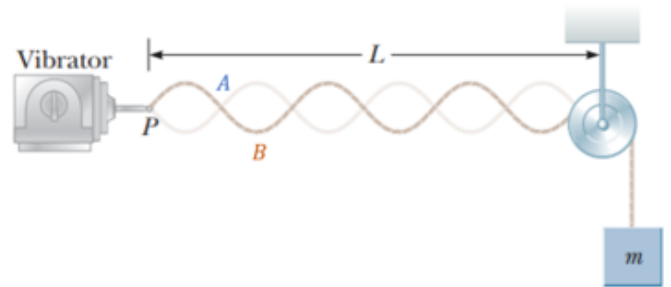
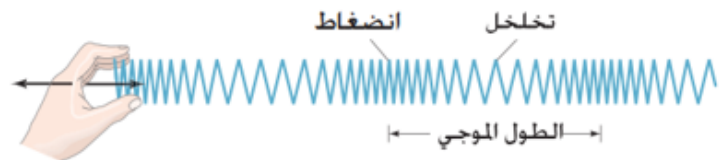
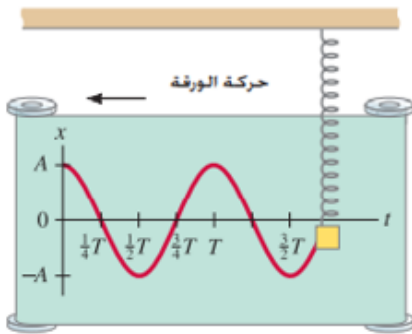


# الصف العاشر

## الوحدة الثالثة الاهتزاز والموجات

الميسر في الفيزياء  
2023-2024



إعداد مدرس الفيزياء: محمد سعيد السكاف

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



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

فالموجة 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

2- هل تنتقل جزيئات الماء :

3- ما الذي ينتقل؟

ماذا تستنتج؟

## 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	
			هل الجسم يكرر حركته خلال فترات زمنية متساوية
			هل يوجد موضع اتزان
			هل توجد قوة ارجاع
			هل تتناسب قوة الارجاع مع الازاحة

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

**الحركة الاهتزازية:** هي الحركة التي يعملها الجسم حول موضع اتزانه بحث يمر من موضع الاتزان مرتين متتاليتين

باتجاهين متعاكسين

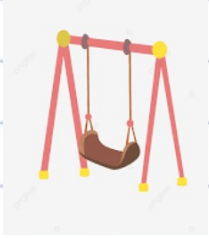
## الحركة الاهتزازية التي تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية تسمى بالحركة .....

ماهي نوع الحركة في

أ- حركة أوتار الآلات الموسيقية



ب- حركة أرجوحة الأطفال



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

### 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 نتركها

**الحدث :**

**التفسير :**

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

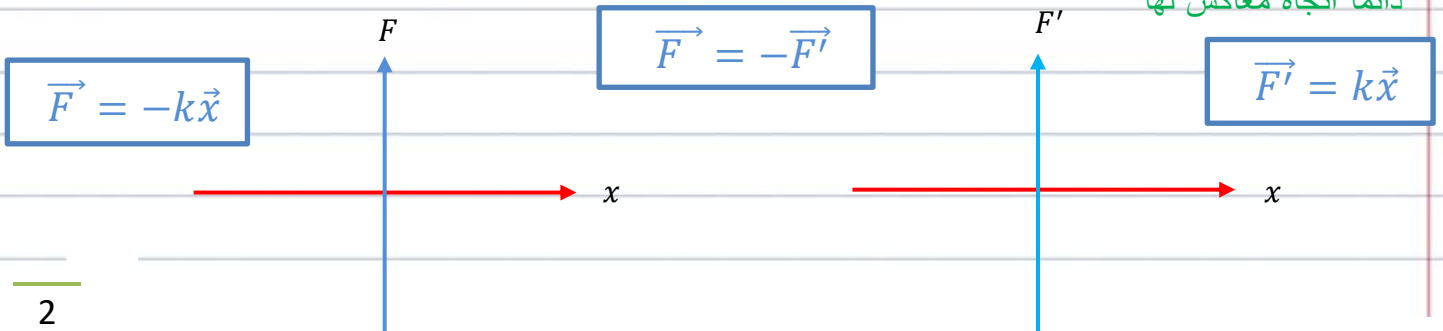
3- تساوي القوة المسببة للاستطالة لكن تعاكسها بالاتجاه

4- تتناسب طرديا مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه

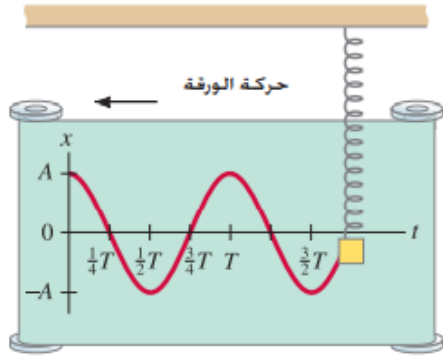
5- تسبب الحركة الاهتزازية للجسم

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

دائما اتجاه معاكس لها



## 1.1 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

**المشاهدة:**

**الاستنتاج:**

## 2.1 خصائص الحركة التوافقية البسيطة

**السعة (A):** هي نصف المسافة التي تفصل بين أبعد نقطتين يصل إليهما الجسم المهتز (أكبر ازاحة للجسم 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؟

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

الزمن الدوري مقلوب التردد والعكس صحيح

**السرعة الزاوية ( $\omega$ ):** مقدار الزاوية التي يمسحها نصف القطر في الثانية الواحدة

وتقاس بوحدة ( $rad/s$ )

ويمكن حسابها من العلاقة :

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

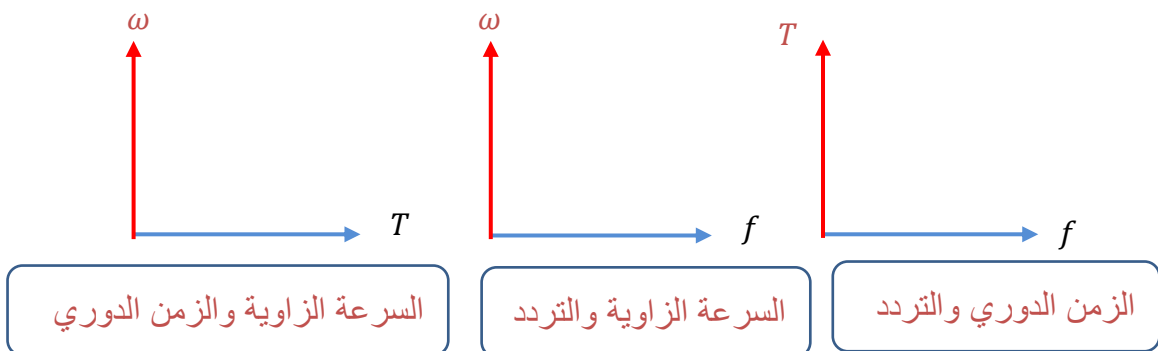
$$f = \frac{1}{T} \quad \leftrightarrow \quad T = \frac{1}{f}$$

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

$$\omega = 2\pi f$$

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

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن العلاقات الرياضية المعبرة عن تغير كلا من المذكور في محاور الأحداثيات بثبات باقي العوامل



**حل التمارين لتالية**

1- جسم يتحرك حركة توافقية بسيط تردده  $(20) Hz$  احسب زمنه الدوري

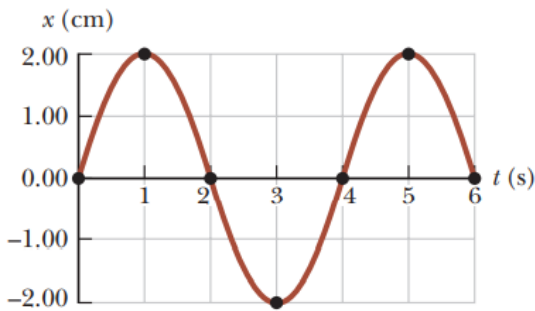
2- جسم يتحرك حركة توافقية بسيط تردده  $(50) Hz$  احسب سرعته الزاوية

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

1. الزمن الدوري

2. التردد

3. السرعة الزاوية



**المسألة الثانية:** جسم يتحرك حركة توافقية بسيط فإن الحركة مثلت بهذا

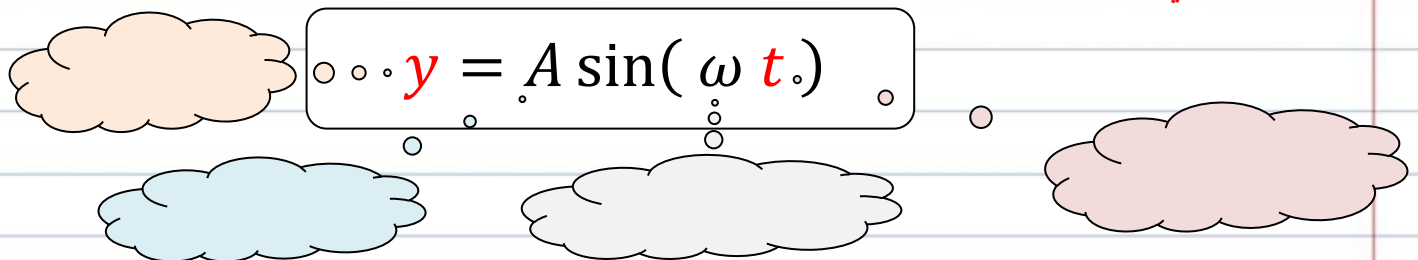
المنحنى في الشكل المجاور فمن خلال المعطيات المدونة عليه أوجد

1- سعة الحركة

2- الزمن الدوري

3- السرعة الزاوية

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

2. السرعة الزاوية

3. التردد

4. إزاحة الجسم بعد نصف ثانية

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

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

1- السعة

2- التردد

3- الزمن الدوري

## الزمن الدوري لكتلة مثبتة في نابض

يمكن حساب الزمن الدوري لنابض من علاقيتين

الزمن الدوري لنابض

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

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

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

-1

-2

### حل التمارين التالية

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

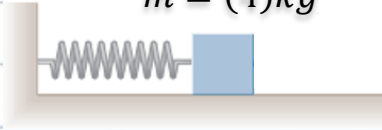
علقت به كتلة مقدارها  $(400)g$  احسب زمنه الدوري



$$m = (4)kg$$

2- من خلال المعطيات المدونة على الشكل وإذا علمت أن

الزمن الدوري للنابض تساوي  $(2)s$  احسب ثابت شد النابض



### ملاحظات مهمة جدا

1- الزمن الدوري لكتلة مهتزة معلقة في نابض

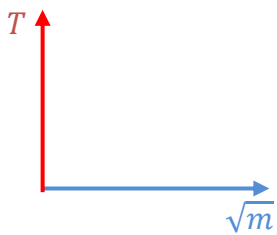
أ- لا يتوقف على **سعة الحركة** (سعة الاهتزازة)

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

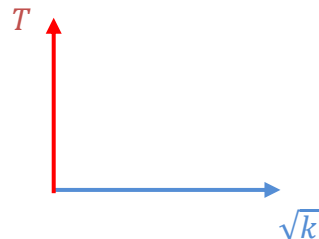
ت- يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لثابت مرونة للنابض

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

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



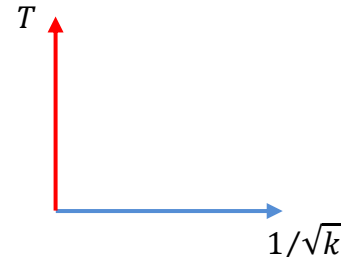
الجذر التربيعي لمقدار الكتلة



الجذر التربيعي لثابت النابض



سعة الحركة



مقلوب الجذر التربيعي لثابت النابض

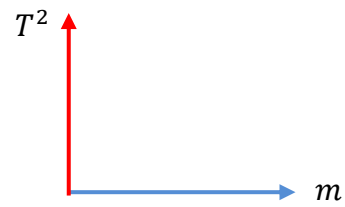
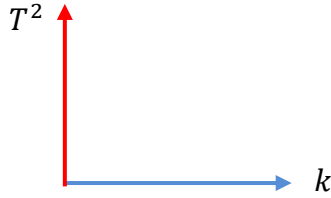
مربع الزمن الدوري يتناسب

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

أ- طرديا مع كتلة الجسم بثبات ثابت مرونة النابض

ب- عكسيا مع ثابت مرونة النابض بثبات الكتلة

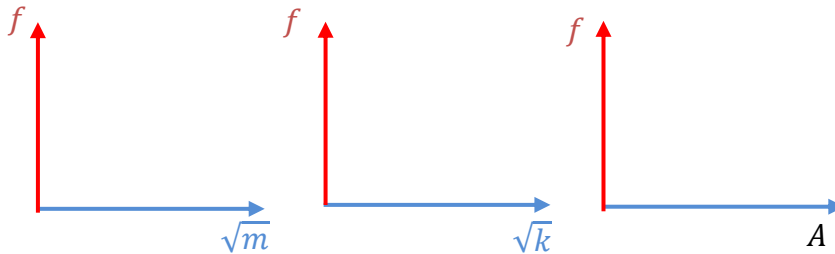
ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير مربع الزمن الدوري لكتلة مهتزة معلقة بنابض مع كلا من المذكور على المحاور بثبات باقي العوامل



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

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

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير تردد كتلة مهتزة معلقة بنابض مع كلا من المذكور على المحاور بثبات باقي العوامل



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

الدوري لجملة كتلة معلقة بنابض في الحالات التالية

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

الحدث :

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

الحدث :

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

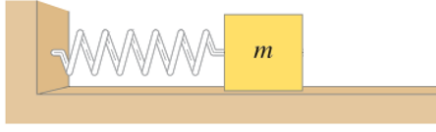
الحدث :

قارن بين الزمن الدوري والتردد

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

### حل المسائل التالية:

**المسألة الأولى:** كتلة مقدارها  $0.25 \text{ kg}$  متصلة مع نابض ثابت القوة له  $25 \text{ N/m}$ ، فإذا سحبت مسافة  $8 \text{ cm}$  يمين موضع الاتزان وتركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة على السطح الأملس. أحسب :



1- الزمن الدوري

2- تردد الحركة

3- السرعة الزاوية

4- مقدار قوة الارجاع العظمى

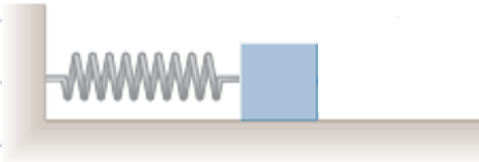
**المسألة الثانية :** نابض مرن حلقاته متباعدة ثابت مرونته  $40 \text{ N/m}$  علقت به كتلة مجهولة سحبت الكتلة مسافة ثم تركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة فأنجزت ( 10 ) اهتزازة خلال  $12 \text{ s}$  أحسب :



1. الزمن الدوري

2. مقدار الكتلة المعلقة

**المسألة الثالثة :** نابض مرن حلقاته متباعدة علقت به كتلة مقدارها  $4 \text{ Kg}$  سحبت الكتلة مسافة ثم تركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة فأنجزت ( 5 ) اهتزازة خلال عشر ثوان أحسب :



1. الزمن الدوري

2. السرعة الزاوية

3. ثابت شد النابض

### أسئلة وتطبيقات وحلها

علق جسم كتلته  $(200 \text{ g})$  بنابض معلق رأسيًا وحينما اتزن 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

2. الزمن الدوري للنابض

3. ثابت النابض

4. السرعة الزاوية



### 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:

التفسير:

اذكر العلاقة الرياضية التي تعطي قوة الارجاع في البندول

هل تعتبر حركة البندول دائما حركة توافقية بسيطة دائما ؟

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

نتيجة : يمكن حساب الزمن الدوري للبندول البسيط من خلال :

الزمن الدوري لبندول يتحرك حركة توافقية بسيطة

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

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

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

-1

-2

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

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

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

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

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

### ملاحظات هامة

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

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

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

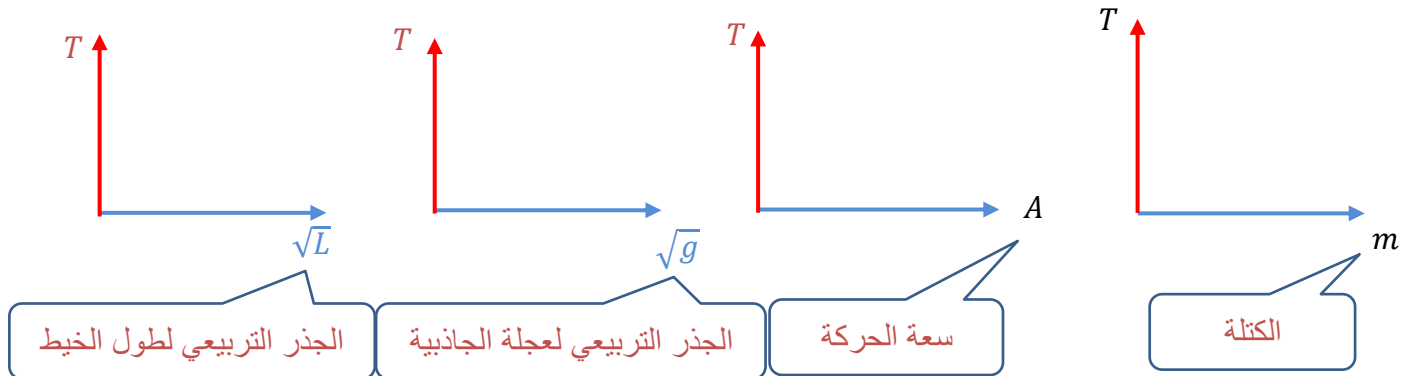
ج- يتناسب طرديا مع **الجذر التربيعي** لطول الخيط ويزداد بزيادة طوله

ح- يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لعجلة الجاذبية

خ- **يتغير** بتغير المكان

د- عجلة الجاذبية على الأرض تساوي ست مرات عجلة الجاذبية على القمر

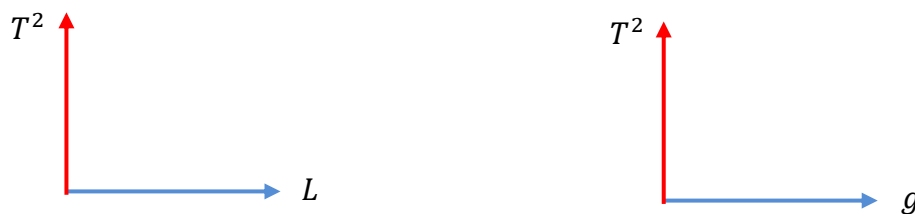
ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير الزمن الدوري لبندول يتحرك حركة توافقية بسيط مع كلا من المذكور على المحاور



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

2- **مربع** الزمن الدوري يتناسب طرديا مع طول خيط البندول

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



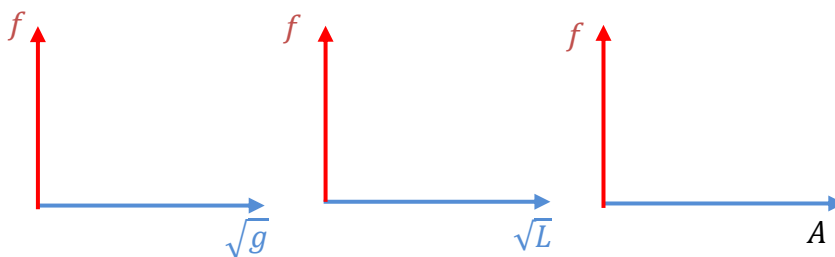
3- الزمن الدوري للبندول عندما يكون على سطح **القمر** اكبر من الزمن الدوري للبندول عندما يتواجد على سطح **الأرض**

4- يمكن استخدام البندول كأداة لحساب عجلة الجاذبية الأرضية

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

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

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير تردد كتلة مهتزة معلقة بنابض مع كلا من المذكور على المحاور بثبات باقي العوامل



### قارن بين الزمن الدوري والتردد لبندول يهتز

من حيث	الزمن الدوري	التردد
أثر زيادة كتلة الثقل المعلق		
أثر زيادة طول خيط البندول		
أثر زيادة سعة الاهتزاز بما يتجاوز $(10^\circ)$		

### قارن بين الزمن الدوري لبندول يتحرك حركة توافقية بسيط 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		
أثر زيادة الكتلة المعلقة		
العوامل التي يتوقف عليها		
العلاقة الرياضية		

حل المسائل التالية :

**المسألة الأولى :** احسب الزمن الدوري لبندول بسيط طوله  $25\text{ cm}$  علما أن عجلة الجاذبية الأرضية تساوي  $(g = 10\text{ m/s}^2)$  ثم احسب تردد البندول

**المسألة الثانية:** بندول بسيط طول خيطه  $1\text{ m}$  ومقدار الكتلة المعلقة في الطرف الحر منه  $100\text{ g}$  ازيح عن موضع اتزانه  $(10^\circ)$  ثم ترك ليهتز حول موضع اتزانه إذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية تساوي  $g = 10\text{ m/s}^2$  المطلوب :

1- الزمن الدوري للبندول

2- تردد للبندول

3- قوة الارجاع عندما تكون الازاحة  $(+5^\circ)$

4- قوة الارجاع العظمى

**المسألة الثالثة:** بندول بسيط طول خيطه ( $L$ ) و مقدار الكتلة المعلقة في الطرف الحر منه  $g(50)$  ازيح عن موضع اتزانه ( $8^\circ$ ) ثم ترك ليهتز 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

2- تردد للبندول

3- السرعة الزاوية

4- طول خيط البندول

## مراجعة الدرس 1-1

**أولاً -** عرّف المصطلحات التالية:

الحركة التوافقية البسيطة - سعة الإهتزازة - التردد - الزمن الدوري

**ثانياً -** احسب الزمن الدوري لجسم يهتز بتردد  $100 \text{ Hz}$ .

**ثالثاً -** بندول بسيط طول خيطه  $1 \text{ m}$  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 -** عُلّق جسم كتلته  $g(200)$  بنابض ثابت القوة لمرونته

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

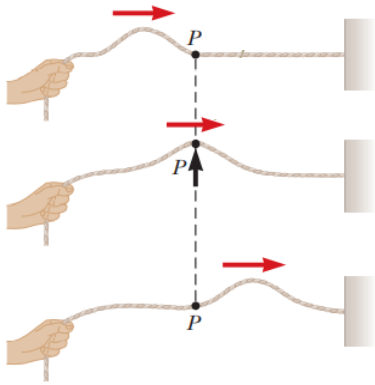
موضع إترانه وتُترك ليتحرك حركة توافقية بسيطة. احسب الزمن

الدوري لهذه الحركة.

**سادساً -** عُلقت كتلة غير معلومة بنابض ثابت مرونته  $200 \text{ N/m}$

وتُركت لتتهتز بحركة توافقية بسيطة. احسب مقدار هذه الكتلة إذا

كان التردد يُساوي  $6 \text{ Hz}$ .



اجب عن الأسئلة التالية :

1- كيف تصلنا معظم المعلومات

2- هل تنتقل المادة مع انتقال الطاقة

3- عدد العوامل التي تتوقف عليها سرعة انتقال الموجة

4- ما هو الصوت وكيف يصل إلى آذاننا

5- ما هو الضوء

6- الإشارات التي تستقبلها أجهزة الراديو والتلفاز كيف تنتقل إلينا؟

### تقسم الموجات

غير ميكانيكية (لامادية)

موجات لا تحتاج وسط مادي لانتشار فيه

ميكانيكية (مادية)

موجات تحتاج وسط مادي لانتشار فيه

قارن بين الضوء والصوت من حيث

الصوت	الضوء	
		مستعرضة - طولية
		مادية - غير مادية

### 1. خصائص الموجات

عدد 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  $(v = f \lambda)$

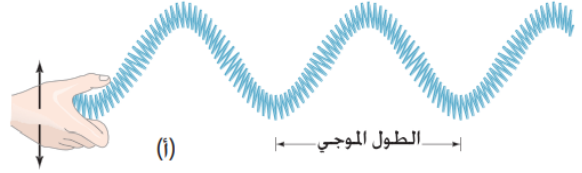
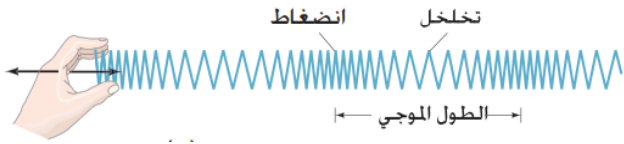
## تقسم الموجات

### موجات طولية

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

### موجات مستعرضة

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

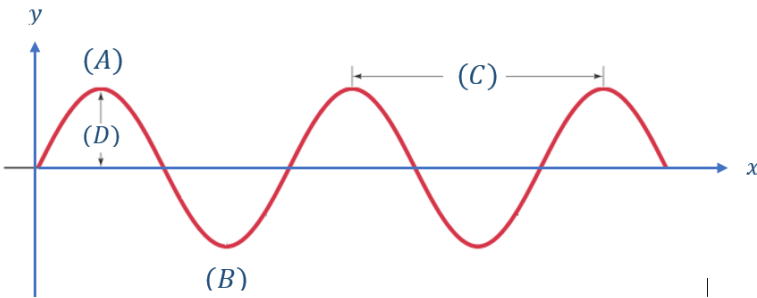


**طول الموجة المستعرضة:** المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين

**طول الموجة الطولية:** المسافة بين مركزي تضامطين متتالين أو مركزي تخلخلين متتالين

**نشاط (1):**

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



1- ماذا يمثل الحرف (A)

2- ماذا يمثل الحرف (B)

3- ماذا يمثل الحرف (C)

4- ماذا يمثل الحرف (D)

5- ما هو نوع الموجة

**نشاط (2):**

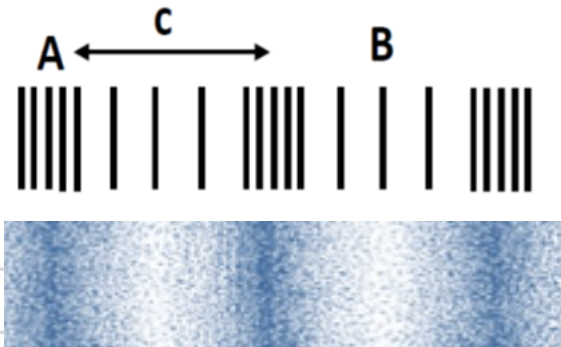
من خلال الرسم البياني التالي المطلوب

أ- ماذا يمثل الحرف (A)

ب- ماذا يمثل الحرف (B)

ت- ماذا يمثل الحرف (C)

ث- ما هو نوع الموجة



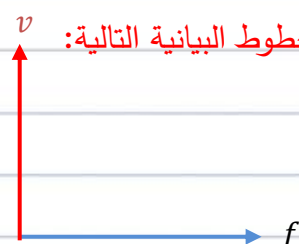
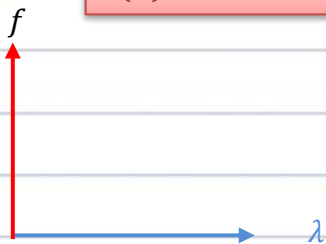
تردد الموجة ( $f$ )

طول موجة الموجة ( $\lambda$ )

سرعة انتشار الموجة لا تتوقف على

**ملاحظة**

ارسم الخطوط البيانية التالية:



تردد الموجة وطولها الموجي

الزمن الدوري والتردد

سرعة انتشار الموجة والتردد

انتشار في الفيزياء



الطول الموجي والزمن الدوري

سرعة الانتشار وطول الموجة

سرعة انتشار الموجة والزمن الدوري

انتبه

1- حاصل ضرب التردد في طول الموجة يساوي سرعة انتشار الموجة

2- بينما حاصل ضرب التردد في الزمن الدوري يساوي الواحد

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

صف ماذا يحدث في الحالات التالية مع التعليل

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

الحدث:

التفسير:

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

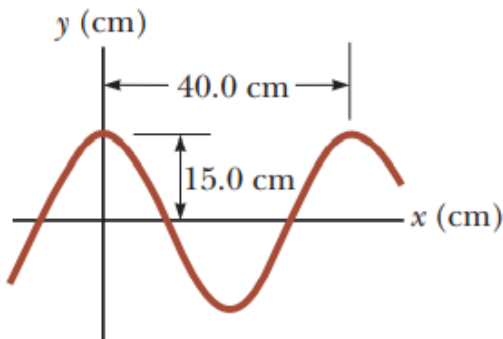
الحدث:

التفسير:

3- لطول موجة على سطح مسطح مائي عندما تنتقل من مياه ضحلة إلى مياه عميقة .

الحدث:

التفسير:



حل المسائل التالية :

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

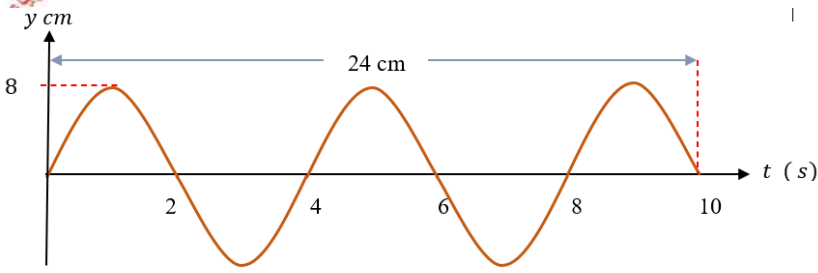
الزمن الدوري للموجة  $s(0.2)$  المطلوب:

1- سعة الموجة.

2- طول الموجة.

3- سرعة الموجة.

**المسألة الثانية :** في الشكل المقابل: يوضح الإزاحة بالمترو الزمن بالثانية لموجة مستعرضة من الرسم أوجد



1- سعة الحركة

2- تردد الحركة

3- طول الموجة .

4- سرعة انتشار الموجة .

قارن بين الموجات المستعرضة و الموجات الطولية

الموجية الطولية	الموجية المستعرضة	
		ارسم شكلا توضيحيا
		مما تتكون
		اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط بالنسبة لاتجاه انتشار
		أمثلة عليها



2. انعكاس الصوت وانكساره

تعريف الصوت: اضطراب ينتقل في وسط نتيجة اهتزاز

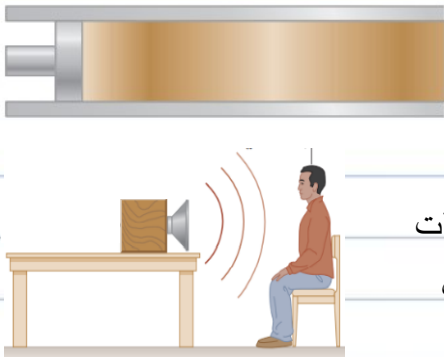
خصائص الصوت

1. يعتبر الصوت موجات طولية

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

-4

-3

-2

-1



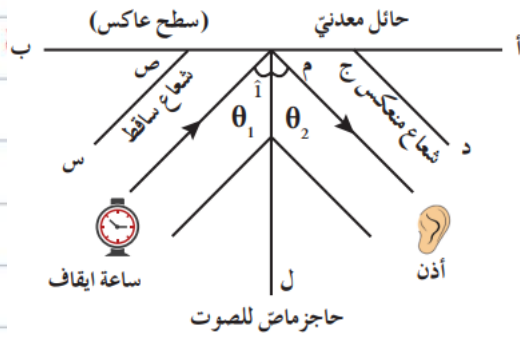
## 1.2 انعكاس الصوت

ماذا يحدث للموجات عندما تصل إلى سطح عاكس

الحدث :

انعكاس الصوت : هو ارتداد الصوت عندما يقابل سطحاً عاكساً

متى يحدث انعكاس الصوت



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

الحدث :

-1

-2

-3

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

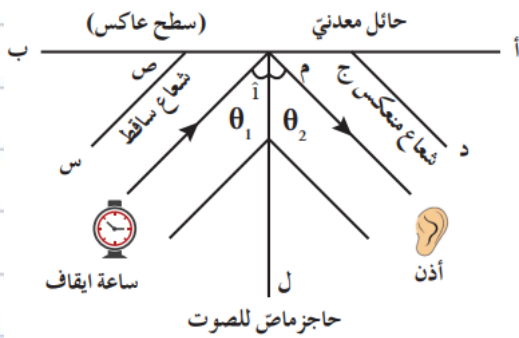
ماذا يحدث للطاقة الصوتية عند سقوط الموجات لصوتية على

أ- الحديد والخشب :

الحدث :

ب- الصوف والقماش :

الحدث :



قانونا الانعكاس

القانون الأول : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة

السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوٍ واحد عمودي على

السطح العاكس

القانون الثاني : زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1- يتخاطب رواد الفضاء على سطح القمر بلغة الإشارة ( أو باستخدام اللاسلكي )

2- نسمع صوت الرعد متأخراً عن رؤيتنا للبرق بفواصل زمنية

3- نرى ضوء الشمس ولا نسمع الانفجارات التي تحدث فيها

#### 4- تجعل جدران أستوديوهات تسجيل الصوت مغلفة بالقماش أو الصوف

#### 5- الموجة الصوتية الواردة والموجة المنعكسة لها نفس التردد وطول الموجة

### 3.2 انكسار الصوت

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

الحدث :

التفسير :

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

**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 :

التفسير :

أتمم سير الشعاع في الشكل المجاور

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

الحدث :

التفسير :

أتمم سير الشعاع في الشكل المجاور

ملاحظة : يمكن للصوت أن ينكسر بتأثير الرياح أيضا

**علل لما يأتي تعليلا علميا سليما**

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

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

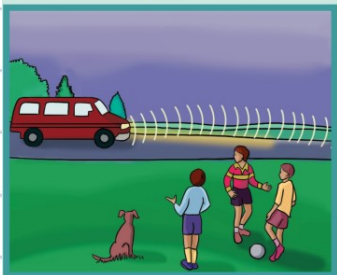
**3-** يستطيع الأطفال سماع الصوت الصادر من سيارة في الليل من مسافة بعيدة ولا يستطيعون

سماعه في النهار

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



أثناء النهار

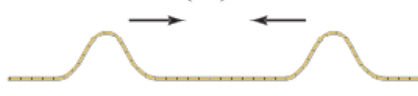


أثناء المساء (الليل)

### 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 ؟



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



3- ماذا تسمى التي تتجمع عندها الموجات عندما تلتقي؟

4- ماذا تساوي الإزاحة الكلية عندما تلتقي الموجات في الحالة



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

**مبدأ التراكب:** هو تجمع (تلاقي) موجتان أو أكثر من نفس النوع في نقطة التراكب وتكون إزاحتها مساوية للإزاحة الكلية الناتجة عن مجموع الإزاحتين وبعد عبور نقطة التراكب تستعيد كل موجة شكلها وتكمل بالاتجاه الذي كانت عليه .  
اذكر شرط حدوث التراكب :

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

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

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

### 4. تداخل الموجات

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

1- ماذا يسمى هذا النوع من التداخل

2- متى يحدث هذا التداخل

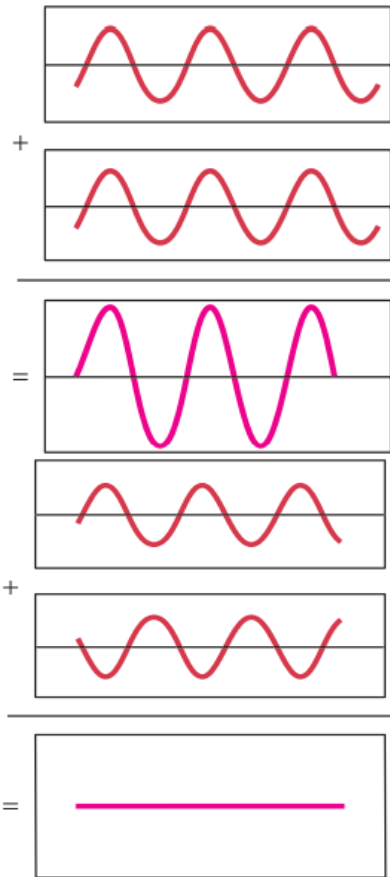
3- ماذا ينتج من هذا النوع من التداخل

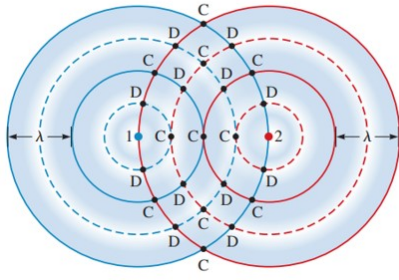
**نشاط (2) :** الشكل المقابل يوضح ظاهرة التداخل بين موجتين المطلوب:

1- ماذا يسمى هذا النوع من التداخل

2- متى يحدث هذا التداخل

3- ماذا ينتج من هذا النوع من التداخل





**التداخل :** هو تراكب 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 مثلا
- ب- التداخل الهدمي : حيث تلغي الموجات بعضها كالتقاء قمة موجة مثلاً مع قاع موجة أخرى
- ت- قارن بين الشكلين

		من حيث
		نوع التداخل
		متى يحدث
		الإزاحة لمحصلة



#### 5. حيود الصوت

ماذا يحدث للموجات عندما يصادف مسار الموجات حافة حادة أو فتحة

**الحدث :**

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

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

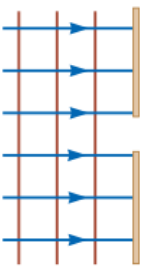
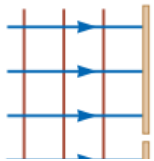
2- ماذا تسمى هذه الظاهرة :

3- قارن بين الموجات بعد عبور الفتحة

أ- ماذا تلاحظ :

ب- ماذا تستنتج:

كيف يمكن التحقق من هذه الظاهرة عمليا



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

فسر فيزيائيا لماذا يمكنك سماع صوت يفصل بينك وبينه حاجز

## 6. الموجات الموقوفة

مما تتكون الموجات الموقوفة



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

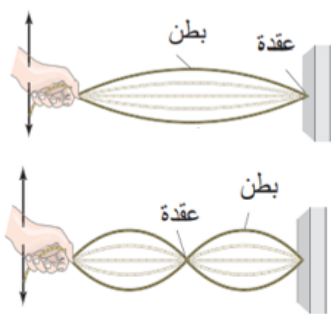
**البطن :** منطقة في الموجة الموقوفة تكون فيها سعة الاهتزاز تساوي قيمة عظمى

**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 بطنيين متتاليين

**فسر لماذا يسمى هذا النوع من الموجات بالموجات الموقوفة**



**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 :**

طول الموجة بدلالة طول الوتر	طول الوتر بدلالة طول الموجة	تردد النغمة بدلالة النغمة الأساسية	نوع النغمة	عدد القطاعات	

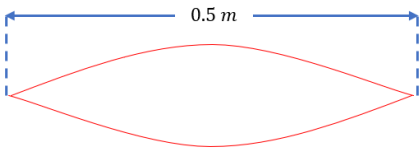
1- ما هي العلاقة التي من خلالها نحسب طول الوتر ( $L$ ) بدلالة طول الموجة ( $\lambda$ ) وعدد القطاعات ( $n$ )

2- ما هي العلاقة التي من خلالها نحسب طول الموجة ( $\lambda$ ) بدلالة طول الوتر ( $L$ ) وعدد القطاعات ( $n$ )

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

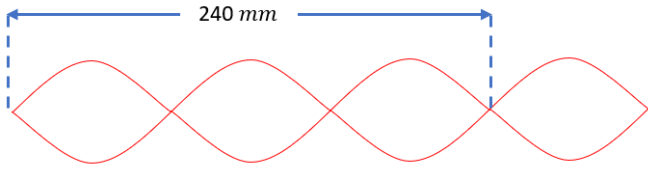
من خلال المعطيات المدونة على الأشكال المرفقة في كل سؤال احسب طول

الموجة في كل حالة



-1

-2



مثال (1) : اهتز حبل طوله  $240 \text{ cm}$  اهتزازا رنينيا في ثلاث قطاعات عندما كان التردد  $15 \text{ hz}$  المطلوب :

1. اسم النغمة

2. احسب طول الموجة المتكونة في الوتر

3. احسب سرعة انتشار الموجة في الحبل

## 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

4- ما نوع الموجة المتشكلة في الوتر

5- فسر كيف يتم تشكل الموجات الموقوفة في الوتر

6- من خلال تجربة ملد للموجات الموقوفة في الأوتار نستطيع أن

أ-

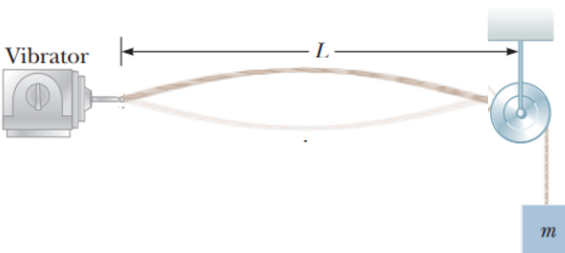
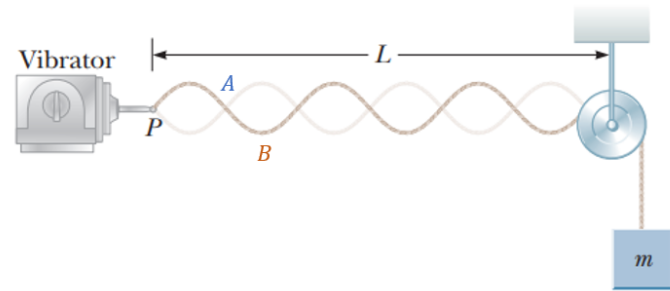
ب-

س: عدد العوامل التي تتوقف عليها تردد نغمة الأساسية وتر :

1-

2-

3-



## 1- طول الوتر

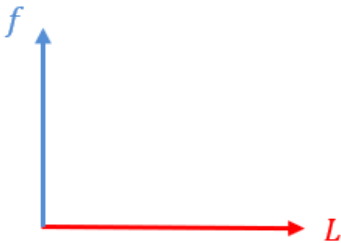
يتناسب تردد النغمة الأساسية لوتر مهتز عكسيا مع طول الوتر (بثبات باقي العوامل)

المقارنة بين ووترين مختلفين بالطول ومتماثلين بباقي العوامل

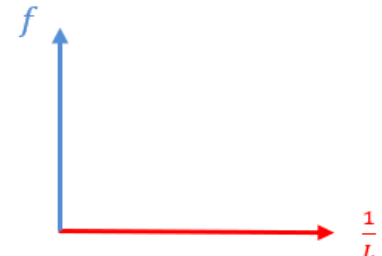
نستخدم

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

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



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 (بثبات باقي العوامل)

(b) مربع تردد النغمة الأساسية لوتر مهتز يتناسب طرديا مع **قوة الشد** (بثبات باقي العوامل)

في حال تغيرت قوة الشد في المؤثرة على الوتر وتمثالا بباقي العوامل

نستخدم

$$f \propto \sqrt{T}$$

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



العلاقة البيانية بين تردد النغمة الأساسية والجذر التربيعي لقوة الشد



العلاقة البيانية بين تردد النغمة الأساسية ومقلوب الجذر التربيعي لقوة الشد



العلاقة البيانية بين مربع تردد النغمة الأساسية وقوة الشد

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

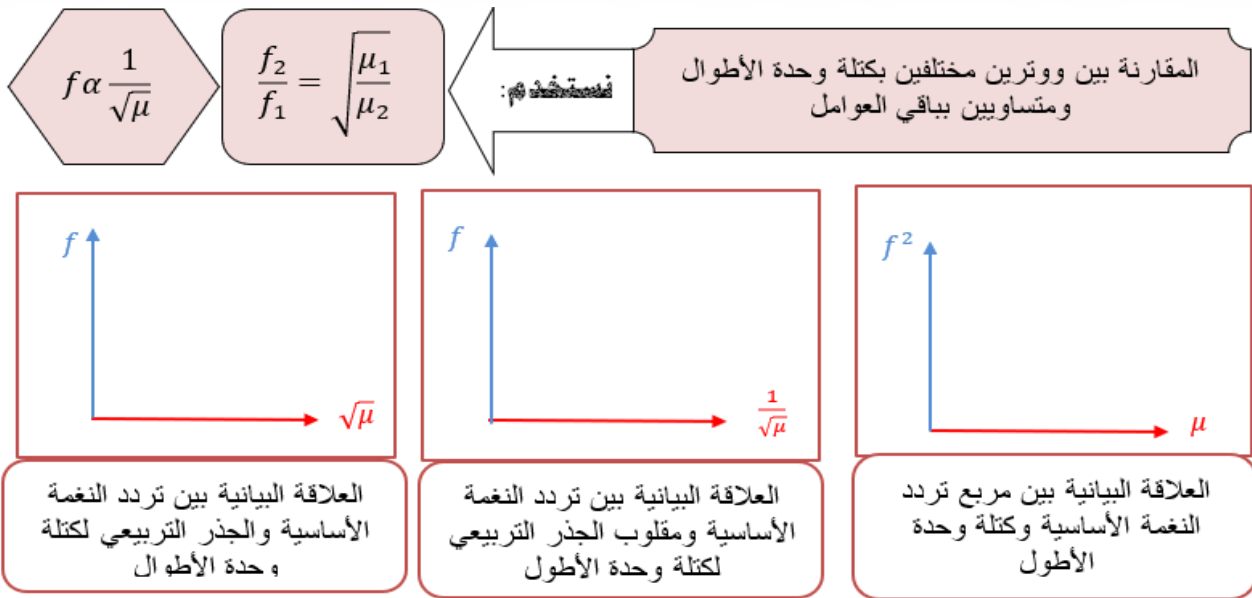
$$T = w = m' g$$

تحسب من العلاقة :



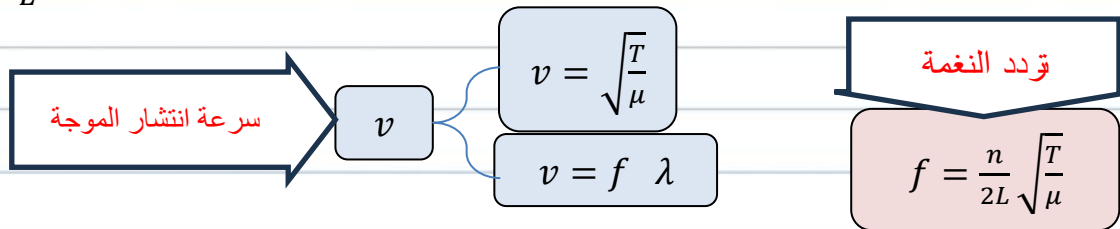
### 3- كتلة وحدة الأطوال

- (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)

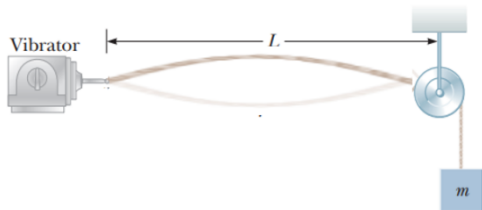


#### ملاحظات:

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 ( $\mu$ ) مشدود بقوة شد مقدارها ( $T$ ) فيصدر نغمة أساسية ترددها ( $f$ )



ماذا يحدث في الحالات التالية

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

الحدث:

التعليل:

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

الحدث:

التعليل:

3- استبدلنا الوتر بوتر آخر كتلة وحدة أطواله أربع مرات كتلة وحدة الأطوال

الوتر الأصلي مع المحافظ على باقي العوامل

الحدث:

التعليل:

4- زدنا تردد الوتر إلى المثلين مع المحافظة على الوتر وطوله والكتلة المعلقة بالوتر

الحدث:



## حل التمارين التالية

- 1- وتر مشدود على صنو متر 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
- 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  $Hz(300)$
- 3- يصدر وتر طوله  $cm(50)$  نغمة أساسية ترددها  $Hz(500)$  احسب تردده عندما يصبح طوله  $cm(100)$
- 4- وتر طوله  $m(1)$  مشدود بقوة مقدارها  $N(50)$  فإذا كان تردد النغمة الأساسية  $Hz(25)$  احسب كتلة وحدة الأطوال من الوتر
- 5- وتر مشدود يصدر نغمة أساسية ترددها يساوي  $Hz(25)$  احسب تردد النغمة التوافقية الأولى والثانية والثالثة

## حل المسائل التالية :

المسألة الأولى: وتر طوله  $m(1)$  وكتلة وحدة الطوال له  $kg/m(0.01)$  مشدود بقوة  $N(196)$  يصدر نغمة أساسية المطلوب احسب

أ- طول الموجة المتشكلة في الوتر

ب- تردد النغمة الأساسية

ت- سرعة انتشار الموجة

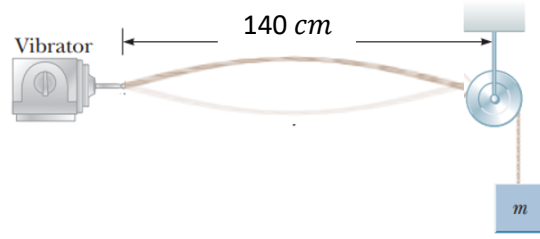
المسألة الثانية: وتر معدني كتلته  $g(0.5)$  وطوله  $cm(50)$  يتعرض لقوة شد مقدارها  $N(90)$  يصدر نغمة توافقية أولى المطلوب احسب

أ- كتلة وحدة الأطوال

ب- سرعة انتشار الموجة

ت- طول الموجة الموقوفة المتشكلة بالوتر

مختبر في الفيزياء



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

أ- قوة الشد المؤثرة في الوتر

ب- طول الموجة المتكونة بالوتر

ت- تردد النغمة الأساسية

ث- سرعة انتشار الموجة في الوتر

المسألة الرابعة : وتر مشدود طوله  $120\text{ cm}$  تتشكل فيه موجة موقوفة كما في الشكل المجاور علما أن

$v = (30) m/s$  المطلوب

1- نوع النغمة المتشكلة

2- طول الموجة الموقوفة المتشكلة

3- تردد الوتر

4- البعد بين عقدتين متتاليتين

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

$v = (12) m/s$  احسب

1- طول الموجة الموقوفة

2- تردد النغمة التوافقية الأولى والثانية

المسألة السادسة : شد وتر طوله  $cm (80)$  وكتلته  $g (50)$  بقوة مقدارها  $N (49)$  فتكونت في الوتر عقدتان

المطلوب احسب

1. كتلة وحدة الأطوال

2. طول الموجة المتكونة في الوتر

3. تردد النغمة الأساسية التي يصدرها هذا الوتر

4. سرعة انتشار الموجة

## مراجعة الدرس 1-2

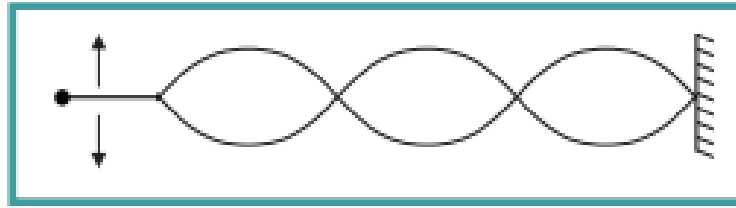
1. اكتب أهم خصائص الموجات .
2. اذكر قانوني انعكاس الصوت، ثم اشرح تجربة عملية لتحقيقهما .
4. ما معنى انكسار الصوت؟
5. عرّف كلاً من: تراكب الموجات - التداخل - الحيود
6. اشرح تجربة عملية تُوضّح ظاهرة التداخل في الصوت، وبيّن كيفية احتساب سرعة الصوت باستخدام هذه التجربة؟
7. ما الموجات الموقوفة؟ اشرح تجربة توضّح هذه الموجات، وعرّف العقدة والبطن .
8. بيّن بالرسم النغمة التوافقية الثالثة عند اهتزاز الأوتار المستعرضة، ثم اكتب ما يساويه 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. تنشتر 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 طولها  $(50)\text{cm}$  وكتلته  $(50)\text{g}$  إذا كانت قوّة الشدّ عليه تساوي  $(40)\text{N}$  .
16. وتر مشدود بقوّة  $T = 10\text{ N}$  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 طولها  $(100)\text{cm}$  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 طولها
2. شدّ سلكاً طولها  $(140)\text{cm}$  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 طولها  $(50)\text{cm}$  وقوّة شدّه  $(39.2)\text{N}$ ، يُصدر نغمة ترددها  $(200)\text{Hz}$  . احسب تردّد وتر آخر من المادّة نفسها وقطره مساوٍ لقطر الوتر المذكور إذا كان طولها  $(60)\text{cm}$  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 لـ بندول بسيط يساوي  $12\text{ s}$  ، فإن طول خيط البندول بوحدة (المتر) يساوي:
    - ☐ 12.5
    - ☐ 15.3
    - ☐ 22.1
    - ☐ 35.8
  - لزيادة الزمن الدوري لبندول 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  $2\text{ m/s}$  وترددها يساوي  $4\text{ Hz}$  ، فإن طولها الموجي بوحدة (المتر) يساوي:
    - ☐ 0.5
    - ☐ 2
    - ☐ 6
    - ☐ 8
  - نابض ثابت مرونته  $100\text{ N/m}$  ، ومعلق فيه كتلة مقدارها  $1\text{ kg}$  . فإذا تُرك ليتحرك حركة توافقية بسيطة ، فإن الزمن الدوري بوحدة (الثانية) يساوي:
    - ☐ 0.134
    - ☐ 0.628
    - ☐ 3.14
    - ☐ 6.28
  - تشكلت موجة موقوفة على وتر طوله  $96\text{ cm}$  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:

- عرّف الحركة التوافقية البسيطة.
- اذكر أمثلة عن حركة توافقية بسيطة.
- عرّف تداخل الصوت.
- 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.

- ما الفرق بين التداخل البنائي والتداخل الهدمي؟
- هل يُعدّ التداخل خاصيّة لبعض أنواع الموجات أم لكلّ أنواعها؟
- ما سبب تكوّن الموجة الموقوفة؟
- هل يُمكن لموجة معيّنة 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 ببطء من الماء
- من خلال مشاهدتك أجب عن الأسئلة التالية  
ماذا اكتسب البالون نتيجة احتكاكه بسترتك أو بقطعة الصوف

ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه قبل احتكاكه

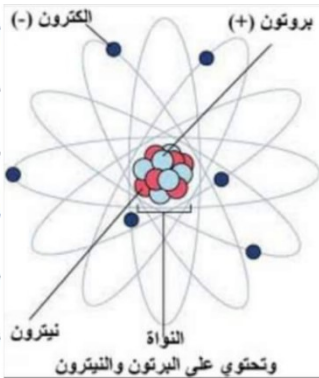
ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه بعد احتكاكه؟

هل يُمكنك استخدام مسطرة من الحديد بدلاً من البالون؟ ولماذا؟ اشرح.

ماذا تستنتج:

## الكهربائية الساكنة Electrostatics

## الفصل الأول



1. أنواع الشحنات الكهربائية:

س: مم تتركب المادة؟

س : مم تتكون الذرة

الكتلة	الشحنة	
$(m_n = 1.67 \times 10^{-27} Kg)$	—	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 جسيमान يتساويان في مقدار الشحنة يختلفان في نوع الشحنة والكتلة
- 2- النوترون جسيم متعادل الشحنة ويساوي كتلة البروتون تقريبا وأكبر بكثير من كتلة الإلكترون

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تعتبر الذرة متعادلة كهربائيا

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

### 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 الأبعاد 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 ارتباطها ضعيفا ويسهل انتزاعه من الذرة
4. تختلف قيمة الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون ما طبقا لنوع المواد المختلفة
5. الكتلونات المطاط تكون لأكثر ارتباطا من الكتلونات الفراء

وبما أن الأجسام تتألف من مجموعة ذرات إذا:

إذا كان	فان الجسيم يكون	سبب الشحن
$N_p > N_e$	موجب الشحنة	فقد الكتلونات
$N_p < N_e$	سالب الشحنة	اكتسب الكتلونات

ماذا يحدث للذرة في الحالات التالية

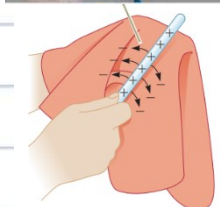
الحدث	التعليل
فقدت الذرة عدد من الإلكترونات	
اكتسبت الذرة عددا من الإلكترونات	

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما:

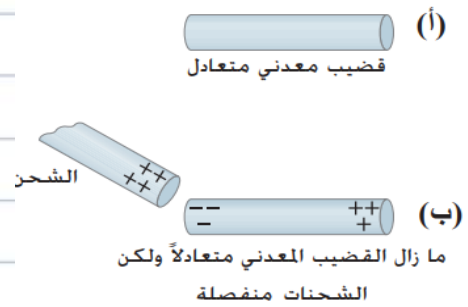
1- عند ذلك المطاط بالفراء فإن الفراء يصبح موجب الشحنة والمطاط سالب الشحنة



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



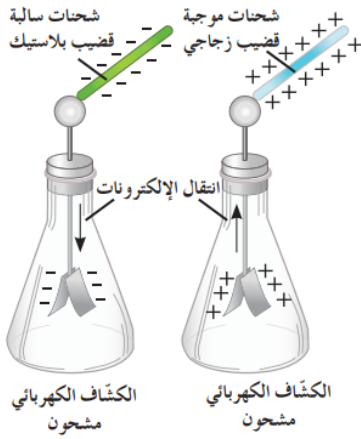




31



س : مم يتألف الكشاف الكهربائي



أشرح فكرة عمل الكشاف الكهربائي

**سؤال:** لديك كشاف كهربائي غير مشحون وأجسام مشحونة وأخرى غير مشحونة

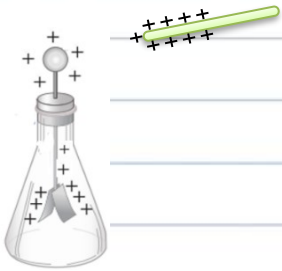
أشرح كيف يمكن

1- معرفة هل الجسم مشحون أم لا

2- كيف يمكن تحديد نوع الشحنة



فسر لماذا عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من قرص كشاف مشحون بشحنة موجبة يزداد انفراج الورقتين

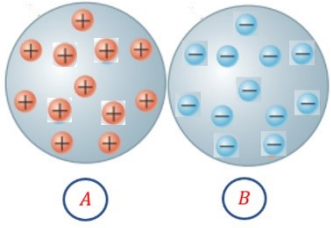


**صف ماذا يحدث لانفراج ورقتنا لكشاف في الحالات التالية**

1- تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من قرص كشاف غير مشحون	2- تقريب جسم مشحون بشحنة سالبة من قرص كشاف مشحون بشحنة سالبة	3- تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من قرص كشاف مشحون بشحنة سالبة
الحدث:	الحدث:	الحدث:
التفسير:	التفسير:	التفسير:

### 3. التفريغ الكهربائي

هل يحتفظ الجسم المشحون بشحنته للأبد؟ ولماذا ؟



صف ماذا يحدث عند ملاسة جسمين أحدهما موجب والآخر سالب؟

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

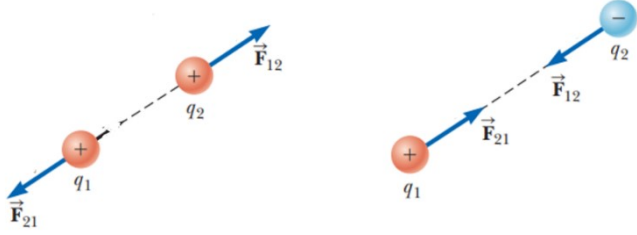
فسر فيزيائيا لماذا يجب على الفنيين الذين يصلحون الدوائر الإلكترونية ( كتلك الموجودة في الحاسبات ) أن يقفوا على وسادة عازلة ويرتدون اربطة حول معصمهم تتصل بسلك أرضي

### 4. قانون كولوم

لقد توصلنا سابقا أن

1- الشحنات المتشابهة بالنوع تتنافر

2- الشحنات المختلفة بالنوع تتجاذب



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 و قد 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

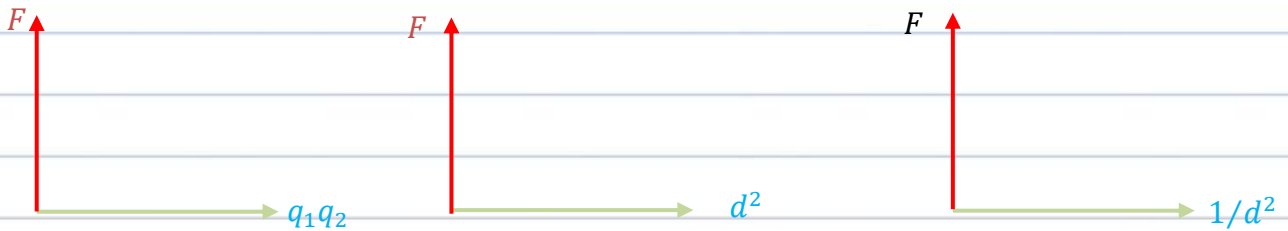
3- اتجاه القوة الكهربائية دائما على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين

4- في حالة استخدام النظام الدولي للوحدات ( SI ) فان قيمة ثابت كولوم تساوي:  $k = (9 \times 10^9) Nm^2 / C^2$

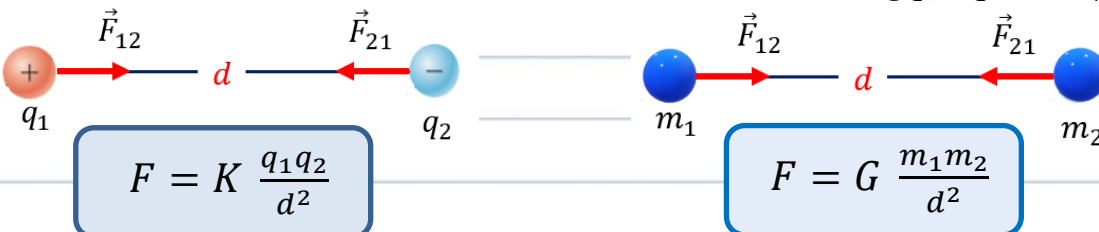
**قانون كولوم ((القوة الكهربائية بين جسمين مشحونين مهمل حجمهما بالنسبة إلى المسافة الفاصلة بينهما تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما ))**

عدد العوامل التي تتوقف عليها القوى الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين :

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



ملاحظة: قانون كولوم يشبه قانون نيوتن للجاذبية



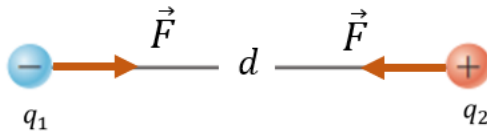
## قارن بين القوة الكهربائية وقوة الجاذبية المادي بين جسمين

من حيث	القوة الكهربائية	قوة الجذب المادية
التشابه		
الاختلاف		

### ملاحظات

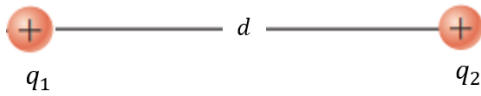
- 1- تؤثر شحنة نقطية بشحنة نقطية أخرى بقوة فان الشحنة الأخرى تؤثر بالشحنة الأولى بنفس القوة مهما كان مقدار كلا منهما
- 2- اكبر قيمة لثابت كولوم في الفراغ (الهواء)
- 3- مقدار القوة المتبادلة بين الشحنتين لا تتغير إذا استبدلنا إحدى الشحنتين بأخرى ماثلة لها بالمقدار ومعاكسة لها بالشحنة أو إذا وضعنا شحنة ثالثة بجوار هاتين الشحنتين
- 4- 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 للقوى الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين في الحالات التالية

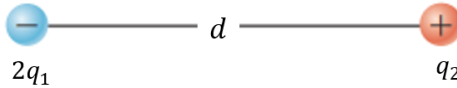


- 1- استبدلنا الشحنة الأولى بشحنة أخرى ماثلة لها بالقيمة لكنها موجبة الشحنة

الحدث :

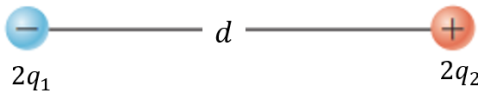
- 2- إذا استبدلنا الشحنة الأولى بشحنة أخرى مقدارها مثلي مقدار الشحنة الأولى في الحالة الأولى

الحدث :



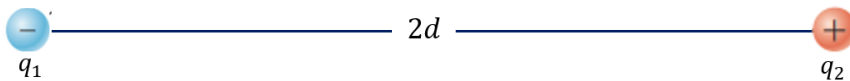
- 3- إذا استبدلنا كلا من الشحنتين بشحنتين مقدارهما مثلي مقدارهما في الحالة الأولى

الحدث :



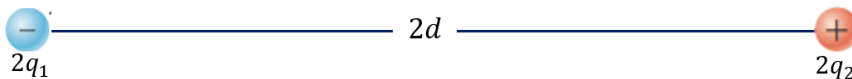
- 4- إذا زدنا المسافة بين الشحنتين مثلاً ما كانت عليه

الحدث :



- 5- زدنا المسافة بين الشحنتين مثلاً ما كانت عليه واستبدلنا كلا من الشحنتين بشحنتين لهما مثلاً قيمة الشحنتين في الحالة الأولى

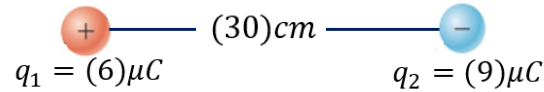
الحدث :



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

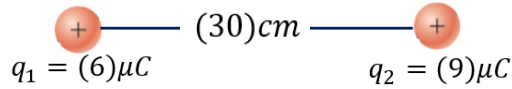
التمرين الأول : من خلال المعطيات المدونة على الشكل المطلوب

أ- احسب القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين وحدد نوعها



ب- ماذا يحدث عندما نستبدل احدى الشحنتين بشحنة مماثلة بالمقدار

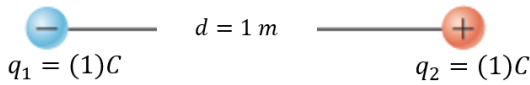
ومخالفة بالنوع



التمرين الثاني : إذا وضعت شحنتان مقدار كلا منهما تساوي كولوم واحد

وبينهما مسافة متر واحد احسب مقدار القوى الكهربائية بينهما إذا كان

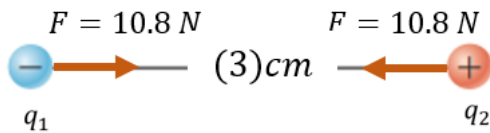
الوسط الفاصل هواء



التمرين الثالث : شحنتان نقطيتان المسافة بينهما في الفراغ (3)cm تؤثر إحداها بالأخرى بقوة كهربائية مقدارها

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

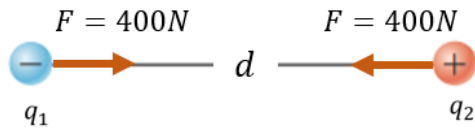
بينهما عندما تصبح المسافة (6)cm



التمرين الرابع : شحنتان نقطيتان المسافة بينهما في الفراغ (d) تؤثر إحداها

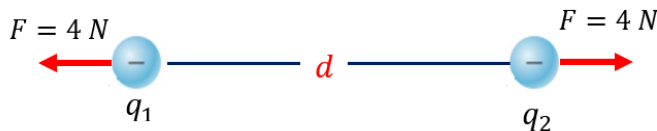
بالأخرى بقوة مقدارها  $F = (400)N$  المطلوب احسب مقدار القوة

الكهربائية المتبادلة بينهما عندما تصبح المسافة بينهما نصف ما كانت عليه



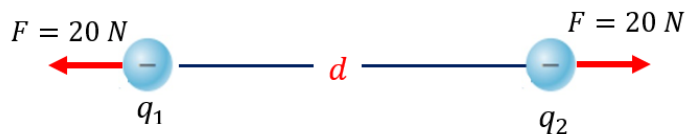
التمرين الخامس : جسمان مشحونان يؤثر احدهما على الآخر بقوة كهربائية مقدارها  $F = (4)N$  احسب مقدار القوة

الكهربائية بعد مضاعفة قيمة احدى الشحنتين



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

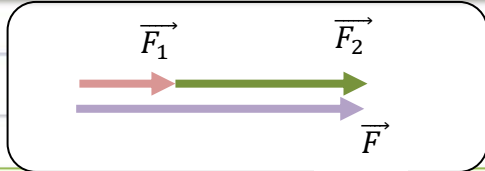
مضاعفة قيمة كل من الشحنتين



### ملاحظات لحل مسائل القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية

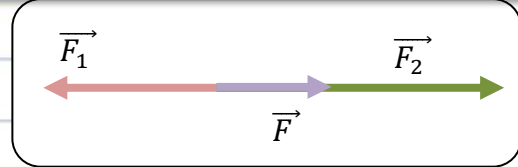
1. ننظر كم شحنة حول الشحنة النقطية المطلوب إيجاد القوة المؤثرة عليها
2. نحسب كل قوة متبادلة بين هذه الشحنة والشحنات المحيطة.
3. نحدد نوع القوة واتجاهها

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

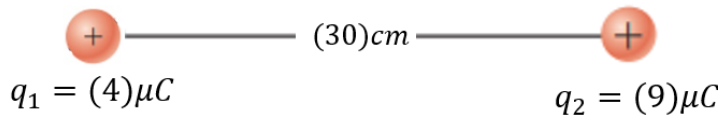
القوتان لهما خط عمل واحد وباتجاهين متعاكسين  
أي الزاوية بين المتجهين تساوي ( $\theta = 180$ )



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

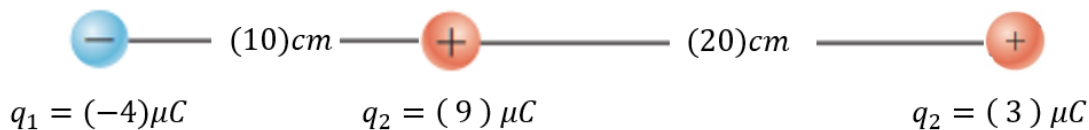
حل المسائل التالية : حيث ما لزم اعتبر أن  $k = (9 \times 10^9) Nm^2 / C^2$

المسألة الأولى : من خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد :



مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين ونوع القوة

المسألة الثانية : من خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد :



1- مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة الثانية:

2- مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة الثالثة :

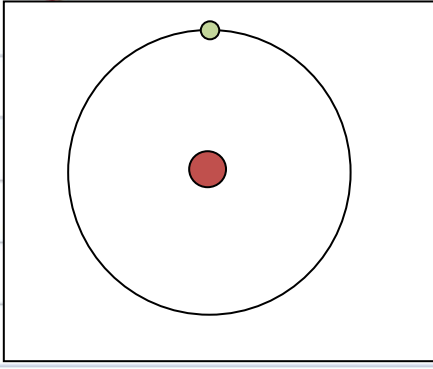
**المسألة الرابعة :** جسم صغير مشحون بشحنة مقدارها  $6 \mu C$  موجود على

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

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

ب- كم تصبح هذه القوة إذا أصبحت المسافة بينهما  $36 \text{ cm}$

ت- كم تصبح هذه القوة إذا أصبحت المسافة بينهما  $3 \text{ cm}$



## 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؟

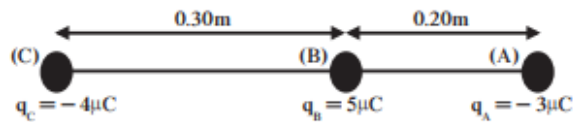
**رابعاً -** برأيك ، لماذا تُجهز شاحنة لنقل الغاز أو النفط بسلسلة معدنية تتدلى من الخلف بشكل يبقى طرفها الأسفل دائماً على تماسٍ مع الأرض؟

**خامساً - (أ)** احسب مقدار القوة الكهربائية بين شحنتين  $q_1 = 50 \mu C$  و  $q_2 = 20 \mu C$  يبعدان عن بعضهما بعضاً  $20 \text{ cm}$ ؟

**(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 كلٍّ 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 جزاء وجودها بالقرب من الكرتين A وشحنتها  $q_A$  ، و B وشحنتها  $q_B$  (انظر الشكل المرفق) .



**ثامناً -** جسمان يحمل كلٌّ منهما شحنة كهربائية معينة يؤثر أحدهما على الآخر بقوة مقدارها  $400 \text{ N}$  . احسب مقدار هذه القوة عندما تصبح 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

1. تدفق الشحنات

ماذا يحدث عندما يختلف فرق الجهد بين الكهربائي بين طرفي موصل كهربائي

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 :

ملاحظة : للحصول على تدفق مستمر للشحنات في موصل ما ، يجب تأمين بعض الإجراءات

للحفاظ على فرق الجهد بين طرفي الموصل أثناء تدفق الشحنات.

هذه الحالة مماثلة لحالة تدفق المياه من خزان عالٍ إلى آخر منخفض

حيث يستمر تدفق المياه فقط طالما هناك فرق في مستوى المياه.

وللمحافظة على استمرار التدفق، يجب وضع مضخة مناسبة تُحافظ على فرق مستوى المياه.

وينطبق ذلك على التيار الكهربائي أيضاً.

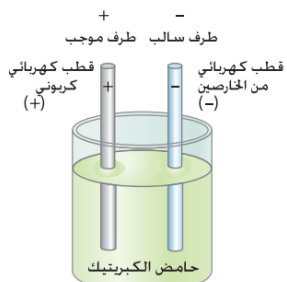
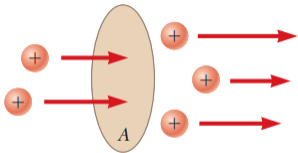
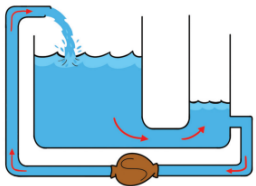
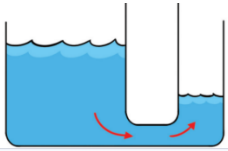
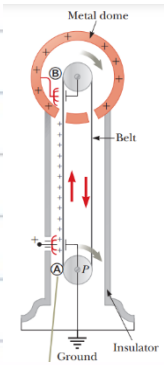
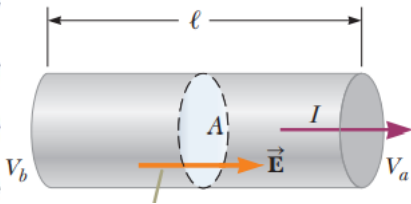
1. التيار الكهربائي:

التيار الكهربائي هو: سريان الشحنات الكهربائية.

سؤال ما الذي يحمل التيار في الدوائر الكهربائية

أ- في الموصلات الصلبة:

ب- في المائع : ( الاكتروليتية الموجود في بطاريات السيارة )



## الإلكترونات التوصيل :

هي الإلكترونات تقوم بحمل التيار في الموصلات الصلبة بسبب حرية حركتها في الشبكة  
علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تقوم الإلكترونات في الموصلات الصلبة بحمل التيار في الدوائر

2- لا تقوم البروتونات بنقل التيار الكهربائي

ملاحظة : البروتونات، موجودة داخل نواة الذرة ومحكومة في أماكن ثابتة  
تعطى علاقة شدة التيار بالشكل التالي :

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

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

❖ وحدة قياس شدة التيار في النظام الدولي للوحدات هو 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  $(6.24 \times 10^{18})$  الكترونا

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما :

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

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

حل التمارين التالية :

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

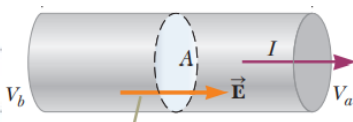
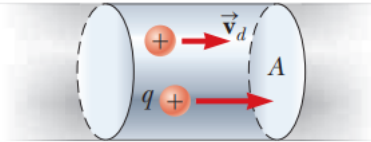
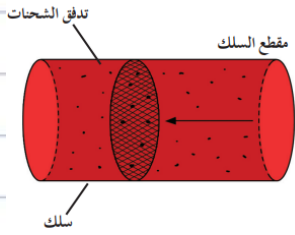
2- احسب شدة التيار الناتجة عن مرور شحنة مقدارها  $C$  (1.5) في سلك خلال (10) ثوان

## 2. مصادر الفولت

1. لا تسري الشحنات إلا عند وجود فرق للجهد

2. يتطلب استمرار التيار وجود مضخة كهربائية مناسبة تحافظ على استمرار فرق الجهد

3. يسمى الشيء الذي يحافظ على فرق الجهد بمصدر الجهد





مختبر في الفيزياء

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

الحدث :

هل يمكن أن نطلق على الكرتين السابقتين بمصدر جهد

ما الذي يسبب المحافظة على انسياب التيار في الدائرة

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- يتطلب استمرار التيار الكهربائي في الدائرة وجود مصدر جهد

2- تستطيع المولدات والخلايا الجافة المحافظة على الانسياب المستمر

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

كيف يتم إنتاج الطاقة الكهربائية في

أ- البطاريات السائلة:



(1)

ب- المولدات :

ما هو الجهاز الذي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية ؟

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

النقطتين

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

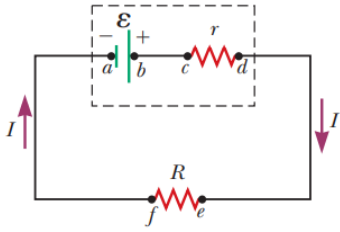
الجهاز الذي يقيس فرق الجهد هو الفولتميتر

ورمزه — (V) — ويوصل مع الأجهزة على التوازي

قارن بين الأميتر والفولتميتر من حيث

الأميتر	الفولتميتر	
		الرمز
		ماذا يقيس
		كيف يوصل في الدائرة

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



**ملاحظات:**

- 1- تقوم المولدات كالمحركات 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 تتساب 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  $J(125)$

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

**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

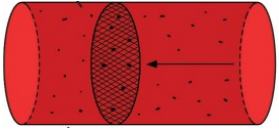
2- فرق الجهد الكهربائي

3- عدد الإلكترونات المتدفقة عبر مقطع السلك خلال الزمن السابق

## 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

لكل موصل مقاومة تختلف عن الأخرى. تعتمد مقاومة سلك ما على المقاومة النوعية  $\rho$  للمادة المصنوع منها ومن خلال التجربة تبين لنا أن : مقاومة الموصل

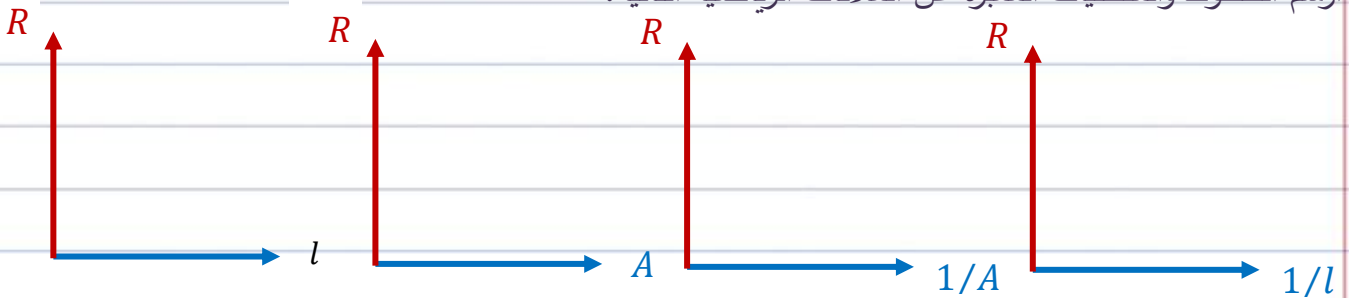
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

1. تتناسب طرديا مع طول السلك ( $R \propto l$ )
  2. تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع ( $R \propto 1/A$ )
  3. تتغير بتغير المادة
- عدد العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربائية

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

**المواد فائقة التوصيل :** هي مواد مقاومتها تساوي الصفر عند الدرجات المنخفضة جدا

ارسم الخطوط والمنحنيات المعبرة عن العلاقات الرياضية التالية:



أجب عن الأسئلة التالية

1- ماهي وحدة قياس المقاومة في النظام الدولي للوحدات وماذا تكافئ

2- ما هو اسم الجهاز الذي يقيس المقاومة

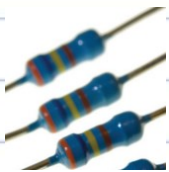
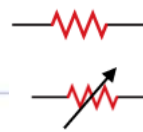
قارن بين مقاومة الأسلاك المتمثلة في كل شيء إلا في المطلوب مقارنته

أسلاك قصيرة	أسلاك طويلة	
		المقاومة
أسلاك سميكة	أسلاك رقيقة	
		المقاومة
درجة حرارة السلك مرتفعة	درجة الحرارة السلك منخفضة	
		المقاومة

تقسم المقاومات إلى

1- مقاومة ثابتة المقدار

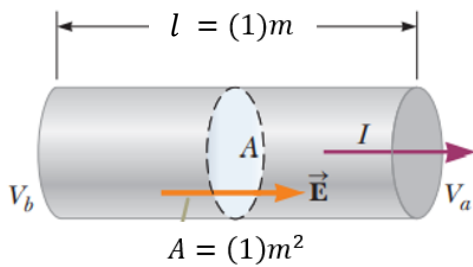
مقاومة متغيرة



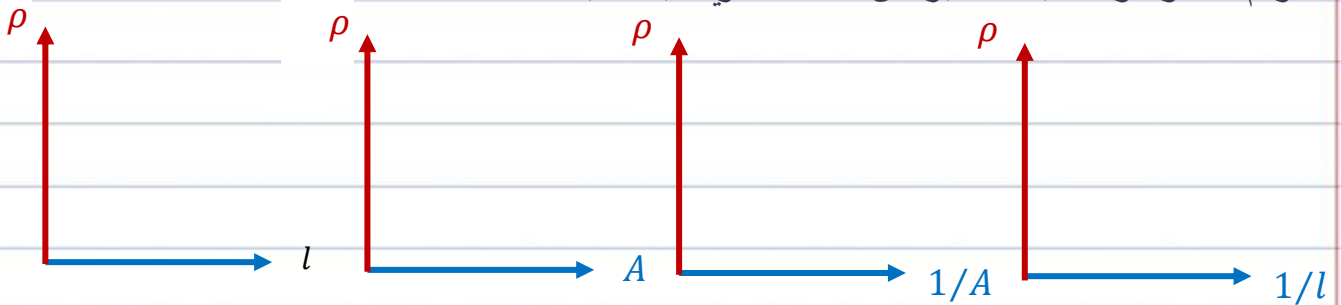
المقاومة النوعية :

هي مقاومة موصل طوله متر واحد مساحة مقطعه متر مربع

عدد العوامل التي تتوقف عليها المقاومة النوعية



ما هي وحدة قياس المقاومة النوعية في النظام الدولي للوحدات  
ارسم الخطوط والمنحنيات المعبرة عن العلاقات الرياضية التالية:



حل التمارين التالية :

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

احسب مقدار المقاومة الكهربائية له

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

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

4- سلك معدني مساحة مقطعة  $3.2 \times 10^{-6} m^2$  مقاومته النوعية  $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  مقاومته  $5 \Omega$  احسب طوله

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

- 1- تزداد مقاومة الموصل بزيادة طوله فقط
- 2- تزداد مقاومة السلك للمثلين عند زيادة طوله إلى المثلين بثبات باقي لعوامل
- 3- تقل مقاومة الموصل بزيادة مساحة السطح
- 4- تقل مقاومة السلك إلى النصف عند زيادة مساحة مقطعه إلى المثلين بثبات باقي لعوامل
- 5- تزداد مقاومة المواد الموصلة بارتفاع درجة الحرارة (المقاومة العادية والاومية )

قارن بين مقاومة موصل والمقاومة النوعية

من حيث	المقاومة النوعية	المقاومة
التعريف		
اثر زيادة طول السلك على مقدارها		
اثر زيادة مساحة مقطع السلك على مقدارها		
أثر ارتفاع درجة الحرارة على مقدارها		
وحدة القياس (SI)		
هل تعتبر من خصائص المادة		
العوامل		

## Ohm's Law

### 2. قانون أوم

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

$V$	0	2	4	6	8
$I$	0	1	2	3	4
$\frac{V}{I}$					

ماذا تستنتج :

ارسم الخط البياني :

ماذا يمثل ميل الخط البياني :

قانون أوم :

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

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

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

صف ماذا يحدث في الحالات التالية

أ- دائرة تحوي مقاومة متغيرة وبطارية ثابتة الجهد

ماذا يحدث عند زيادة قيمة المقاومة

1- قراءة الأميتر :

الحدث:

التفسير:

2- قراءة الفولتميتر :

الحدث:

التفسير:

ب- دائرة تحوي مقاومة ثابتة ومصدر جهد يمكن تغير قيمته

ماذا يحدث عند زيادة قيمة فرق الجهد

1- قراءة الأميتر :

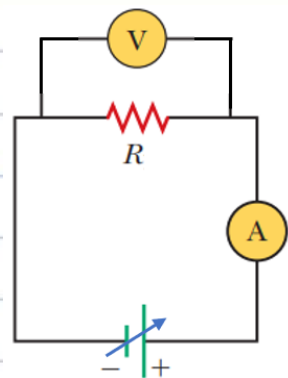
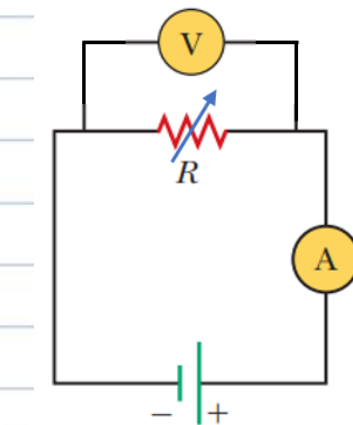
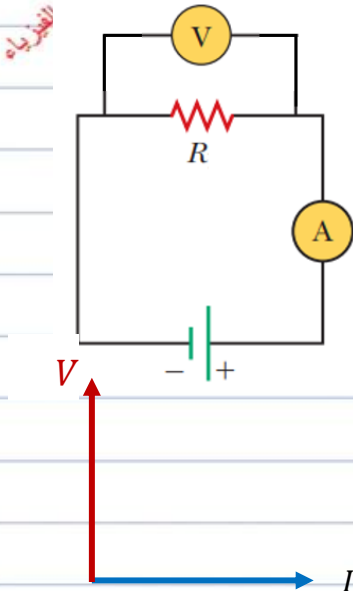
الحدث:

التفسير:

2- قراءة الفولتميتر :

الحدث:

التفسير:



## المقاومات الكهربائية

لا تحقق قانون أوم

تسمى

مقاومة غير أومية

ارسم الخط البياني المعبر عن العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار لمواد مقاومتها غير أومية

تحقق قانون أوم

تسمى

مقاومة أومية

ارسم الخط البياني المعبر عن العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار لمواد مقاومتها أومية



قارن بين مقاومة كهربائية أومية و مقاومة لا أومية

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

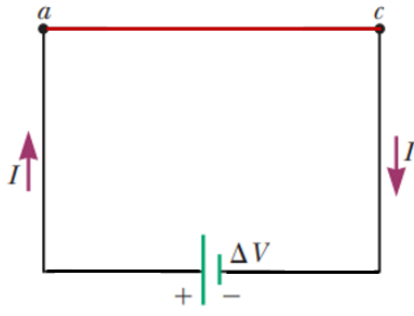
ملاحظة : سنتناول في الدرس المقاومات الأومية فقط.

المقاومة الكهربائية

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

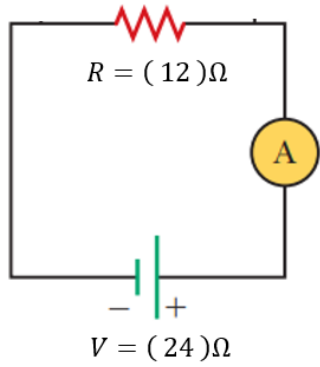
$$R = \rho \frac{l}{A}$$





**مثال (1)** في إحدى تجارب أوم كان فرق الجهد بين طرفي السلك  $V(10)$  وكانت شدة التيار فيه  $A(2)$  أحسب:  
أ- مقاومة السلك؟

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



**حل التمارين التالية**

**التمرين الأول: من** خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد قراءة الأميتر

**التمرين الثاني: من** خلال المعطيات المدونة على الشكل أجب عن الأسئلة التالية

1- ماذا يمثل عدديا ميل الخط البياني

2- احسب قيمة المقاومة

**التمرين الثالث: من** خلال المعطيات المدونة على الشكل أجب عن الأسئلة التالية

1- ماذا يمثل عدديا ميل الخط البياني

2- احسب قيمة المقاومة

**مسألة:** سلك من النحاس مقاومته النوعية  $(1.6 \times 10^{-8} \Omega.m)$  طوله

$m(20)$  مساحة مقطعه  $(4 \times 10^{-6} m^2)$  طبق بين طرفيه فرق جهد

مقداره  $V(12)$  المطلوب

1- مقاومة السلك

2- شدة التيار المار في السلك

3- الشغل المبذول لإمرار الشحنات خلال الزمن السابق

## مراجعة الدرس 2-2

- أولاً -** ما مقاومة جهاز كهربائي عندما يمر به تيار شدته  $A(12)$  ويكون متصلاً بمصدر  $V(120)$ ؟
- ثانياً -** ما مقدار شدة التيار الذي يمرّ خلال مصباح كهربائي مقاومته  $\Omega(100)$  عندما يكون فرق الجهد  $V(50)$ ؟
- ثالثاً -** إذا كانت مقاومة جسمك  $\Omega(10^5)$ ، ما مقدار التيار الذي سيمرّ في جسمك عندما تلمس طرفي بطارية  $V(12)$ ؟
- رابعاً -** إذا كان جلدك رطباً وكانت مقاومتك الكهربائية  $\Omega(1000)$  فقط، فما مقدار التيار الذي يمرّ 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 ظلّت 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

**ملاحظة :** تختلف شدة الإضاءة باختلاف قدرة المصابيح الكهربائية

### 1. القدرة الكهربائية

عندما يسري التيار الكهربائي في دائرة كهربائية مغلقة، تكون نتيجته

- 1- إضاءة مصباح
- 2- دوران محرك
- 3- ارتفاع درجة الحرارة

الخلاصة: تتحول الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة.

### القدرة الكهربائية هي :

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

يمكن تمثيل ذلك بالعلاقة الرياضية التالية:

القدرة الكهربائية = الطاقة / الزمن أي :

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

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

فالقدره الكهربائيه هي ناتج ضرب شدة التيار وفرق الجهد.

$$P = V I$$

### 2. 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

$$E = RI^2 t$$

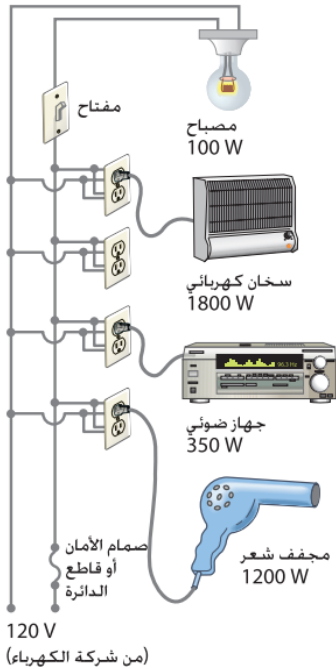
ملاحظات :

1- تُعرف هذه العلاقة بقانون جول

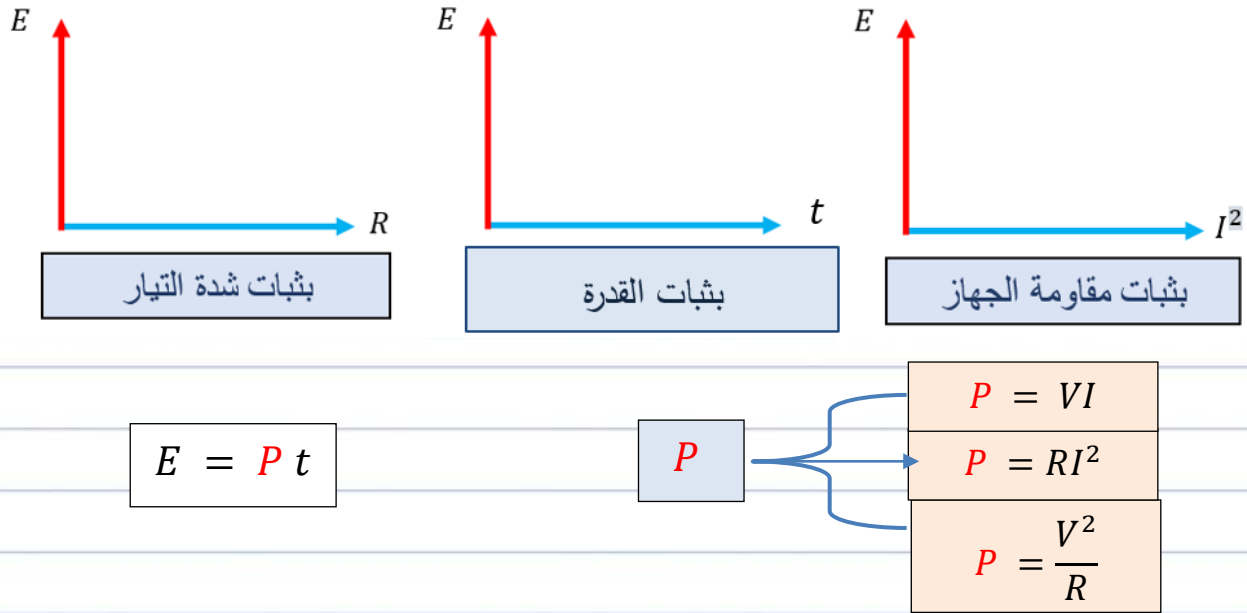
2- من خلال هذه العلاقة نجد أن الطاقة الحرارية المستهلكة في جهاز تتناسب طرديا مع

أ- مربع شدة التيار (بثبات باقي العوامل)

ب- مقاومة الموصل (بثبات باقي العوامل)



ارسم الخط البياني للعلاقة بين الطاقة الحرارية المستهلكة وكل ما يلي



## 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 )

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

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

$$KWh$$

$$J$$

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

**تمرين :** في الشكل المجاور مجموعة من الأجهزة متوصلة على حث منها مصدر القدرة الكهربائية لكل

جهاز والأجهزة موصولة إلى فرق جهد ثابت مقدم من شركة الكهرباء وجميعها تعمل على هذا

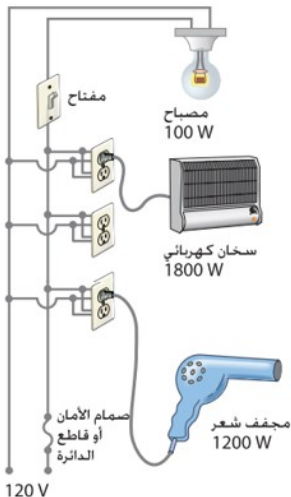
الجهد فإذا علمت أن سعر الكيلو وات ساعة يساوي (25)fihs

المطلوب احسب كلا

1- المقاومة الكهربائية لكل جهاز

2- شدة التيار المار في كل جهاز

3- تكلفة تشغيل كل جهاز إذا عمل بشكل متواصل لمدة خمس ساعات



مثال (1) استخدمت مصباحاً قدرته الكهربائية  $W (1500)$  ويعمل على  $V (220)$  احسب:

1- شدة التيار التي يحتاجها.

2- قيمة مقاومته  $(R)$

3- الطاقة المستهلكة بالجول إذا ما استخدمته لمدة عشر دقائق

### أسئلة تطبيقية وحلها

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

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

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.

## 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.

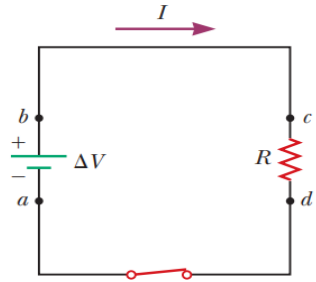
(ب) التيار المارّ في السخّان عندما يعمل بشكل طبيعي.

(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.



تحتوي أي دائرة كهربائية على مصدر كهربائي ومفتاح وأسلاك للتوصيل. يمكن توصيل الأجهزة الكهربائية في الدائرة بطرق متعددة منها توصيل توال أو تواز كما يسمح لنا ببناء الدوائر بسيطة أو مركبة.

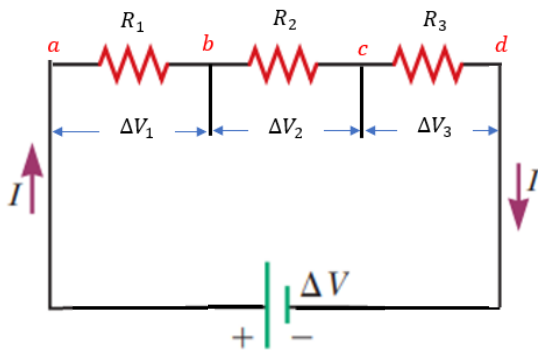
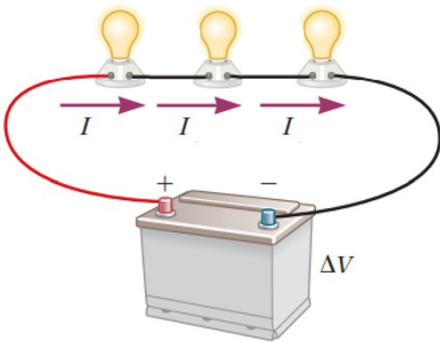
### 1. دوائر التوالي

في الشكل المجاور ثلاثة مصابيح متشابهة

1- ماذا يمثل هذا الشكل

2- ماذا يحدث عند غلق الدائرة

3- ماذا يحدث لو احتراق فتيل أحد المصابيح، أو ببساطة فتح المفتاح



### خصائص التوصيل على التوالي:

1- التيار الكهربائي في الدائرة له مسار واحد، هذا يعني أن كل مصباح في الدائرة يمر به التيار نفسه.

2- المقاومة الكلية للتيار في الدائرة

أ- تساوي مجموعة المقاومات المفردة على امتداد مسار الدائرة:

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

ويُمكن تمثيل ذلك بالعلاقة التالية

ب- تساوي 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:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

**فائدة:** إذا كان لديك عدة مقاومات متساوية القيمة متصلة على

التوالي

$$R_{eq} = NR$$

❖ المقاومة المكافئة تساوي مقدار احدى المقاومات على عددها

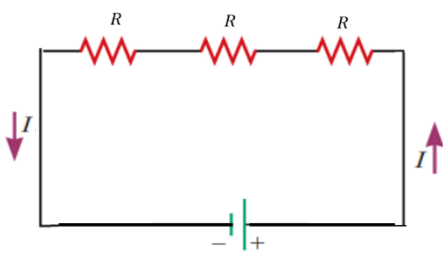
❖ فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة يكون متساو

$$V_1 = V_2 = V_3$$

❖ فرق الجهد الكلي يساوي حاصل ضرب عدد

$$V_T = NV$$

المقاومات في فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة





علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

- 1- المقاومة الكلية للدائرة في حالة توصيل الأجهزة على التوالي تكون أكبر من مقاومة أي جهاز على حدة
- 2- شدة التيار المار في كل جهاز في حالة التوصيل على التوالي يكون نفسه ويساوي تيار الدائرة
- 3- عند توقف أحد الأجهزة عن العمل في حالة توصيلها على التوالي يتوقف التيار في الدائرة بالكامل ولا تعمل باقي الأجهزة
- 4- فرق الجهد بين طرفي كل جهاز في حالة التوصيل على التوالي 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.
- 6- لا يصلح توصيل الأجهزة على التوالي في المنازل

سؤال : اذكر العيب الأساسي في دائرة التوالي

حل المسائل التالية :

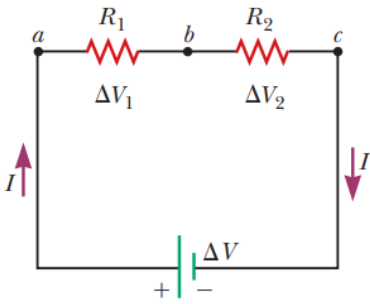
مسألة أولى : تحتوي دائرة كهربائية على مقاومتان قيمتهما  $(R_1 = 4 \Omega, R_2 = 2 \Omega)$  متصلتان على التوالي مع

بطارية فرق جهدها  $V = (18)V$  المطلوب

1- احسب المقاومة المكافئة (الكلية) للدائرة

2- شدة التيار المار في الدائرة

3- فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

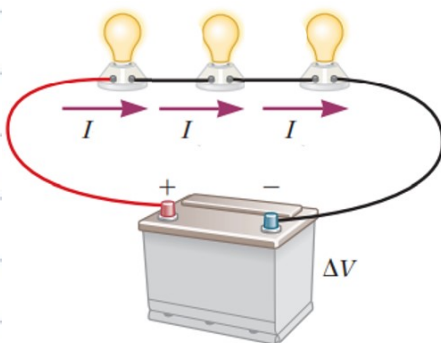


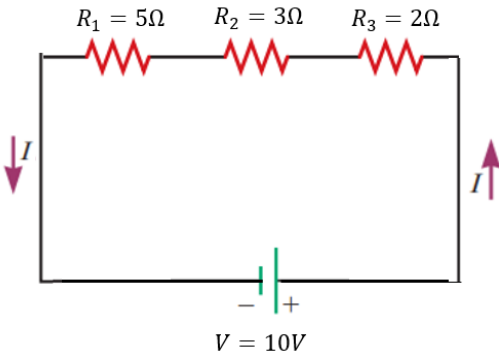
مثال (1): ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها  $10 \Omega$ ، موصولة على التوالي،

ويسري فيها تيار شدته  $3A$ .

1- احسب فرق الجهد الكهربائي بين طرفي كل مقاومة منها.

2- احسب فرق الجهد الكلي بين طرفي الدائرة.





**مسألة :** 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.  $V_{PN} = 10V$ ، احسب:

1- قيمة المقاومة المكافئة.

2- التيار خلال البطارية

3- الجهد على كل مقاوم.

**دوائر التوازي**

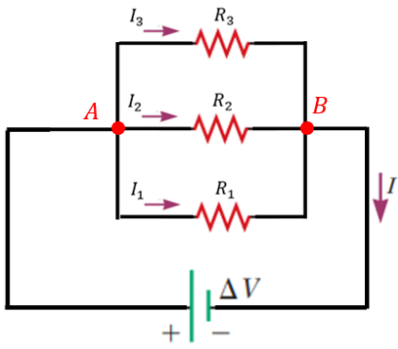
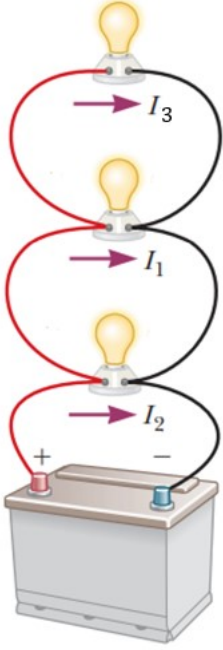
من خلال الشكل المجاور توجد ثلاثة مصابيح كهربائية

متصلة معاً بنقطتين A, B

1- ماذا يُمثل هذا الشكل :

2- ماذا يحدث عندما تنطفئ احدى المصابيح وعلل ذلك

ماذا تستنتج :



**خصائص التوصيل على التوازي.**

1- تتصل كل الأجهزة على التوازي بالنقطتين نفسيهما (A) و (B) 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.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

4- التيار الكلي في الدائرة يُساوي مجموع التيارات المارة في الفروع المتوازية. أي أن:

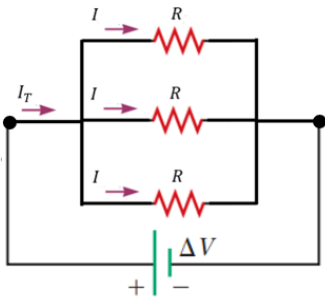
5- تقل المقاومة الكلية للدائرة بزيادة عدد الفروع المتوازية، عندما يُضاف مسار بين نقطتي التوصيل في الدائرة،

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

على التوازي باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

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

**فائدة:** إذا كان لديك عدة مقاومات متساوية القيمة متصلة على التوازي



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

$$I_1 = I_2 = I_3$$

$$I_T = N I$$

❖ المقاومة المكافئة تساوي مقدار احدى المقاومات على عددها

❖ شدة التيار يكون متساو في كل المقاومات

❖ شدة التيار الكلي يساوي حاصل ضرب عدد

المقاومات في شدة التيار المار في كل مقاومة

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

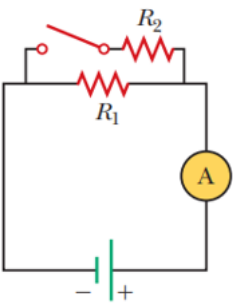
**1-** تقل المقاومة الكلية للدائرة بزيادة عدد الأجهزة في التوصيل على التوازي

**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 عكسيا مع مقاومة الفرع )

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

**4-** يتم توصيل الأجهزة في المنازل على التوازي



من خلال التدقيق في الشكل المجاور اذا سيحدث لقراءة الأميتر عند غلق المفتاح في الدائرة

الحدث:

التفسير:

حل المسائل التالية :

**المسألة أولى :** 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

**2-** شدة التيار المار في الدائرة

**3-** شدة التيار المار في كل مقاومة

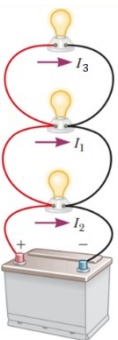
**المسألة الثانية:** ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها  $10 \Omega$  متصلة معاً على

التوازي بمصدر  $V(3)$ . احسب:

**1-** شدة التيار في كل فرع.

**2-** شدة التيار الكلي الناتج عن المصدر.

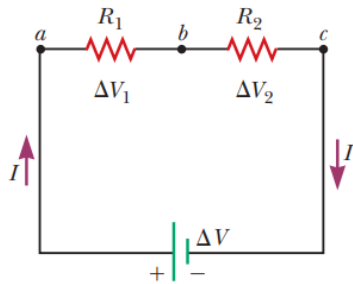
**3-** المقاومة الكلية في الدائرة.



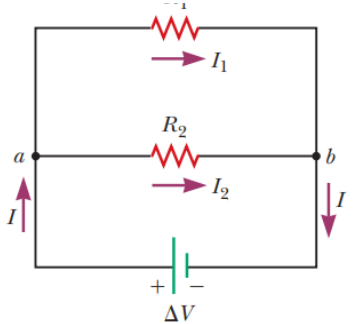
قارن بين توصيل المقاومات على التوالي وتوصيل المقاومات على التوازي

على التوازي	على التوالي	
		العلاقة التي تعطي شدة التيار الكلي
		العلاقة التي تعطي الجهد الكلي
		العلاقة التي تعطي المقاومة الكلية
		الفائدة من التوصيل
		قيمة المقاومة المكافئة بالنسبة لقيمة كل مقاومة من المجموعة
		كيف تتوزع الجهد الكلي على المقاومات
		كيف يتوزع التيار الكلي على المقاومات

حل التمارين التالية :



1- مقاومتين مختلفتين مقداريهما ( $R_1 = 4\Omega, R_2 = 2\Omega$ ) متصلتين على التوالي مع بطارية كما في الشكل المجاور أي المقاومتين يكون فرق الجهد بين طرفيهما أكبر ولماذا



2- مقاومتين مختلفتين مقداريهما ( $R_1 = 4\Omega, R_2 = 2\Omega$ ) متصلتين على التوازي مع بطارية كما في الشكل المجاور أي المقاومتين يمر بها تيار أكبر ولماذا

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

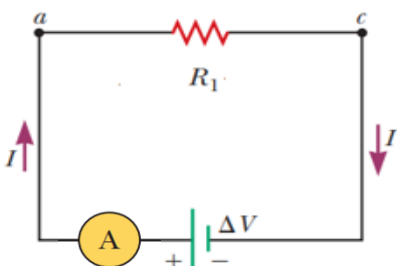
الحدث :

التفسير :

ب- عند إضافة مقاومة أخرى على التوازي معها

الحدث :






التفسير :



### 3. رسوم تخطيطية

الرسوم التخطيطية: هي وصف الدائرة الكهربائية باستخدام رسوم بسيطة

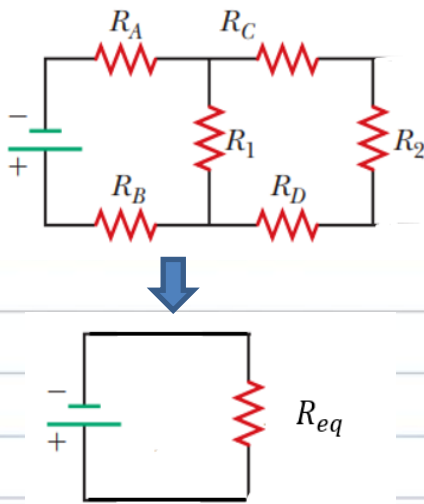
- 1- تحتوي هذه الرسوم على رموز تُستعمل في تمثيل عناصر الدائرة الكهربائية
- 2- حيث تُمثل المقاومة بخط متعرج
- 3- تمثل أسلاك التوصيل بخطوط مستقيمة متصلة.
- 4- تمثل البطارية بمجموعة من الخطوط القصيرة والطويلة المتوازية

الاسم	الرسم الاصطلاحي				
					

### 3. الدوائر المركبة والمقاومة المكافئة

الدائرة الكهربائية المركبة:

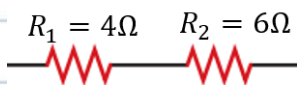
توصل مجموعة من المقاومات بشبكة واحدة تحتوي على نوعين من التوصيل  
المقاومة المكافئة: هي قيمة المقاومة المفردة التي تُشكل الحمل نفسه على البطارية ومصدر القدرة.



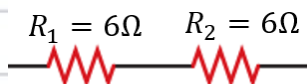
يمكن إيجاد المقاومة المكافئة باستخدام قواعد جمع المقاومات المتصلة على التوالي والتوازي، وذلك للتمكن من احتساب القيم الفيزيائية الأخرى، من شدة التيار في الدائرة أو جهد على عناصر الدائرة أو غير ذلك.

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

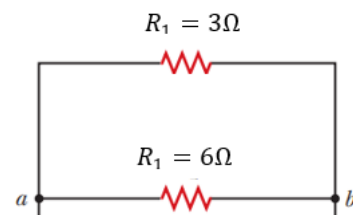
### حل التمارين التالية:



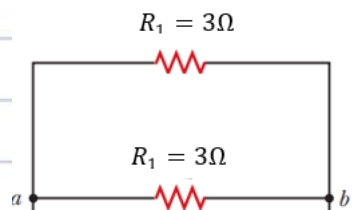
1- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة



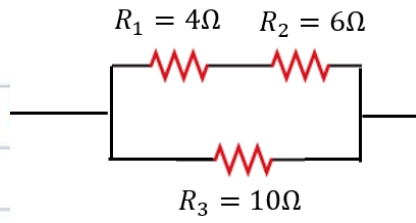
2- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة



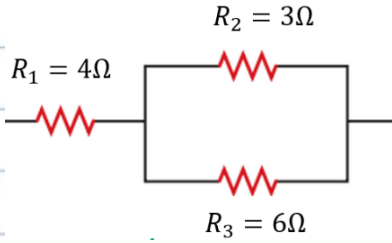
3- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة



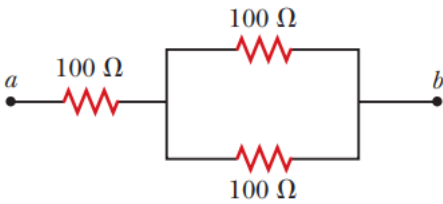
4- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة



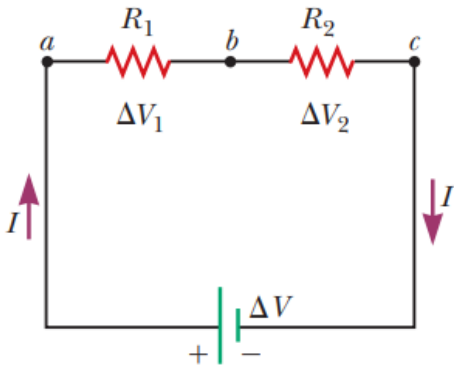
5- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة



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



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



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

1- مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

2- شدة التيار خلال كل مقاومة.

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

4- فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

5- القدرة المستهلكة في المقاومة الأولى

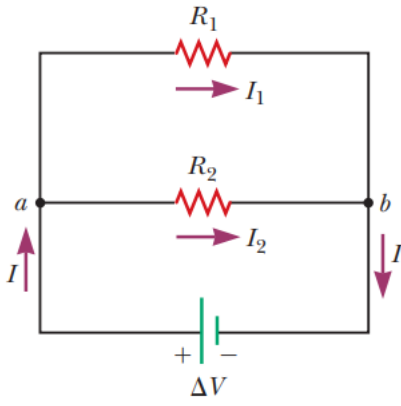
6- القدرة المستهلكة في المقاومة الثانية

7- القدرة المستهلكة في الدائرة

8- الطاقة المستهلكة في الدائرة خلال دقيقتين

### المسألة الثانية :

مقاومتان مقداريهما  $(R_1 = 3\Omega, R_2 = 6\Omega)$  وصلتا على التوازي كما في الشكل  
المجار مع بطارية فرق جهدها  $12V$  والمطلوب احسب



1- مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

2- شدة التيار خلال المقاومة  $(R_1)$  .

3- شدة التيار خلال المقاومة  $(R_2)$  .

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

5- القدرة المستهلكة في المقاومة الأولى

6- القدرة المستهلكة في المقاومة الثانية

7- القدرة المستهلكة في الدائرة

8- الطاقة المستهلكة في الدائرة خلال دقيقتين

المسألة الثالثة : من خلال المعطيات المدونة على الشكل وإذا علمت أن شدة التيار المار في الدائرة  $2A$  وفرق جهد

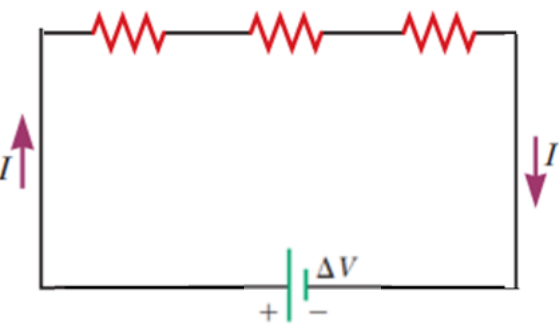
$$R_1 = 4\Omega \quad R_2 = 6\Omega \quad R_3$$

البطارية  $24V$  المطلوب

1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

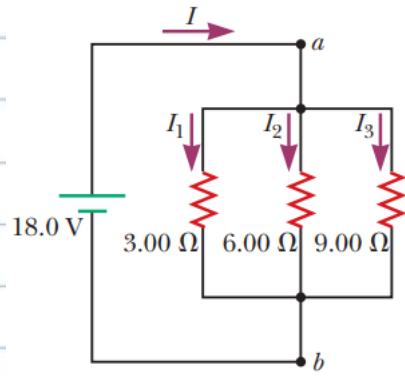
2) فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

3) قيمة المقاومة الثالثة  $(R_3)$





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

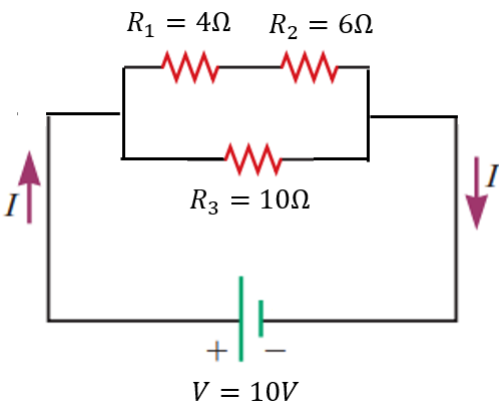


(1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

(2) شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد

(3) شدة التيار خلال كل مقاومة من المقاومات الثلاثة

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



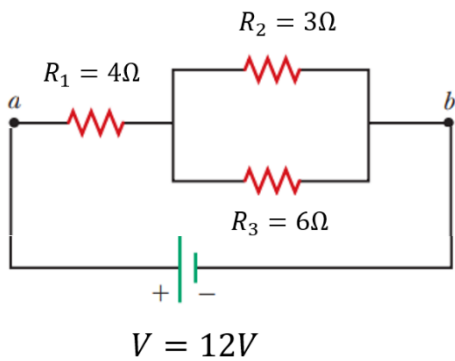
(1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

(2) شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد

(3) شدة التيار خلال المقاومة ( $R_3$ ) .

(4) فرق الجهد على المقاومة ( $R_1$ )

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



(1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.

(2) شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد

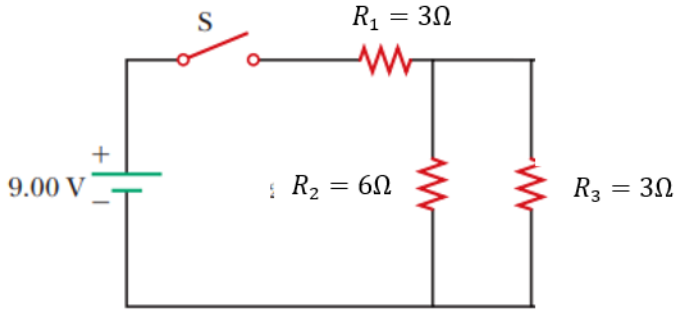
(3) فرق الجهد بين طرفي المقاومة ( $R_1$ )

(4) شدة التيار خلال المقاومة ( $R_3$ ) .

(5) فرق الجهد على المقاومة ( $R_2$ )

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

(1) مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة.



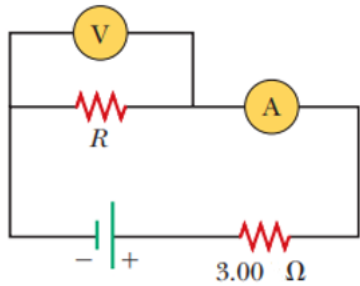
(2) شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد

(3) فرق الجهد على المقاومة ( $R_1$ )

(4) فرق الجهد على المقاومة ( $R_2$ )

**المسألة الثامنة :** من خلال المعلومات المدونة على الشكل وإذا علمت أن قراءة الفولتميتر كانت  $V(12)$  وقراءة الأميتر

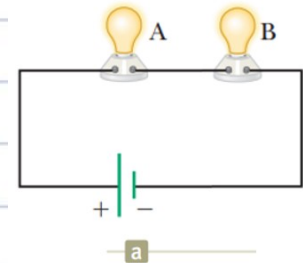
(2)A المطلوب



1- احسب قيمة المقاومة المجهولة في الدائرة

2- فرق جهد البطارية

3- فرق الجهد بين طرفي المقاومة  $3\Omega$



**حل التمرين التالي** في الشكل المجاور مصباحان متماثلان شكلنا منهما الدائرة التي تظهر في الشكل (a) المجاور والمصباحان يضيئان في هذه الحالة المطلوب ماذا يحدث لإضاءة المصباح (A) في الحالات التالية

أ- أضفنا مصباحا جديدا مماثلا للمصابيح الموجودة في الدائرة الأولى

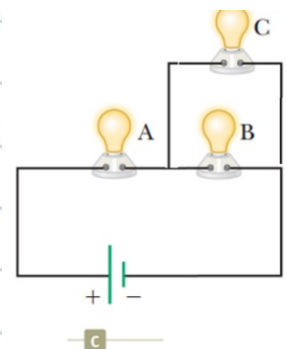
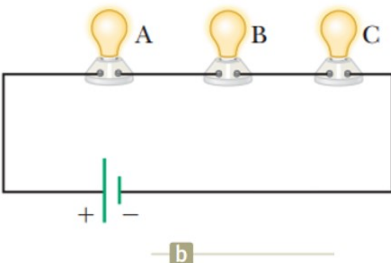
وعلى التوالي معها كما في الدائرة التي تظهر في الشكل (b) واستخدمنا ذات البطارية علما أن المصابيح الثلاثة أضاءت في هذه الحالة

**الحدث :**

ب- أضفنا مصباحا جديدا مماثلا للمصابيح الموجودة في الدائرة الأولى

وعلى التوازي مع المصباح (B) كما في الدائرة التي تظهر في الشكل (C) واستخدمنا ذات البطارية علما أن المصابيح الثلاثة أضاءت في هذه الحالة

**الحدث :**



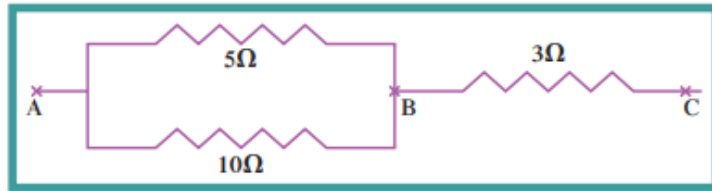
## مراجعة الدرس 2-4

**أولاً -** ماذا يحدث للمقاومة الكلية للدائرة عند إضافة أجهزة أخرى إلى دائرة التوالي وكذلك إلى دائرة التوازي؟

**ثانياً -** لماذا تقل المقاومة الكلية للدائرة عند إضافة أجهزة إلى دائرة التوازي؟

**سابعاً -** احسب المقاومة المكافئة لكلّ من الدوائر الكهربائية التالية:

(i)



### تحقق من فهمك

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

1. جسمان مشحونان يُؤثران على بعضهما بقوة  $F$ . بعد زيادة شحنة كلٍّ منهما إلى المثلين تُصبح القوة المؤثرة بينهما:

$\frac{F}{2}$  ☐  $\frac{F}{4}$  ☐  $2F$  ☐  $4F$  ☐

3. تتناسب المقاومة الكهربائية لنقل:

- ☐ طرديًا مع طوله وعكسيًا مع مساحة مقطعه  
☐ طرديًا مع طوله ومساحة مقطعه  
☐ عكسيًا مع طوله ومساحة مقطعه  
☐ عكسيًا مع طوله وطرديًا 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:

$50J$  ☐  $5J$  ☐  $2J$  ☐  $0.5J$  ☐

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

$10A$  ☐  $1A$  ☐  $0.1A$  ☐  $0.01A$  ☐

## 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 بالمثل:  
(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؟

### تحقق من مهاراتك

حل المسائل التالية:

3. سخان كهربائي يمرّ فيه تيار شدّته  $3A$  يعمل على فرق جهد  $220V$ . احسب:
  - (أ) مقدار الشحنة التي تمرّ به في دقيقة .
  - (ب) الطاقة الكهربائية المستهلكة في السخان .
  - (ج) مقاومة السخان واستنتج مساحة مقطع المقاوم إذا كان طول المقاوم  $20cm$  والمقاومة النوعية  $(1.6 \times 10^{-8}) \Omega.m$ .
  - (د) قدرة السخان .
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) شدّة التيار المارّ خلال البطارية .

