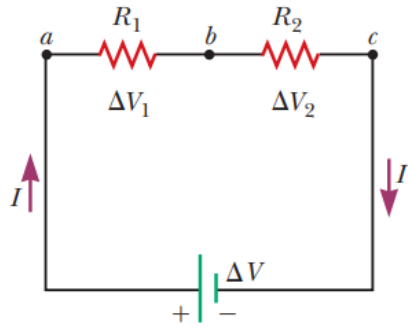


$$R' = \frac{R}{2} = \frac{100}{2} = 50 \Omega$$

$$R_{eq} = 100 + 50 = 150 \Omega$$

حل المسائل التالية

المسألة الأولى: مقاومتان مقداريهما ($R_1 = 4 \Omega, R_2 = 6 \Omega$) وصلتا على التوالي كما في الشكل المجاور مع بطارية فرق جهدها $(20)V$ والمطلوب احسب



1- مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 4 + 6 = 10 \Omega$$

2- شدة التيار المار في البطارية (الدائرة) (شدة التيار الكلي)

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{20}{10} = 2 A$$

3- فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

$$V_1 = R_1 I = 4 \times 2 = 8V$$

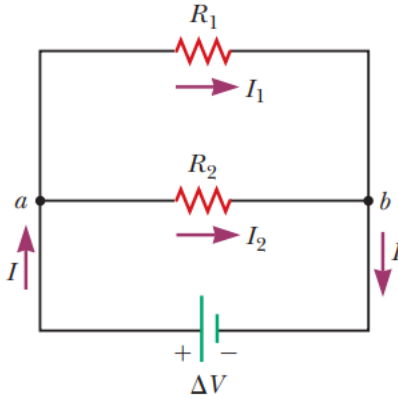
$$V_2 = R_2 I = 6 \times 2 = 12V$$

4- القدرة المستهلكة في المقاومة الأولى

$$P_1 = R_1 I^2 = 4 \times 2^2 = 16w$$

المسألة الثانية :

مقاومتان مقداريهما ($R_1 = 4 \Omega, R_2 = 12 \Omega$) وصلتا على التوازي كما في الشكل المجاور مع بطارية فرق جهدها $(12)V$ والمطلوب احسب



1- مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{1}{3} \Rightarrow R_{eq} = 3 \Omega$$

2- شدة التيار خلال المقاومة (R_1)

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{4} = 3 A$$

3- شدة التيار خلال المقاومة (R_2)

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{12} = 1 A$$

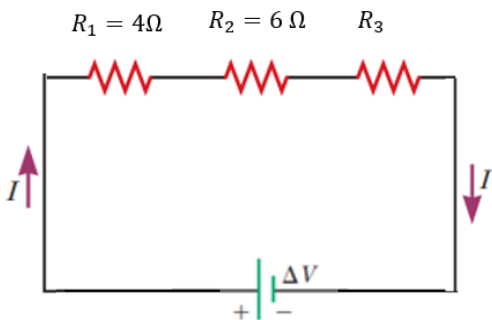
4- شدة التيار المار في البطارية (الدائرة) (شدة التيار الكلي)

$$I_T = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{3} = 4 A$$

5- الطاقة المستهلكة في الدائرة خلال دقيقتين

$$E = R_{eq} I^2 t = 3 \times 4^2 \times 120 = 5760 J$$

المسألة الثالثة : من خلال المعطيات المدونة على الشكل وإذا علمت أن شدة التيار المار في الدائرة $(2)A$ وفرق جهد البطارية $(24)V$ المطلوب



1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

$$R_{eq} = \frac{V}{I_T} = \frac{24}{2} = 12 \Omega$$

2) فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

$$V_1 = R_1 I = 4 \times 2 = 8V$$

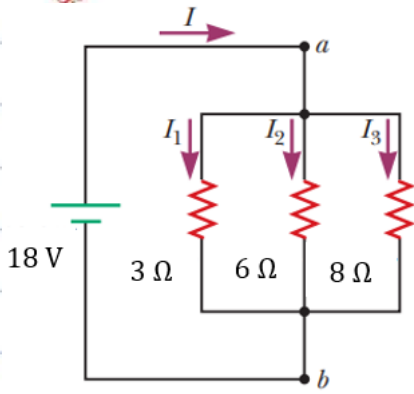
$$V_2 = R_2 I = 6 \times 2 = 12V$$

$$V_3 = V_T - (V_1 + V_2) = 24 - (8 + 12) = 4V$$

3) قيمة المقاومة الثالثة (R_3)

$$R_3 = \frac{V_3}{I} = \frac{4}{2} = 2 \Omega$$

المسألة الرابعة: من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور المطلوب احسب



(1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} = \frac{5}{8} \Rightarrow R_{eq} = 1.6 \Omega$$

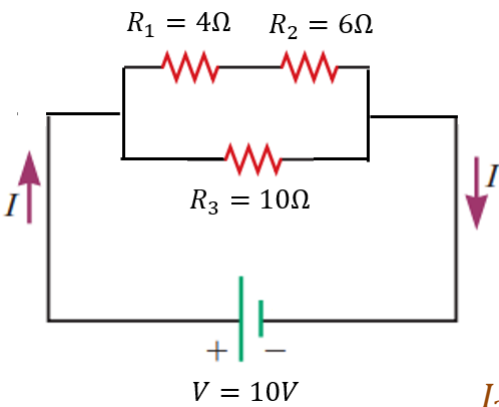
(2) شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{18}{1.6} = 11.25 A$$

(3) شدة التيار خلال كل مقاومة من المقاومات الثلاثة

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{18}{3} = 6 A \quad I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{18}{6} = 3 A \quad I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{18}{8} = 2.25 A$$

المسألة الخامسة: من خلال المعلومات على الشكل المجاور الذي يمثل دائرة كهربائية مركبة والمطلوب احسب



(1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

$$R' = R_1 + R_2 = 4 + 6 = 10 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R}{N} = \frac{10}{2} = 5 \Omega$$

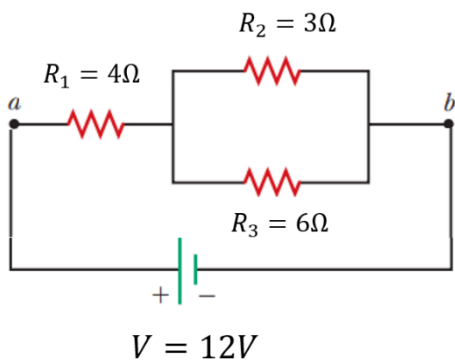
(2) شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{10}{5} = 2 A$$

(3) شدة التيار خلال المقاومة (R_3).

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{10}{10} = 1 A$$

المسألة السادسة: من خلال المعلومات على الشكل المجاور الذي يمثل دائرة كهربائية مركبة والمطلوب احسب



(1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

$$R' = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R' = 4 + 2 = 6 \Omega$$

(2) شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{6} = 2 A$$

(3) فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R_1)

$$V_1 = R_1 I = 4 \times 2 = 8 V$$

المسألة السابعة: من خلال المعلومات المدونة على الشكل وإذا علمت أن قراءة الفولتميتر

كانت $12V$ وقراءة الأميتر $2A$ المطلوب

1- احسب قيمة المقاومة المجهولة في الدائرة

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{2} = 6 \Omega$$

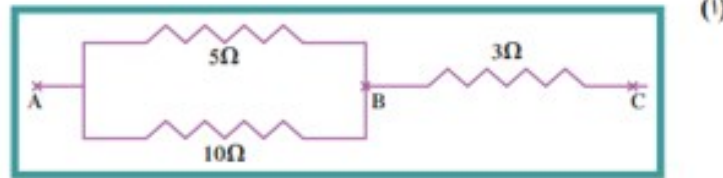
2- فرق جهد البطارية

$$V = R_{eq} I = (6 + 3) \times 2 = 18 V$$

مراجعة الدرس 4-2

أولاً - ماذا يحدث للمقاومة الكلية للدائرة عند إضافة أجهزة أخرى إلى دائرة التوالي وكذلك إلى دائرة التوازي؟
ثانياً - لماذا تقلّ المقاومة الكلية للدائرة عند إضافة أجهزة إلى دائرة التوازي؟

سابعاً - احسب المقاومة المكافئة لكلّ من الدوائر الكهربائية التالية:



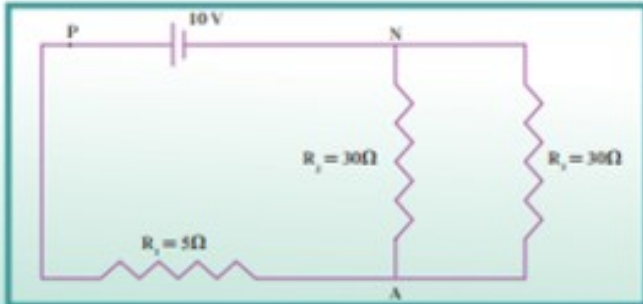
4. ثلاث مقاومات متصلة كما في الشكل: احسب:

(أ) المقاومة المكافئة R^* لكلّ

من المقاومتين R_2 و R_3 .

(ب) المقاومة المكافئة للدائرة الكاملة.

(ج) شدة التيار المارّ خلال البطارية.



تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة في كل مما يلي:

1. جسمان مشحونان يؤثران على بعضهما بقوة F . بعد زيادة شحنة كل منهما إلى المثلين تصبح القوة المؤثرة بينهما:

$$\frac{F}{2} \quad \square$$

$$\frac{F}{4} \quad \square$$

$$2F \quad \square$$

$$4F \quad \square$$

3. تتناسب المقاومة الكهربائية لنقل:

☐ طردياً مع طوله وعكسياً مع مساحة مقطعه

☐ طردياً مع طوله ومساحة مقطعه

☐ عكسياً مع طوله ومساحة مقطعه

☐ عكسياً مع طوله وطردياً مع مساحة مقطعه

4. يُمكن استخدام الكشاف الكهربائي (الإلكتروسكوب) في:

☐ قياس فرق الجهد بين جسمين مشحونين

☐ قياس مقدار الشحنة أو الكشف عنها

☐ قياس مقدار تدفق الشحنات

☐ الكشف عن عدد الشحنات المتدفقة

5. الطاقة اللازمة لنقل شحنة مقدارها $5C$ بين نقطتين يُساوي فرق الجهد بينهما $10V$ هي:

$$50 J \quad \square$$

$$5 J \quad \square$$

$$2 J \quad \square$$

$$0.5 J \quad \square$$

6. إن شدة التيار التي تحتاجها مكوّاة لها قدرة كهربائية $2200W$ وتعمل على فرق جهد $220V$ تُساوي:

$$10 A \quad \square$$

$$1 A \quad \square$$

$$0.1 A \quad \square$$

$$0.01 A \quad \square$$

3. سخّان كهربائي يمرّ فيه تيار شدته $3A$ يعمل على فرق جهد $220V$. احسب:

(أ) مقدار الشحنة التي تمرّ به في دقيقة .

(ب) الطاقة الكهربائية المستهلكة في السخّان .

(ج) مقاومة السخّان واستنتج مساحة مقطع المقاوم إذا كان طول المقاوم $20cm$ والمقاومة النوعية

$$(1.6 \times 10^{-8}) \Omega.m$$

(د) قدرة السخّان .

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. يجذب إلكترون بقوة إلى أحد الجزيئات المشحونة الموجودة على بعد معين منه .
(أ) ماذا يحدث لهذه القوة عند مضاعفة المسافة بينهما؟
(ب) ما هي شحنة هذا الجزيء؟
2. ما أوجه الشبه والاختلاف بين شحنتي البروتون والإلكترون؟
3. ما أوجه الشبه والاختلاف بين قانون كولوم وقانون نيوتن للجذب العام؟
4. كم عدد الإلكترونات في ذرة متعادلة مقارنة بعدد بروتوناتها؟
5. الشحن بالدلك:
(أ) عند انتقال الإلكترونات من فرو إلى ساق من المطاط، ماذا تصبح شحنة الساق؟
(ب) ماذا تصبح شحنة الفرو؟
6. ماذا نعني بالقول إن الشحنات الكهربائية محفوظة دائماً؟
7. ماذا يحدث للتيار المار في المصابيح الأخرى إذا احترق أحد المصابيح:
(أ) المتصلة على التوالي؟
(ب) المتصلة على التوازي؟
8. ثلاثة مصابيح متشابهة متصلة على التوازي مع بطارية $V(6)$. إذا احترق أحدها، ماذا يحدث لشدة التيار في المصباحين الآخرين؟ هل يحدث شيء، نفسه لو كانت متصلة على التوالي؟
9. غير على جهاز كهربائي قديم بجوار مبنى مهجور عليه علامة تجارية توضح أنه يستخدم قدرة $W(8.5)$ و تيار $A(1.7)$. أما فرق جهد التشغيل، فلا يمكن رؤيته نظراً إلى اختفاء جزء من العلامة .
ما مقدار فرق جهد التشغيل لهذا الجهاز؟
10. إذا كانت شحنة الإلكترون الواحد $C(1.6 \times 10^{-19})$ ، فكم عدد الإلكترونات التي يكون مجموع شحناتها $C(1)$ ؟
11. مجفف شعر مكتوب عليه $(1500W - 120V)$ عندما يعمل لمدة ثلاث دقائق : احسب:
(أ) التيار الذي يسحبه مجفف الشعر؟
(ب) الطاقة التي يستخدمها؟
(ج) الطاقة المستخدمة مقدرة بوحدات $KW.h$ ؟ $(1 KW.h = 3.6 \times 10^6 J)$
12. يلزم تيار شدته $A(50)$ مدة ثانيتين لتشغيل السيارة .
(أ) ما مقدار الشحنة التي تُعطىها البطارية لبادئ الحركة في هذا الزمن؟
(ب) كم عدد الإلكترونات في هذه الشحنة؟
13. تم إعطاؤك ثلاث مقاومات كل منها $\Omega(10)$. صف طريقة توصيلها معاً بحيث تكون:
(أ) المقاومة المكافئة لها أكبر ما يمكن؟
(ب) المقاومة المكافئة لها أصغر ما يمكن؟
14. يتصل (50) مصباح زينة على التوالي مع مصدر $V(120)$.
(أ) ما مقدار فرق الجهد بين طرفي كل مصباح؟
(ب) ما مقاومة كل مصباح إذا كان التيار المار خلالها $A(0.01)$ ؟
15. ما تكاليف استهلاك مصباح كهربائي قدرته $W(100)$ يُضاء باستمرار لمدة أسبوع، إذا كان سعر (الكيلواط - ساعة) يُساوي فلسين؟