إدارة المناهج والكتب المدرسية

# الكهرباء

## العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

## الفصل الدراسي الأول

## الصف الحادي عشر

# الفرع الصناعي

إعداد

وزارة التربية والتعليم

بالتعاون مع

الوكالة الكورية للتنمية الدولية (KOICA)

والوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)

الناشر

وزارة التربية والتعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملاحظاتكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:

هاتف:٨-٥/٤٦١٧٣٠٤، فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩، ص.ب: ١٩٣٠، الرمز البريدي: ١١١١٨

أو بوساطة البريد الإلكتروني: E-mail: VocSubjects.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٩/١٣٥)، تاريخ ٢٠١٩/١٢/٢م، بدءًا من العام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠٢١م.

**الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم**

**عمّان – الأردن / ص.ب: ١٩٣٠**

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(٢٠٢٠/٧/٢٣٦٠)

**ISBN : 978-9957-84-951-1**

**اللجنة الضابطة لتأليف هذا الكتاب**

**د.أسامة كامل جرادات** — **م.عادل أحمد ممتاز**

**د.زبيدة حسن أبو شويمة** — **م.حمد عزات أحمرو**

**م.باسل محمود غضية** — **م.عبد الناصر سعيد حماد**

**بكر صالح عليان** — **م.عبد المجيد حسين أبو هنية**

**م.حماد محمد أبو الرشتة**

**اللجنة الفنية**

**د.زايد حسن عكور**

**التحرير العلمي: م. باسل محمود غضية**

**التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى** — **التحرير الفني: نداء فؤاد أبو شنب**

**التصميم: فخري موسى الشبول** — **الإنتاج: سليمان أحمد الخلايلة**

**دقق الطباعة وراجعها: م. باسل محمود غضية**

**الطبعة الأولى (تجريبية)** — **١٤٤١هـ / ٢٠٢٠م**

# قائمة المحتويات


| | الموضوع | |
|---|---|---|
| | المقدمة | |
| | المسوغات | |
| | إرشادات للطلبة | |
| | الفصل الدراسي الأول | |
| | الوحدة الأولى: المادة والكهرباء | |
| أولًا | النظرية الذرية والكهرباء | ٢٨ |
| | التمارين العملية<br>تعرُّف المواد الموصلة و المواد العازلة | ٣٤ |
| | الخرائط المفاهيمية | ٣٥ |
| ثانيًا | التيار وفرق الجهد الكهربائي | ٣٦ |
| | التمارين العملية<br>تعرُّف أنواع التيار الكهربائي | ٤٣ |
| | الخرائط المفاهيمية | ٤٥ |
| ثالثًا | المقاومة الكهربائية | ٤٦ |
| | التمارين العملية<br>قياس قيمة المقاومات عن طريق الألوان | ٥٦ |
| | الخرائط المفاهيمية | ٥٧ |
| رابعًا | أجهزة القياس الكهربائية | ٥٨ |
| | التمارين العملية<br>التمرين الأول: استخدام جهاز الأفوميتر التناظري لقياس المقاومة | ٦٥ |
| | التمرين الثاني: استخدام جهاز الأفوميتر التناظري لقياس فرق الجهد | ٦٨ |

| | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | التمرين الثالث: استخدام جهاز الأفوميتر التناظري لقياس التيار | ٧١ |
| | الخرائط المفاهيمية | ٧٥ |
| خامسًا | قانون أوم | ٧٦ |
| | التمارين العملية<br>التحقق من قانون أوم عمليًّا | ٨٠ |
| | الخرائط المفاهيمية | ٨١ |
| | القياس والتقويم | ٨٢ |
| | **الوحدة الثانية: مبادئ التيار المباشر** | |
| أولًا | التيار المباشر: طرائق توليده، واستخداماته | ٩٠ |
| | التمارين العملية<br>قياس فرق الجهد لمجموعة من البطاريات | ٩٣ |
| | الخرائط المفاهيمية | ٩٥ |
| ثانيًا | الدارة الكهربائية البسيطة | ٩٦ |
| | التمارين العملية<br>توصيل الدارة الكهربائية البسيطة، وتعرُّف مكوناتها وتوصيل أجهزة القياس | ٩٩ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١٠١ |
| ثالثًا | توصيل المقاومات الكهربائية | ١٠٢ |
| | التمارين العملية<br>التمرين الأول: توصيل مجموعة من المقاومات معًا على التوالي | ١٠٨ |
| | التمرين الثاني: توصيل مجموعة من المقاومات معًا على التوازي | ١١٠ |

| | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | الخرائط المفاهيمية | ١١١ |
| رابعًا | قانونا كيرشوف | ١١٢ |
| | التمارين العملية<br>التمرين الأول: التحقق من قانون كيرشوف للتيار عمليًّا | ١١٦ |
| | التمرين الثاني: التحقق من قانون كيرشوف للجهد عمليًّا | ١١٨ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١١٩ |
| خامسًا | القدرة والطاقة الكهربائية | ١٢٠ |
| | التمارين العملية<br>حساب القدرة الكهربائية بطريقة غير مباشرة | ١٢٥ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١٢٨ |
| | القياس والتقويم | ١٢٩ |
| **الوحدة الثالثة: إلكترونيات القدرة** | | |
| أولًا | الثنائيات | ١٣٢ |
| | التمارين العملية<br>التمرين الأول: استخدام الثنائي ديود في دارة كهربائية | ١٣٧ |
| | التمرين الثاني: مقارنة بين حجم الثنائي ديود وقدرته | ١٣٨ |
| | التمرين الثالث: فحص صلاحية الثنائي ديود | ١٣٩ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١٤٠ |
| ثانيًا | الثنائي زينر | ١٤١ |
| | التمارين العملية<br>توصيل الثنائي زينر بدارة كهربائية | ١٤٢ |

| | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | الخرائط المفاهيمية | ١٤٤ |
| ثالثًا | دارات التوحيد (التقويم) | ١٤٥ |
| | التمارين العملية<br>التمرين الأول: تحديد نوع التيار الداخل ونوع التيار الخارج من شاحن الهاتف النقال | ١٥١ |
| | التمرين الثاني: توصيل دارة تقويم نصف موجة | ١٥٣ |
| | التمرين الثالث: توصيل دارة تقويم موجة كاملة باستخدام محول ذي نقطة الوسط | ١٥٤ |
| | التمرين الرابع: توصيل دارة تقويم موجة كاملة باستخدام المُقوِّم الجسري | ١٥٥ |
| | التمرين الخامس: توصيل دارة تقويم نصف موجة للتيار المتناوب ثلاثي الطور | ١٥٦ |
| | التمرين السادس: توصيل دارة تقويم موجة كاملة للتيار المتناوب ثلاثي الطور | ١٥٧ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١٥٨ |
| رابعًا | الترانزستور ثنائي القطبية (BJT) | ١٥٩ |
| | التمارين العملية<br>تحديد قطبية الترانزستور باستخدام جهاز الأفوميتر | ١٦٦ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١٦٨ |
| خامسًا | الثايرستور | ١٧٠ |
| | التمارين العملية<br>استخدام الثايرستور بوصفه مفتاحًا يُتحكَّم فيه | ١٧٣ |

| | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | الخرائط المفاهيمية | ١٧٤ |
| سادسًا | العاكس | ١٧٥ |
| | التمارين العملية<br>توصيل دارة عاكس أحادي الطور بدارة كهربائية | ١٧٩ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١٨١ |
| سابعًا | المغناطيسية | ١٨٢ |
| | التمارين العملية<br>أثر التيار الكهربائي في توليد المجال المغناطيسي | ١٨٦ |
| | الخرائط المفاهيمية | ١٨٧ |
| ثامنًا | الطاقة المتجددة | ١٨٨ |
| | التمارين العملية<br>التمرين الأول: توصيل مجموعة من ألواح الطاقة الشمسية على التوالي | ٢٠٢ |
| | التمرين الثاني: توصيل مجموعة من ألواح الطاقة الشمسية على التوازي | ٢٠٣ |
| | التمرين الثالث: قراءة مواصفات لوح شمسي | ٢٠٤ |
| | الخرائط المفاهيمية | ٢٠٦ |
| | القياس والتقويم | ٢٠٧ |
| | مسرد المصطلحات | ٢١١ |
| | | |

بسم الله الرحمن الرحيم

**المقدمة**

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

فانطلاقًا من رؤية وزارة التربية والتعليم، وانسجامًا مع أهدافها في تطوير التعليم،جاء تطوير منهاج الكهرباء بدعم من الوكالة الكورية للتنمية الدولية (**KOICA**)، والوكالة الألمانية للتعاون الدولي (**GIZ**)؛ ليواكب التغير المتسارع والتطور التكنولوجي المستمر. وقد أوكلت مهمة تنفيذ هذا المنهاج إلى مركز هندسة العقول للتدريب والاستشارات، بإشراف مجموعة متخصصة من الخبراء والفنيين التابعين لوزارة التربية والتعليم الأردنية، وفقًا لمنهجية التدريب المبني على أساس وحدة الكفاية (**CBT**)، وبناءً على استراتيجية الحلقة الخماسية في إعداد المواد التعليمية والتدريبية .بما يحقق حاجات سوق العمل، ويقلل الفجوة بين التدريب والممارسة العملية في مجال الكهرباء؛ بغية إكساب الطلبة جميع المهارات الأدائية والنظرية والاتجاهية المتعلقة بمهنة الكهرباء.

روعي في تأليف هذا الكتاب الاعتماد على المعرفة العلمية والخبرات العملية، ودمج المعرفة النظرية في التطبيق العملي وفق استراتيجيات تعليمية وتدريبية حديثة، والنظر إلى الطالب (المتدرب) بوصفه محورًا للعملية التعلمية؛ لزيادة قدرته على تقصي المعرفة وتحليلها، والتواصل مع الآخرين بطرائق متعددة، ملتزمًا بأخلاقيات العمل الجماعي، وممارسًا التفكير الناقد والتفكير الإبداعي في حل المشكلات بصورة علمية، والإفادة من ذلك في اتخاذ القرارات.

يتكوَّن هذا الكتاب من ثلاث وحدات دراسية؛ الأولى: المادة والكهرباء، والثانية: مبادئ التيار المباشر، والوحدة الثالثة: إلكترونيات القدرة.

تضمَّن الكتاب العديد من الصور، والرسوم التوضيحية، والأشكال، والجداول، والأنشطة، والقضايا البحثية، والزيارات الميدانية؛ لتمكين الطالب من الحصول على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوعة، إضافةً إلى تضمينه ملحقًا للمصطلحات الإنجليزية؛ لتسهيل مهمته، وبخاصة في عمليات البحث.

ونحن إذ نُقدِّم هذا الجهد المتواضع، نأمل أن يُحقِّق أهدافه في أن يكون أحد مصادر المعرفة المتوافرة للطلبة والمعلِّمين، راجين منهم تزويدنا بالملاحظات والمقترحات؛ بغية تطويره وتحسينه.

**والله وليّ التوفيق**

## المسوغات

يُعَدُّ التعليم الثانوي الصناعي أحد فروع التعليم الثانوي الشامل المهني الذي تتبناه وزارة التربية والتعليم؛ لإعداد الكوادر المهنية المدرِّبة الداعمة للاقتصاد الوطني الأردني. وتخصص الكهرباء من التخصصات الضرورية التي تسعى إلى تطوير مهارات التفكير وحل المشكلات لدى الطلبة، وإغناء المعرفة النظرية والمهارات العملية والاتجاهات والقيم الإيجابية لديهم، ما يُمكِّنهم من إيجاد حلول مبتكرة للمشكلات التي تواجههم، واتخاذ القرار الصحيح بشأنها عند مزاولتهم المهنة في الحياة العملية على أسس سليمة.

يسعى هذا التخصص إلى غرس مبادئ العمل وقيمه في أذهان الطلبة، وفقًا لتعاليم العقيدة الإسلامية وقيمها الإنسانية والأخلاق العربية، وإعدادهم للعمل وتوفير الحياة الكريمة لهم؛ مُسلَّحين بكفايات فنية متميزة تُمكِّنهم من مواجهة تحديات العصر.

يُعَدُّ تخصص الكهرباء رافدًا مهمًّا للكوادر الفنية المؤهلة القادرة على التكيف مع متطلبات الحياة الحالية والمستقبلية والحاجات المتغيرة؛ ما يُؤثِّر إيجابًا في سوق العمل، ويُسهِم في إعداد طلبة قادرين على إدارة الوقت واستثماره، وربط المعرفة الفنية والنظرية والمهارات التي تلقوها بحياتهم العملية؛ تحقيقًا لرؤية وزارة التربية والتعليم، وتنفيذًا لأهدافها في مجال الاقتصاد المبني على المعرفة، وإكساب الطلبة المهارات اللازمة للحصول على المعرفة، وتوظيفها، واستثمارها؛ لتكون عونًا لهم في حياتهم العملية.

يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذا التخصص اكتساب:

١- المعارف والمهارات الأساسية في مجال الكهرباء.

٢- المهارات المتخصصة في علوم الكهرباء، وحسابها، ومعرفة العلوم النظرية الخاصة بالتخصص.

٣- المهارات المتخصصة في الطاقة الشمسية، وأنواعها، وطرائق توصيلها بما يتناسب مع الرمز (الكود) الأردني.

٤- المهارات المتخصصة في فهم الدارات الإلكترونية، وتمديدات التيار المنخفض.

٥- المهارات التخصصية لإجراء التمديدات والتوصيلات الكهربائية، وصيانة الأجهزة والمحركات الكهربائية المنزلية والصناعية، وإعادة لفها بصورة علمية صحيحة، وبحسب معايير سوق العمل.

٦- مهارات تركيب دارات التحكم وتشغيلها بحسب معايير سوق العمل.
٧- المهارات وقيم العمل الأساسية التي تفضي إلى اتجاهات جديدة في تقدير المهنة وأخلاقياتها، والتعامل مع الآخرين بإيجابية.
٨- المهارات والاتجاهات التي تساعدهم على التعلم الذاتي، والتعلم مدى الحياة.
٩- مهارات التفكير الإبداعي التي تساعدهم على فهم ما يحيط بهم من تقنيات العصر في مجال الكهرباء، وكيفية التعامل معها.

# إرشادات للطلبة

## الكفاية التقنية Technical Competence

تركز الكفاية التقنية على فكرة نقل المعرفة عن طريق عمل المشروع. ويعتمد تنفيذ المشاريع عامةً على الخطوات الست الآتية:

### ١- الحصول على المعلومات Informing

بناءً على تعريف المشروع ، يجب أن يتكوَّن لدى الطلبة صورة واضحة عن الحل النهائي، بما في ذلك التفاصيل. ويتحقق ذلك من خلال تحليل منهجي لوثائق المشروع وطرح الأسئلة إذا لزم الأمر.

**من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:**

– ماذا يفترض أن تفعل؟

– هل فهمت المهمة المطلوبة فهمًا دقيقًا؟

### ٢- التخطيط Planning

يُقصَد بالتخطيط إعداد الطالب عقليًّا، وتوقع التنفيذ الفعلي، وهو يتطلب الكفاءة في معالجة المشروع، وتنظيم خطواته.

**من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:**

– كيف يمكنك المضي قُدُمًا في تحقيق المهمة المطلوبة؟

– ما المعلومات المطلوبة؟

– ما المساعدات المتوافرة؟

## ٣-اتخاذ القرار Deciding

بعد مرحلة التخطيط يقرر الطلبة الوسائل المساعدة الضرورية، مثل: أوراق البيانات اللازمة لمعالجة المشاريع، وكيفية تنفيذ المهمة (فرديًّا، أو جماعيًّا).

**من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة؟**

– ما الأدوات والمستلزمات التي ستُستخدَم في التمرين؟

– هل ستستخدم مصادر المعلومات المتوافرة جميعها؟

– هل التزمت بقواعد السلامة العامة؟

## ٤- التنفيذ Executing

يجب أن يكون الطلبة قادرين على تنفيذ المهمة المطلوبة من دون مساعدة تقريبًا.

بعد التوصل إلى الحل، يجب إجراء فحص، أو الطعن في النتائج التي تُوصِّل إليها.

**من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:**

–هل اخترت التسلسل الصحيح لإنجاز المهمة؟

## ٥- التدقيق Checking

يفحص الطلبة النتائج، ويمكنهم مقارنتها بوثائق الشركة المصنعة. ويجب التحقق من القياسات لمعرفة إذا كانت القراءات واقعية أم لا.

**من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:**

– هل أنجزت أهداف المشروع؟

– هل اقتنعت أنت والمعلِّم بالنتائج؟

## ٦- التقييم Evaluation

في مرحلة التقييم النهائية، ينبغي استخدام المقارنة بين وثائق ترتيب المشروع والنتائج العملية من حيث الأداء والقيم بوصف ذلك أساسًا لإجراء تقييم خارجي أو تقييم ذاتي، ويجب تحليل الأخطاء وأسبابها وإمكانية تجنبها في المشاريع المستقبلية. يجب أيضًا أن يتعلم الطالب تقييم مواطن قوته وضعفه، وتطوير معايير الجودة الموضوعية للتطبيق في طريقة عمله التي ستؤدي في نهاية المطاف إلى إتقان العمل.

## قواعد السلامة العامة والصحة المهنية

### معلومات مهمة

إن توفير بيئة عمل آمنة من المخاطر يؤدي إلى خفض عدد ساعات العمل غير المستفاد منها نتيجة تغيب العاملين عن العمل بسبب المرض أو الإصابة، وكذلك الحد من تكاليف العلاج والتأهيل والتعويض عن الأمراض والإصابات المهنية؛ ما يؤدي إلى تحسين مستوى الإنتاج، والمحافظة على العنصر المادي من التلف، فتقل بذلك الخسائر المادية المباشرة، وغير المباشرة، وتزداد الأرباح؛ لذا يجب توفير بيئة العمل التي تُعْنى بتطبيق أعلى درجات الجودة في مجال السلامة العامة والصحة المهنية وحماية البيئة.

## إدارة المخاطر

يُقصَد بها قياس المخاطر المحتملة في بيئة العمل وتقييمها؛ بغية السيطرة عليها، والحد منها ما أمكن، أو منعها تمامًا؛ إذ تتم إدارة المخاطر وفقًا للخطوات الآتية مرتبة حسب الأولوية:

١- **تحديد المخاطر**: هي تحديد مصادر المخاطر المحتملة، وتحديد الأشخاص المحتمل تعرضهم لهذه المخاطر.

٢- **تقييم المخاطر**: تقدير شدة الخطر.

٣- **تنفيذ إجراءات الوقاية** من المخاطر وفقًا للتقييم المذكور آنفًا. وبوجه عام، توجد ستة إجراءات للتحكم في المخاطر، هي:

أ - **الإزالة** : إزالة الخطر بشكل كامل ونهائي من بيئة العمل.

ب- **الاستبدال**: في حالة عدم التمكن من إزالة مصدر الخطر نهائيًا، يجب التفكير في استبدال مصدر آخر عديم الخطورة به.

جـ- **العزل**: في حال عدم التمكن من إزالة مصدر الخطر او استبداله، يجب عزل الخطر بعوازل مناسبة تقلل من أضراره، أو تحد منه، أو تمنعه.

د - **التصاميم التقنية والهندسية**: تصاميم تحد من مصادر الخطر، أو تمنعها نهائيًا. وقد تكون واقيات عازلة للمعدات الخطرة، أو عازلة لمصادر الخطر.

هـ- **الضوابط الإدارية**: القوانين والإرشادات والقرارات الإدارية التي تحمي العاملين والأشخاص الموجودين في بيئة العمل من التعرض لمخاطر بيئة العمل.

و - **معدات الوقاية الشخصية**: خط الدفاع الأخير لحماية الإنسان من مخاطر بيئة العمل، مثل: واقيات العيون، وواقيات السمع، والأيدي، والأرجل، وملابس العمل.

## إجراءات الوقاية

في ما يأتي أهم إجراءات الوقاية من المخاطر المحتملة في بيئة العمل:

### ١ - الوقاية من مخاطر الكهرباء

للوقاية من مخاطر الكهرباء، يجب الالتزام بالإجراءات الآتية:

أ – التدريب الكافي على تطبيق قواعد السلامة العامة والصحة المهنية للوقاية من مخاطر الكهرباء.

ب – توافر لوحات تحذيرية من مخاطر الكهرباء مثبتة في مواقعها المخصصة بشكل واضح للجميع.

جـ – استعمال أجهزة الوقاية الكهربائية من زيادة شدة التيار.

د – توافر العزل الجيد للأرضيات أسفل لوحات الكهرباء.

هـ – جودة التأريض الكهربائي.

و – جودة التمديدات الكهربائية.

ز – العزل الجيد للأسلاك الكهربائية.

ح – عدم تحميل التوصيلات الكهربائية حملًا زائدًا على الحد المسموح به.

### ٢ - الوقاية من مخاطر السلالم النقالة

تصنع السلالم النقّالة من الخشب، والفايبرجلاس، والألمنيوم، ويتوافر منها الأنواع الآتية: السلَّم المستقيم **(A Straight Ladder)**، وسلَّم الدرج **(Step Ladder)**، والسلَّم القابل لزيادة الطول **(Extension Ladder)**. عند استخدام السلَّم النقّال يجب معرفة الحد الأقصى للوزن الذي يتحمله السلَّم، والتأكد أنه يناسب الوزن الكلي (وزن العمل نفسه + وزن المعدات والأدوات اللازمة للعمل) الذي سيتم تحميله عليه.

سلَّم الدرج
(Step Ladder)

السلَّم المستقيم
(Straight Ladder)

السلَّم القابل للزيادة
(Extension Ladder)

للوقاية من مخاطر سلالم الدرج، يجب الالتزام بالإجراءات الآتية:

١– استخدام السلَّم المناسب لنوع العمل والوزن المسموح به؛ إذ تصنف سلالم الدرج وفقًا للوزن الأقصى الذي تتحمله إلى خمس فئات، هي:

أ – الصنف **(III)** للمهام الخفيفة **(Light Duty)** : يتحمل وزن ٩٠ كغ فأقل.

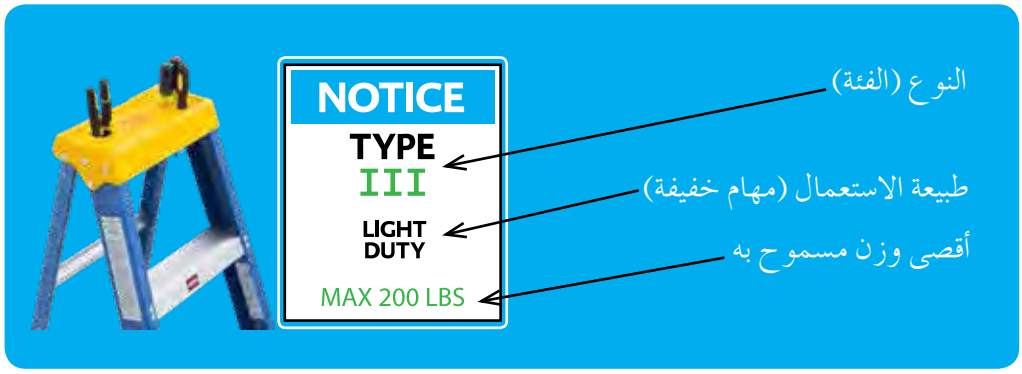
ب– الصنف **(II)** للمهام المتوسطة **(Medium Duty)** : يتحمل وزن ١٠٢ كغ فأقل.

جـ– الصنف **(I)** للمهام الثقيلة **(Heavy Duty)** : يتحمل وزن ١١٣ كغ فأقل.

د – الصنف **(I A)** للمهام فوق الثقيلة **(Extra Heavy Duty)** : يتحمل وزن ١٣٦ كغ فأقل.

هـ – الصنف **(I A A)** لمهام خاصة **(Special Duty)** : يتحمل وزن ١٧٠ كغ فأقل.

٢– قراءة لوحة بيانات السلَّم؛ إذ يجب تزويد كل سلَّم بلوحة إرشادية تبين فئته. ويبين الشكل لوحة بيانات لفئة السلَّم، والوزن الأقصى المسموح به للتحميل عليه.




لوحة بيانات لفئة السلَّم، والوزن الأقصى المسموح به للتحميل عليه.

للوقاية من مخاطر السلَّم المستقيم، يجب الالتزام بالإجراءات الآتية:

أ– ضبط درجة ميلان السلَّم وفق قاعدة (١–٤)؛ إذ يجب أن تساوي المسافة الأفقية ربع الارتفاع العمودي بين الأرض ونقطة ارتكاز السلَّم على الجدار، أو على السطح؛ أي إن المسافة الأفقية = الارتفاع ÷ ٤. ويبين الشكل ضبط درجة ميلان السلَّم العمودي.

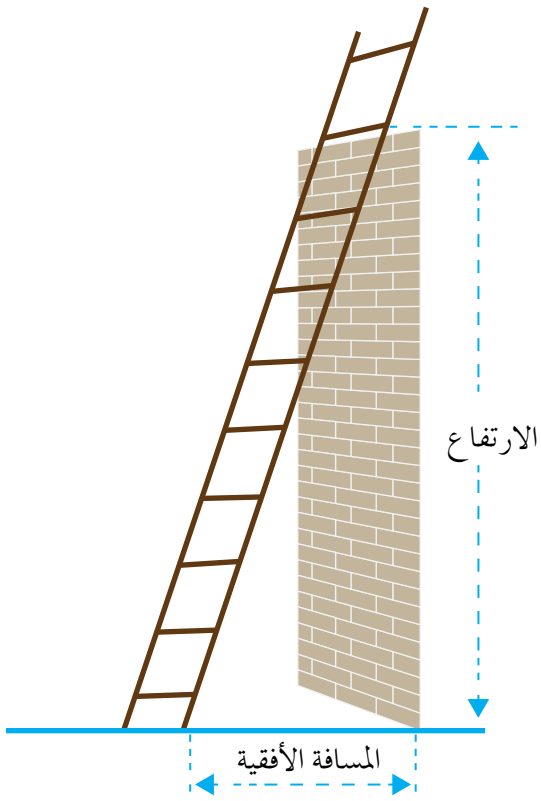
ب– عدم استعمال أكثر من شخص واحد السلَّم في الوقت نفسه.

جـ– تثبيت السلَّم عند نقطة الاستناد العليا على الجدار، وعند نقطة الارتكاز السفلى على الأرض، وتزويده بموانع انزلاق مثبتة بأسفل القائمتين.

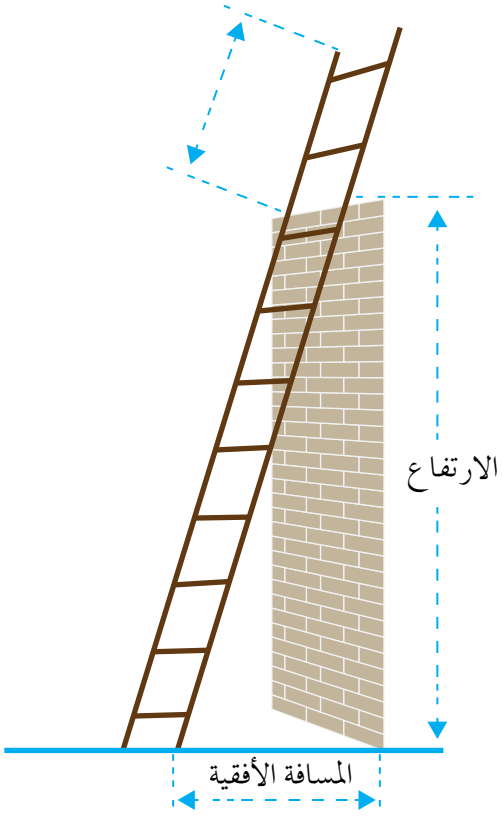
د– مراعاة أن يكون وجه العامل مواجهًا للسلَّم عند الصعود عليه، أو النزول منه.

هـ– عدم الوقوف على الدرجة الأخيرة للسلَّم، وعدم تجاوز الدرجة الثالثة تحت نقطة الارتكاز العليا.

و– إبراز حافة السلَّم العليا مسافة لا تقل عن متر واحد عن السطح عند استعماله للصعود إلى السطح. ويبين الشكل بروز الحافة العليا للسلَّم المستقيم عن مستوى السطح.




ضبط درجة ميلان السلَّم العمودي.




بروز الحافة العليا للسلَّم المستقيم عن مستوى السطح.

نقاط الاتصال الثلاث بين العامل والسلَّم.

ز– المحافظة على استمرار وجود ثلاث نقاط اتصال بين العامل والسلَّم في كل لحظة: اليدين وقدم واحدة، والقدمين ويد واحدة. ويبين الشكل نقاط الاتصال الثلاث بين العامل والسلَّم.

## ٢- الوقاية من مخاطر المناولة اليدوية

**أ - الوقاية من مخاطر الرفع:** قد يؤدي رفع المواد الثقيلة بصورة غير صحيحة إلى إصابة الفقرات القطنية. ومن أساليب الرفع المريحة للجسم الاحتفاظ بالأحمال قرب الجسم، وقرب مركز ثقل مركز جاذبية الشخص باستعمال أوضاع القدم القطرية، وتحريك الأحمال إلى مستوى ارتفاع الخصر بدلًا من تحريكها مباشرة من الأرض. ويبين الشكل الفرق بين الطريقة الصحيحة والطريقة غير الصحيحة لرفع الحمل.

الشكل (أ): الطريقة غير الصحيحة: ثني الظهر عند رفع الحمل.

الشكل (ب): الطريقة الصحيحة: المحافظة على استقامة الظهر، والاعتماد فقط على الأرجل في الرفع.

الفرق بين الطريقة الصحيحة والطريقة غير الصحيحة لرفع الحمل.

**ب- الدفع والسحب:** قد تتطلب المناولة اليدوية للمواد الدفع أو السحب وبوجه عام، يكون الدفع أسهل من السحب. ومن المهم استخدام كلتا الذراعين والساقين لتوفير القوة اللازمة لبدء الدفع .

**جـ- الدوران:** يمكن للعامل تحريك الأحمال بأمان عند لف الكتفين والوركين والقدمين مع المحافظة على بقاء الحمل أمامه في جميع الأوقات بدلًا من لي الظهر. ويبين الشكل الدوران غير الصحيح لجسم العامل في أثناء المناولة اليدوية.

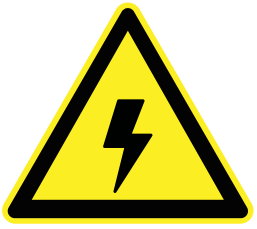
يتسبب الدوران غير الصحيح أثناء تحريك الحمل في العديد من الإصابات، ولا سيما الإصابات العضلية الهيكلية التي تؤدي إلى حدوث التواء ورضوض في الظهر والكتفين والأطراف العليا، وقد تؤدي المناولة اليدوية الطويلة للمواد إلى تلف العضلات والأوتار والأربطة والأعصاب والأوعية الدموية.

الدوران غير الصحيح لجسم العامل في أثناء المناولة اليدوية.

**ملاحظات**

تحتوي لوحات السلامة العامة والصحة المهنية على رموز ذات دلالات عالمية يمكن لأي عامل أو مهني فهمها ومعرفة المقصود بها. ويبين الجدول الآتي بعض هذه اللوحات.

بعض لوحات السلامة العامة والصحة المهنية.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| مواد سامة. | خطر إشعاعات الليزر. | مواد سامة ومؤكسدة / ممنوع الدخول. | مواد مشعة. |
| | | | |
| مادة كيميائية خطرة. | خطر سقوط الأشياء. | مواد قابلة للاشتعال. | مواد ضارة بالبيئة. |
| | |  | |
| خطر الصدمة الكهربائية. | مواد قابلة للانفجار. | خطر الصدمة الكهربائية. | مواد مؤكسدة. |
| | | | |
| مخرج طوارئ. | اتجاه مخرج الطوارئ. | بلل الأرضية (زلقة). | منطقة تجمع عند الإخلاء. |

## معدات الوقاية الشخصية

هي معدات تقي العمال والمهنيين من مخاطر بيئة العمل، مثل: معدات مكافحة الحريق، والمعدات الهندسية التي تقي العامل من مصدر الخطر مثل: تركيب الحواجز الواقية للأجزاء المتحركة، أو الحواجز الواقية التي تمنع تطاير الأجزاء الدقيقة، مثل البرادة (الرايش)، والذرات المعدنية والمواد الكيميائية. فإذا تعذَّر عمليًّا تهيئة ظروف عمل آمنة لإزالة المخاطر أو عزلها، فإن الحاجة تتطلب الوقاية بتوفير معدات الوقاية الشخصية الملائمة، وتزويد الأشخاص العاملين والموجودين في بيئة العمل بها، وفرض استخدامها؛ ضمانًا لوقايتهم من الإصابات والمخاطر، ويجب الاستمرار في استخدام هذه المعدات حتى في حال اتخاذ جميع إجراءات عزل المخاطر الهندسية والإدارية وغيرها.

يجب أن تتوافر في معدات الوقاية الشخصية الشروط الآتية:

١- مطابقتها للمواصفات العالمية، ومواكبتها أحدث التطورات التكنولوجية.

٢- مناسبتها للجسم، وسهولة استخدامها، وعدم إعاقتها للعمل.

٣- صلاحيتها للاستخدام، ودرؤها الخطر عن العامل في أثناء العمل.

٤- متانتها وجودتها بحيث تتحمل ظروف العمل.

٥- تدريب العامل على الاستخدام الصحيح لها لتكون جزءًا من برنامج عمله اليومي.

٦- إلزام العاملين باستخدامها، وتنظيم برامج التوعية بأهميتها.

٧- حفظها نظيفة في أكياس مناسبة في حال عدم استخدامها.

يبين الجدول الآتي بعض معدات الوقاية الشخصية.

بعض معدات الوقاية الشخصية.

| | | | |
|---|---|---|---|
| اللباس الواقي للجسم. | حزام الأمان. | واقي اليدين. | الحذاء الواقي للقدمين. |
| واقي السمع. | واقي الرأس. | واقي العينين وجهاز التنفس. | واقي العينين. |

واقي الوجه.

## أخلاقيات العمل في مهنة الكهرباء

يُقصَد بها مجموعة القواعد والآداب السلوكية والأخلاقية التي يجب أن يتحلّى بها العاملون في مهنة الكهرباء في أثناء تعاملهم مع الزبائن والتجار وزملاء المهنة الآخرين. وفي ما يأتي أبرز أخلاقيات العمل في هذا المجال:

١- احترام المواعيد.

٢- المصداقية في تسعير الأجور وأثمان القطع، وعدم المبالغة، ومراعاة حقوق الآخرين وظروفهم المادية والاقتصادية.

٣- الصدق والأمانة في تشخيص الأعطال، وتقدير حجم العمل.

٤- احترام خصوصيات الزبائن وممتلكاتهم عند العمل في المنازل.

٥- تجنب الممارسات الضارة بالبيئة والمجتمع.

٦- عدم أداء أعمال بطرائق غير مشروعة، مثل الرشوة، والمنافسة غير الشريفة.

٧- عدم أداء أعمال بأجور منخفضة جدًّا بذريعة التنافس؛ ما يؤدي إلى تدني جودة الخدمة المقدمة.

# ١

# الوحدة الأولى

# المادة والكهرباء

## النتاجات العامة للوحدة

**يُتوَّقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:**

- يتعرَّف تركيب الذرة.
- يُميِّز بين المواد الموصلة، والمواد العازلة، والمواد شبه الموصلة.
- يتعرَّف مفهوم المقاومة، ووحدة قياسها.
- يقيس مقاومة المواد باستخدام جهاز الأفوميتر.
- يُميِّز بين أنواع المقاومات الكهربائية الكربونية والسلكية.
- يقيس مقاومات مختلفة باستخدام جهاز الأفوميتر، ويقارنها بالقيم المقروءة باستخدام نظام الألوان.
- يُبيِّن تأثير درجة الحرارة في المقاومة الكهربائية.
- يتعرَّف التيار الكهربائي، ووحدة قياسه، واستخداماته.
- يتعرَّف فرق الجهد، ووحدة قياسه، واستخداماته.
- يقيس قيمة التيار وفرق الجهد لبعض الأحمال باستخدام جهازي الأميتر والفولتميتر.
- يتحقَّق من قانون أوم والعلاقة بين التيار وفرق الجهد والمقاومة.

الكهرباء اسم يضم مجموعة متنوعة من الظواهر الناجمة عن وجود شحنة كهربائية وتدفقها. وتضم هذه الظواهر البرق والكهرباء الساكنة، ولكنها تحتوي على مفاهيم أقل شيوعًا، مثل: المجال الكهرومغناطيسي، والحث الكهرومغناطيسي.

وفي الاستخدام العام، فإن كلمة (الكهرباء) تشير إلى عدد من التأثيرات الفيزيائية. أمّا في الاستخدام العلمي، فإن هذا المصطلح ما يزال غامضًا. ولهذا، فإن المفاهيم المتعلقة بهذا المصطلح يُفضَّل تعريفها وفقًا لمصطلحات أكثر دقة، وهذا ما سنتعرَّفه في هذه الوحدة.

# أولًا: النظرية الذرية والكهرباء

## النتاجات

- يُحدِّد العلاقة بين تركيب المادة والكهرباء.
- يُميِّز بين المواد الموصلة، والمواد العازلة، وشبه المواد الموصلة.

استكشف

الخرائط المفاهيمية

القياس والتقويم

**هل سمْعتَ يومًا عن الشحنات الكهربائية المنتجة للبرق؟**

البرق هو الضوء الذي يظهر فجأة في قلب السماء، ويحدث هذا الضوء نتيجة تصادم سحابتين؛ إحداهما تحمل شحنة كهربائية سالبة، والأخرى تحمل شحنة كهربائية موجبة، وينتج من التصادم شرارة قوية تكون على صورة الضوء الذي نراه فجأة ثم يختفي، انظر الشكل (١-١).

**الشكل (١-١): الشحنات الكهربائية المنتجة للبرق.**

- هل لتركيب المادة علاقة بالكهرباء؟

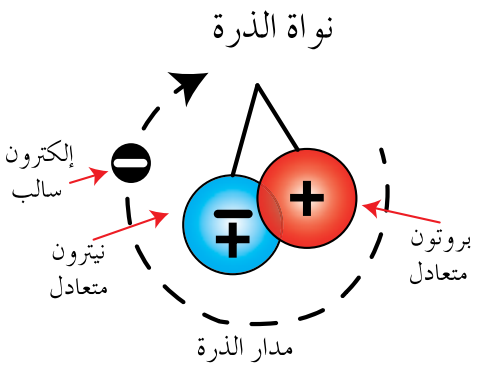
## النظرية الذرية (Atomic Theory)

لتركيب المادة ونوعها أهمية خاصة في علم الكهرباء؛ إذ تُستخدَم النظرية الذرية في تفسير الخصائص الكهربائية للمواد من حيث سريان التيار، وتأثيراته المختلفة.

## الذرة (Atom)

درست سابقًا أن المادة تتكون من جزيئات، وأن الجزيئات مجموعة من الذرات المرتبطة التي يرتبط ببعضها بعض، انظر الشكل (١-٢). تُعَدُّ الذرة وحدة بناء المادة، وأصغر جزء في العنصر، وهي التي تُحدِّد خصائص هذه المادة.

تتكوَّن الذرة ممّا يأتي:




**الشكل (١-٢): مُكوِّنات الذرة.**

١- **النواة (Nucleus)**: مركز الذرة، وهي تحوي نوعين من الجسيمات، هما:

أ - البروتونات (**Proton**): توجد داخل النواة، وتحمل الشحنة الموجبة (+).

ب - النيترونات (**Neutrons**): توجد داخل النواة، وتحمل الشحنة المتعادلة (±).

٢- **الإلكترون (Electron)**: تحمل الإلكترونات شحنة سالبة. وتكون الذرة متعادلة كهربائيًّا، أي إن عدد الإلكترونات يساوي عدد البروتونات الموجبة داخل النواة من حيث المقدار. وتدور الإلكترونات في مدارها الخارجي حول النواة، وعندما يكتسب أحدها طاقة فإنه يتحرر من مداره، وينتقل إلى مدار آخر، وتُسمّى الإلكترونات التي تنتقل نتيجة التحرر الإلكترونات الحرة.

أمّا عملية انتقال الإلكترونات فتُعرَف بالتيار الكهربائي، وهو حركة الإلكترونات الحرة وانتقالها من نقطة إلى أخرى عبر موصل تحت تأثير فولتية المصدر الكهربائي. والجدير بالذكر أن عدد الإلكترونات الحرة في المادة هو الذي يُحدِّد مدى توصيلها للتيار الكهربائي، فكلما زاد عدد الإلكترونات الحرة في المادة زاد توصيلها للتيار الكهربائي.

**تذكَّر**

الإلكترونات الحرة هي وحدها التي تنقل التيار الكهربائي.

تأسيسًا على ما سبق، هل توجد مواد غير موصلة؟ ما الذي يدفع الإلكترونات إلى التحرك والتنقل من نقطة إلى أخرى؟ هل يُسمَح للإلكترونات الموجودة في ذرات المواد جميعها بالتحرك والتنقل؟

**تُصنَّف المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاث مواد، هي:**

١ – **المواد الموصلة (Conductive Materials)**: مواد تسمح للتيار الكهربائي بالسريان من خلالها، وتحتوي ذراتها على عدد كبير من الإلكترونات الحرة، وتكون مقاومتها منخفضة جدًّا، وتشمل جميع المعادن، مثل: الفضة، والذهب، والألمنيوم، والحديد، والنحاس؛ إذ يُستخدَم النحاس في صنع الأسلاك الكهربائية لنقل الطاقة الكهربائية الداخلية، ويُستخدَم الألمنيوم في خطوط شبكات النقل وتوزيع الكهرباء الخارجية؛ نظرًا إلى جودتهما ورخص ثمنهما مقارنةً بالمواد الموصلة الأخرى.

**تذكَّر**

من أهم أسباب استخدام الألمنيوم في شبكات النقل انخفاض وزنه مقارنةً بالمواد الموصلة الأخرى.

٢ – **المواد العازلة (Materials Insulating)**: مواد لا تسمح للتيار الكهربائي بالسريان من خلالها؛ لعدم قدرة الإلكترونات على التحرك، بسبب احتواء ذراتها على عدد قليل من الإلكترونات الحرة (حسب طبيعة تركيبها الذري)؛ إذ تكون مقاومتها عالية، مثل: الخشب، والزجاج، والبلاستيك. وللمواد العازلة أهمية كبيرة في الأنظمة الكهربائية؛ إذ تُعَدُّ مادة البولي فينيل كلوريد (Poly Vinyl Chloride: P. V .C) أكثر المواد الخام استخدامًا في إنتاج المواد العازلة للكهرباء، ولديها استقرار كيميائي جيد، ومقاومة للتآكل والمياه. أمّا مادة البولي أثيلين التشابكي (Cross linked Polyethylene: XLPE) فتُستخدَم في عزل الحبال الكهربائية؛ لحماية الإنسان من الصدمات الكهربائية.

٣ – **المواد شبه الموصلة (Semi Conductive Materials)**: يُطلَق عليها اسم أنصاف الموصلات؛ إذ تمتاز هذه المواد بأنها مواد عازلة في حالتها النقية عند درجة حرارة الصفر المطلق، وتصبح موصلة جيدة للكهرباء بإضافة بعض المواد الخاصة إليها بنسب محددة، مثل الفسفور والزرنيخ، وبذلك يمكن استخدامها في صنع القطع الإلكترونية، مثل الثنائيات والترانزستورات وغيرها، وتُعَدُّ مادتا السليكون والجرمانيوم من أهم المواد شبه الموصلة.

## نشاط

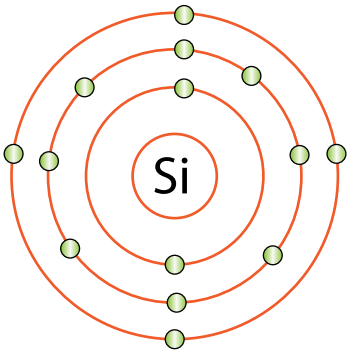
مستعينًا بالمراجع المتوافرة في مكتبة مدرستك، أو المواقع الإلكترونية في الشبكة العنكبوتية، ابحث وأفراد مجموعتك عن معلومات إضافية عن النظرية الذرية، ثم ناقشها مع المعلِّم في المشغل.

## ابحث

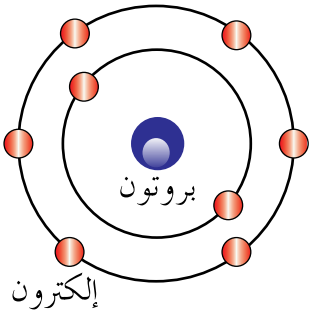
ابحث مع زملائك عن المواد المستخدمة في عزل الأسلاك الكهربائية (P.V.C) و(XLPE) من حيث مقدار تحملها لدرجة الحرارة.

| نوع العازل | درجة الحرارة |
|---|---|
| **(P.V.C):** البولي فينيل كلوريد. | |
| **(XLPE):** البولي إيثلين التشابكي. | |

يُمثِّل الشكلان المجاوران التركيب الذري لبعض العناصر (عازلة، شبه موصلة).



التركيب الذري للسليكون.



التركيب الذري للأكسجين.

– قارِن ضمن مجموعات بين هذه العناصر من حيث توصيلها للتيار الكهربائي، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك بإشراف المعلِّم.

## تذكَّر

قانون توزيع الذرات على المدارات ($2n^2$)، حيث n رقم المدار.

## التمارين العملية

# تعرُّف المواد الموصلة والمواد العازلة.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تتعرَّف المواد الموصلة والمواد العازلة.

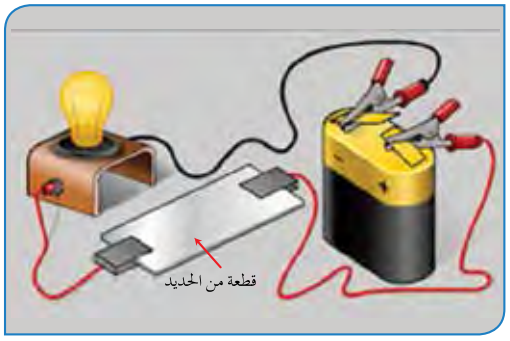
### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – بطاريات.<br>– مصباح كهربائي. | – أسلاك وأقطاب توصيل.<br>– قطعة معدنية موصلة للكهرباء.<br>– مادة بلاستيكية. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

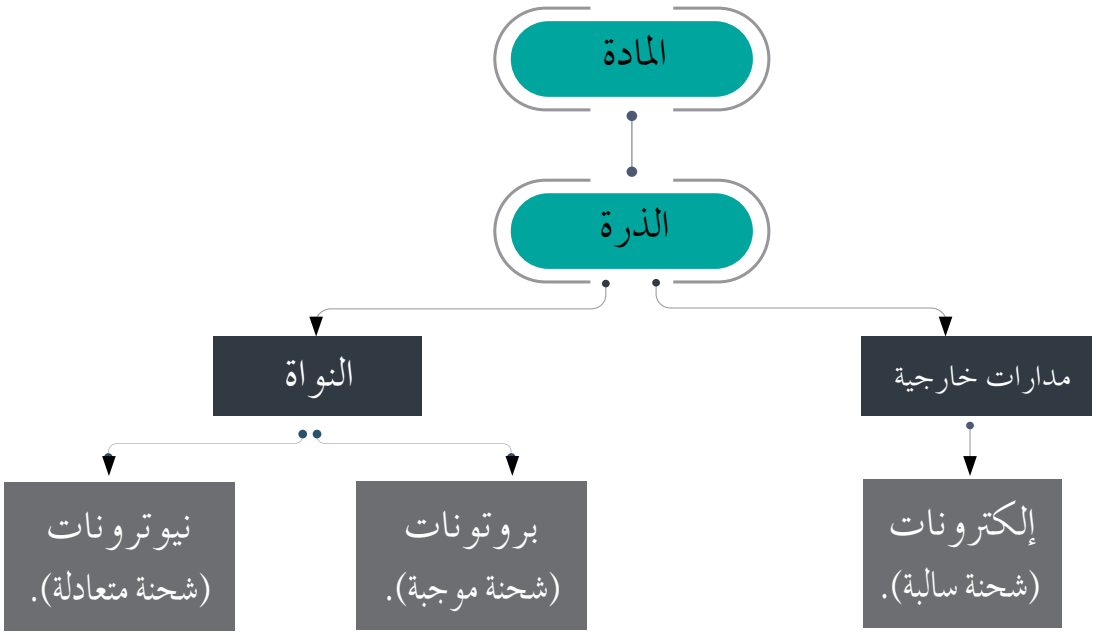
١– أحضر مصباحًا كهربائيًّا وبطارية وأسلاكًا، ثم صِلِ الدارة كما هو مبين في الشكل (١).

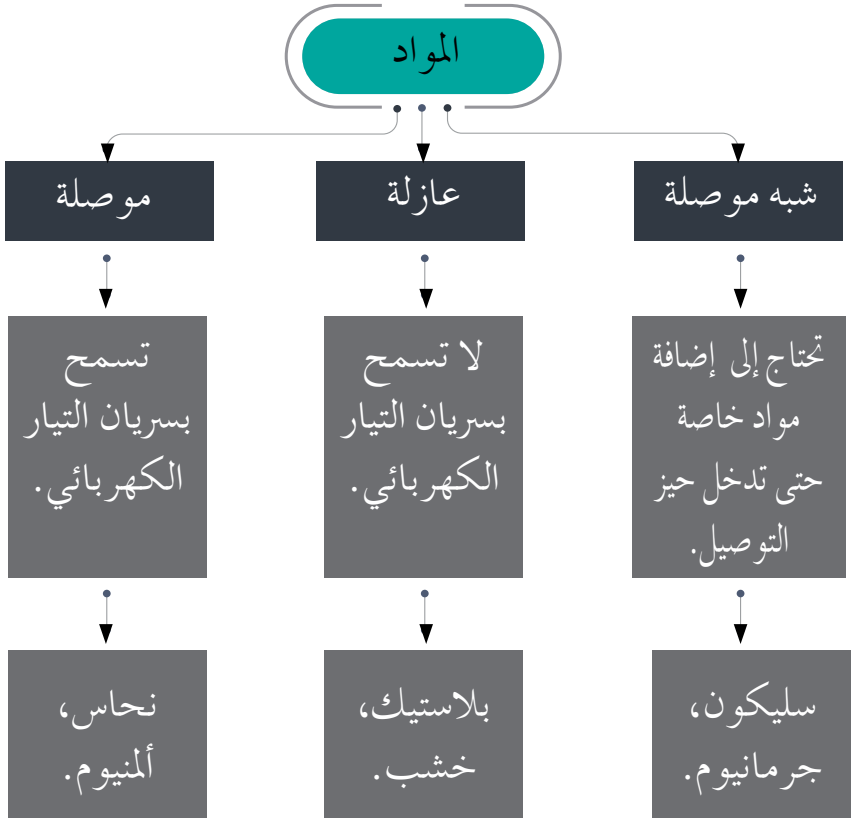
٢– لاحظ إضاءة المصباح عند وصل الدارة بالعناصر المختلفة، ثم دَوِّن ملاحظاتك في الجدول.




الشكل (١).

| نوع القطعة المستخدمة | إضاءة المصباح |
|---|---|
| الزجاج | |
| الخشب | |
| البلاستيك | |
| الحديد | |
| النحاس | |
| الألمنيوم | |


المادة
الذرة
مدارات خارجية
النواة
إلكترونات
(شحنة سالبة).
بروتونات
(شحنة موجبة).
نيوترونات
(شحنة متعادلة).

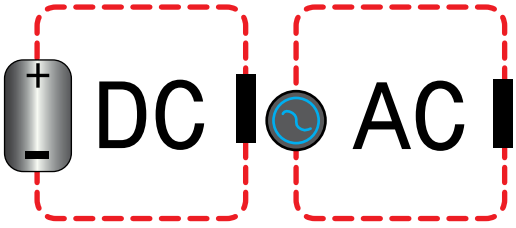

المواد
شبه موصلة
عازلة
موصلة
تحتاج إلى إضافة
مواد خاصة
حتى تدخل حيز
التوصيل.
لا تسمح
بسريان التيار
الكهربائي.
تسمح
بسريان التيار
الكهربائي.
سليكون،
جرمانيوم.
بلاستيك،
خشب.
نحاس،
ألمنيوم.

## ثانيًا: التيار وفرق الجهد الكهربائي

### النتاجات

- يُحدِّد أنواع التيار الكهربائي واستخداماتها، ويُميِّز بينها.
- يُحدِّد القيمة والنوع لفرق الجهد المُستخدَم في المنازل داخل الأردن.

التيار المتناوب  التيار المباشر




انظر.. وتساءل

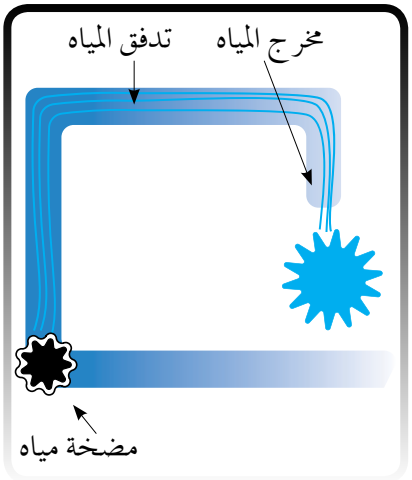
اقرأ.. وتعلم

استكشف

الإثراء.. والتوسع

الخرائط المفاهيمية

القياس والتقويم




**انظر.. وتساءل**

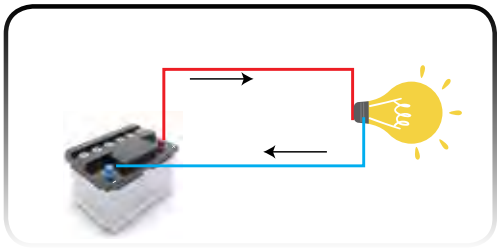
**ما الذي يجعل المياه تجري داخل الأنابيب باندفاع؟**

توجد مضخة في شبكة خطوط المياه تدفع المياه داخل الأنابيب؛ ما يجعلها تخرج من مخرج المياه بقوة. وفي حال عدم وجود مضخة لا يحدث تدفق للمياه داخل الأنابيب بقوة، فلا تخرج كمية كافية من المياه.

تحتوي البطارية على قطبين؛ أحدهما موجب، والآخر سالب يحمل شحنة الإلكترونات. ونظرًا إلى احتواء الموصل على إلكترونات؛ فإنه عند وصل البطارية يتنافر القطب السالب فيها مع الإلكترونات الموجودة في الموصل، فتبدأ الإلكترونات بالاندفاع باتجاه واحد، وضمن دورة مغلقة، نحو قطب البطارية الموجب، فينتج التيار الكهربائي.

## استكشف

- مُستعينًا بالشكل (١–٣)، ما الذي يُجبِر الإلكترونات على السريان خلال الموصل ؟

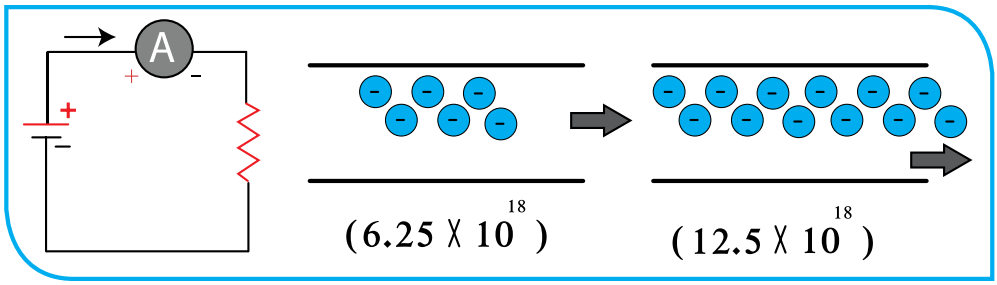


الشكل (١–٣): دارة كهربائية بسيطة.

## اقرأ.. وتعلم

### التيار الكهربائي (Electric Current)

يقاس التيار الكهربائي بوحدة الأمبير (Ampere)، ويُرمَز إليه بالرمز (I)، ويُعرَّف بأنه عدد الإلكترونات التي تسري داخل الموصل في الثانية الواحدة، وكل ($6.25\times10^{18}$) إلكترون يساوي أمبيرًا واحدًا، وكلما زاد عدد الإلكترونات التي تسري في الموصل زاد التيار في الموصل، كما هو مبين في الشكل (١–٤)؛ إذ يجب أن تتناسب مساحة مقطع الموصل مع الزيادة في التيار الذي يسري خلاله؛ خوفًا من عدم تحملها للتيارات المسحوبة، علمًا بأن اتجاه التيار الكهربائي في الدارة يكون من قطب البطارية الموجب باتجاه القطب السالب (عكس اتجاه سريان الإلكترونات)، حين يكون داخل مصدر الجهد (البطارية) من القطب السالب إلى القطب الموجب.




الشكل (١–٤): التيار الكهربائي.

يُوضِّح الجدول (١–١) وحدات أجزاء الأمبير ومضاعفاته المستخدمة كثيرًا في الحياة العملية.

الجدول (١–١): وحدات أجزاء الأمبير ومضاعفاته.

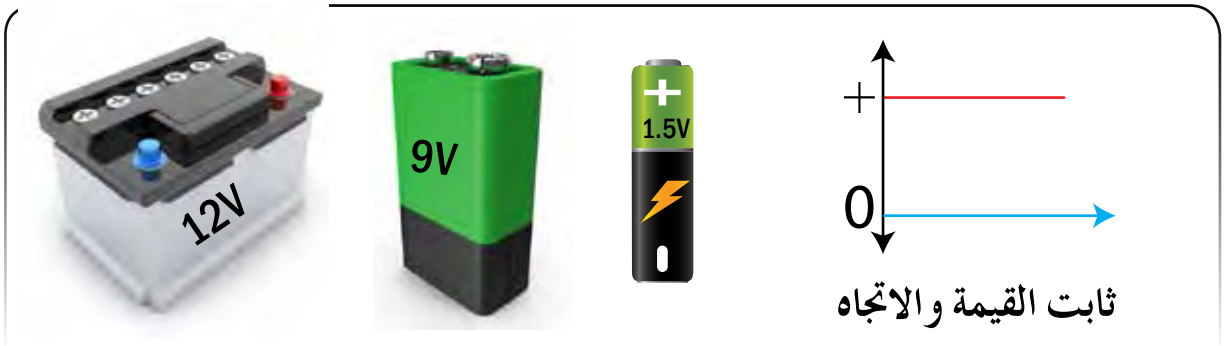
| الاسم | الرمز | القيمة الأسية | القيمة العددية |
|---|---|---|---|
| كيلو أمبير (Kilo Ampere) | KA | $10^{3}$ | 1000 A |
| ملي أمبير (Milli Ampere) | mA | $10^{-3}$ | 0.001 A |
| مايكرو أمبير (Micro Ampere) | µA | $10^{-6}$ | 0.000001 A |

يُستخدَم جهاز الأميتر (Ameter) لقياس شدة التيار، ويوصل على التوالي بالحمل المراد قياس تياره، ويُستخدَم أيضًا جهاز (Clamp meter) لقياس التيار الكهربائي بطريقة التأثير المغناطيسي.

## أنواع التيار الكهربائي

يقسم التيار الكهربائي إلى نوعين، هما:

١ – **التيار المباشر (المستمر) (Direct Current):** تيار ثابت القيمة والاتجاه مع الزمن. ويُستخدَم هذا النوع من التيار الكهربائي غالبًا في التطبيقات التي تتطلَّب جهدًا منخفضًا. يُوضِّح الشكل (١–٥) موجة التيار المباشر الذي يُرمَز إليه بالحرفين (DC)، ويحوي طرفين؛ أحدهما موجب (+) مُميَّز باللون الأحمر، والآخر سالب (–) مُميَّز باللون الأسود. يجب قراءة لوحة المعلومات الخاصة بالجهاز قبل توصيله بالكهرباء؛ إذ يدل وجود الرمز ( ⎓ )، أو (+ –)، أو حرفي (DC) على أن الجهاز يعمل وفق التيار المباشر، ويجب أيضًا عند استخدام التيار المباشر مراعاة القطبية عند التوصيل، علمًا بأن تردده يساوي صفرًا.



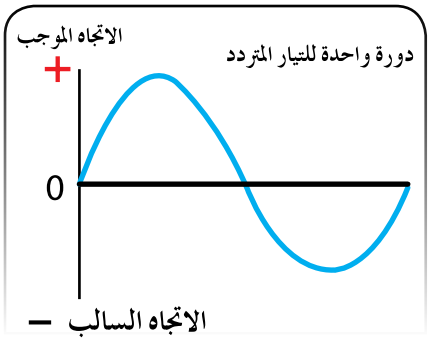

الشكل (١–٥): التيار المباشر (المستمر).

٢- **التيار المتناوب (المتردد) (Alternating Current):** تيار متغير القيمة والاتجاه مع الزمن، انظر الشكل (١-٦)، يعمل على عكس اتجاهه بشكلٍ متناوب مرة كل (60/50 ثانية)، علمًا بأن التردد في الأردن يساوي (50 Hz)، وأن بعض البلدان تستخدم التردد (60 Hz) كما هو الحال في الولايات المتحدة الأمريكية والسعودية. للتيار المتناوب أنواع عِدَّة، ولكل نوع منها خصائص، وأشهر أنواعه التيار الجيبي، الذي يمكن الحصول عليه من مولدات التيار المتناوب الخاصة بشركة الكهرباء الأردنية، التي تغذي شبكات النقل والتوزيع، ويُرمَز إليه في الأجهزة الكهربائية بالرمز ~ ، أو (AC).

يُميَّز طرفا هذا التيار كما يأتي:

الرمز (N): يُسمّى الخط المحايد، ويُميَّز باللون الأسود.

الرمز (L) أو (Ph): الخط الطور (الفاز)، ويُستدَل عليه باللون (الأحمر). وعودًا على ذي بدء، فإن (50 Hz) للجهاز يدل على أنه يعمل وفق التيار المتناوب.



الشكل (١-٦): التيار المتناوب (المتردد).

**تذكَّر**

تعمل الأجهزة الكهربائية في المباني السكنية بجهد مقداره (230) فولت، وتردد مقداره (50 Hz).

**فرق الجهد والقوة الدافعة الكهربائية**

درسْتَ سابقًا أن أهم متطلبات سريان التيار الكهربائي هو وجود قوة مُؤثِّرة خارجية تُجبِر الإلكترونات الحرة على التحرك عبر الموصل، وأنه يمكن الحصول على هذه القوة من مصادر الطاقة الكهربائية، مثل: البطاريات والمولدات الكهربائية، وأن لهذه القوة أسماء مختلفة، هي: فرق الجهد الكهربائي، والقوة الدافعة الكهربائية، والفولت.

وبالرغم من اختلاف أسماء هذه القوة فإنها تقريبًا متشابهة، وفي ما يأتي بيان كلٍّ منها:

١- **فرق الجهد الكهربائي (Electrical Voltage):** ينشأ فرق الجهد الكهربائي عند وجود فرق في كمية الشحنات الكهربائية (الإلكترونات الحرة) بين نقطتين في دارة كهربائية؛ إذ تنقل الإلكترونات الحرة من المنطقة الغنية بها إلى المنطقة التي تعاني نقصًا فيها، فالبطارية لها قطب سالب مليء بالإلكترونات الحرة وقطب موجب يفتقر إلى هذه الإلكترونات. تسري الإلكترونات الحرة من طرف البطارية السالب إلى الطرف الموجب، وهذا يعني وجود فرق جهد بين الطرف الموجب والطرف السالب. وفي حال تم توصيل طرفي البطارية بسلك من النحاس مثلًا عن طريق حمل كهربائي فإنه يحدث سريان للتيار بين طرفي البطارية عبر الموصل.

٢- **القوة الدافعة الكهربائية (Electrical Motive Force):** يُستخدَم هذا المصطلح للتعبير عن الفولتية أو فرق الجهد بين طرفي مصدر كهربائي من دون وجود حمل خارجي، كما هو الحال في مصدر التيار المباشر؛ تجنبًا لحساب المقاومة الداخلية للبطارية، ويُرمَز إلى هذه القوة باللغة العربية بالأحرف (ق د ك)، وباللاتينية بالأحرف **(E M F)**.

٣- **الفولت (Volt):** وحدة قياس فرق الجهد أو القوة الدافعة الكهربائية، ويُرمَز إليه بالحرف **(V)**، وُيعرَّف بأنه فرق الجهد اللازم لتحريك تيار شدته **(1)** أمبير عبر موصل مقاومته **(1)** أوم. يقاس فرق الجهد في الدارات الكهربائية بجهاز خاص يُسمّى الفولتميتر **(Volt Meter)**، ويُرمَز إليه بالحرف **(V)**، ويوصل على التوازي بالحمل أو المصدر المراد قياسه. وتجدر الإشارة إلى أن فرق الجهد المستخدم في المنازل بالأردن هو جهد متغير **(AC)** أحادي الأطوار **(Single Phase)** يصلها من شركة الكهرباء .بمقدار **(230v)**، وتردده **(50 HZ)**. أمّا في المباني السكنية متعددة الطوابق والمنشآت الصناعية الكبيرة فيجب إيصال تيار متناوب (ثلاثي الطور) **(400v) (Three Phase)** إليها. ويُوضِّح الجدول (١-٢) بعض وحدات أجزاء الفولت ومضاعفاته المستخدمة كثيرًا في الحياة العملية.

الجدول (١–٢): بعض وحدات أجزاء الفولت ومضاعفاته.

| الاسم | الرمز | القيمة الأسية | القيمة العددية |
|---|---|---|---|
| كيلو فولت (Kilo Volt) | KV | $10^3$ | 1000v |
| ملي فولت (Milli Volt) | mV | $10^{-3}$ | 0.001v |

## جهد التشغيل

لكل جهاز كهربائي قيمة جهد محددة لا يجب أن يتعداها. وتُدوَّن هذه القيمة على لوحة مواصفات الجهاز، في ما يُعرَف بجهد التشغيل، أو الجهد الاسمي.

**فكّر**

أحضر شخص جهازًا من خارج الأردن يعمل بفرق جهد مقداره (110v AC). إذا وصل هذا الجهاز بتيار فولتيته (230v AC)، فماذا يحدث؟

يطلب المعلِّم إلى الطلبة قراءة المعلومات الخاصة بالتيار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي المسجلة على الأحمال المنزلية الآتية، ثم تدوينها في الجدول (١–٣).

الجدول (١–٣): قيمة التيار وفرق الجهد لبعض الأجهزة الكهربائية.

| الجهاز | قيمة التيار (بالأمبير) | قيمة فرق الجهد (بالفولت) |
|---|---|---|
| ١– الثلاجة الكهربائية | ( ) A | ( ) V |
| ٢– التلفزيون الكهربائي | ( ) A | ( ) V |
| ٣– المكواة الكهربائية | ( ) A | ( ) V |
| ٤– سخان الماء | ( ) A | ( ) V |
| ٥– المدفأة الكهربائية | ( ) A | ( ) V |

## التمارين العملية

# تعرُّف أنواع التيار الكهربائي.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

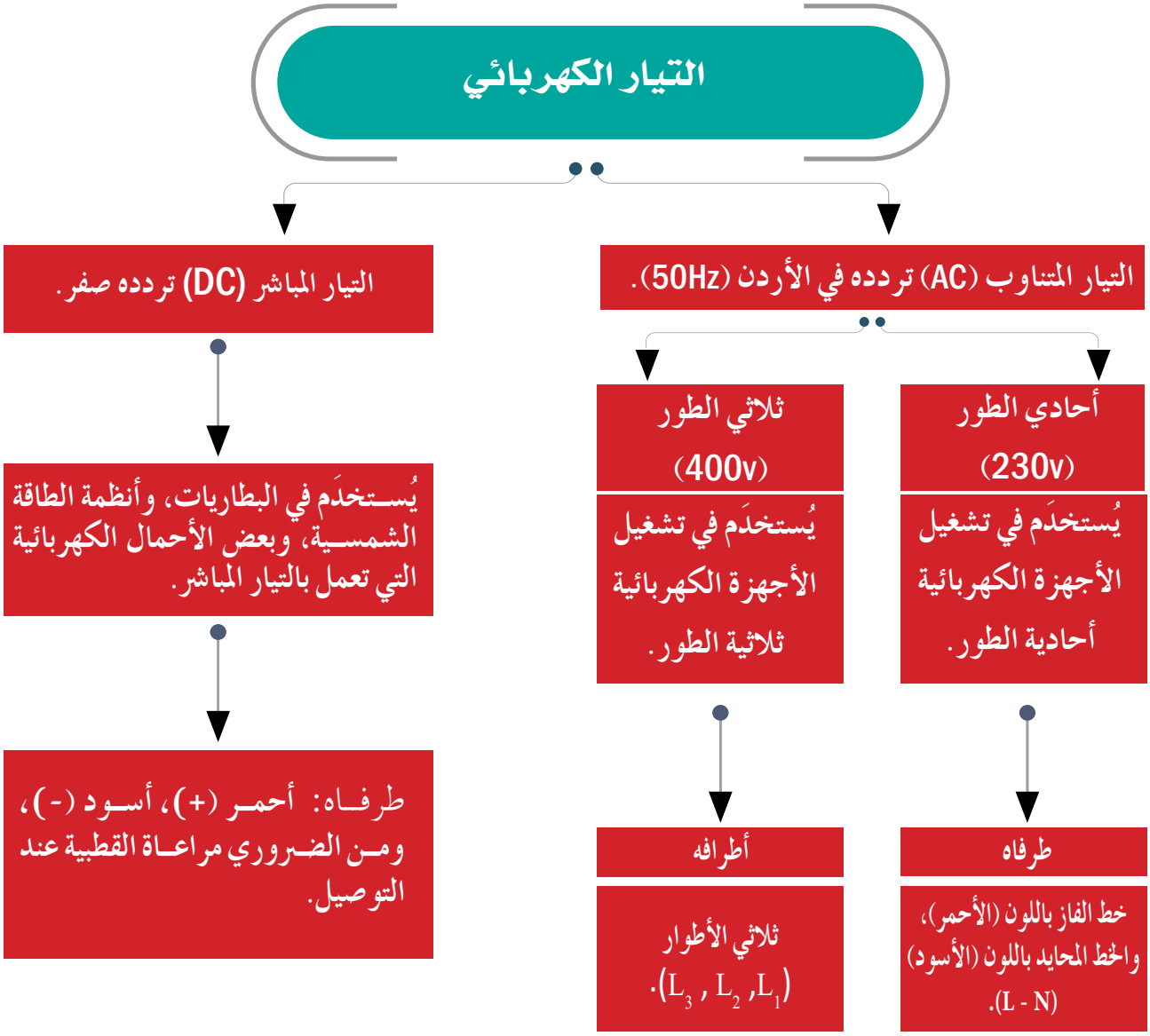
- تُميِّز بين التيار المباشر والتيار المتناوب، وتتعرَّف مجال استخدام كل نوع منهما.
- تُحدِّد النوع والقيمة لفرق الجهد المستخدم في الأردن.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز قياس إلكتروني متعدد الأغراض.<br>– مراكم متنوعة.<br>– مفك فحص.<br>– قابس كهربائي. | – أسلاك توصيل. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– يُوضِّح الشكل (١)، جهاز قياس إلكتروني متعدد الأغراض (Digital Multi-Meter)، خاص بالقياسات الكهربائية. بناءً على دراستك أنواع التيار الكهربائي، ضع مفتاح الاختيار على ما يأتي:<br><br>أ – مجال قياس فرق الجهد المتناوب (AC).<br>ب – مجال قياس فرق الجهد المباشر (DC). | <br>الشكل (١). |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
| --- | --- |
| ٢- ضع مفتاح الاختيار للجهاز متعدد الاستعمال على مجال قياس مناسب لقياس جهد البطاريات والأعمدة الجافة كما في الشكل (٢). | الشكل (٢). |
| ٣- ضع مفتاح الاختيار للجهاز متعدد الاستعمال على مجال مناسب لقياس فرق الجهد المستخدم في تشغيل الأجهزة المنزلية داخل الأردن. | |
| ٤- ناقش زملاءك بإشراف المعلِّم في كيفية استخدام المفك الفاحص (Tester) بطريقة صحيحة لفحص دارات التيار المتناوب (AC) المستخدم في المنازل كما في الشكل (٣). | الشكل (٣). |


التيار الكهربائي
التيار المتناوب (AC) تردده في الأردن (50Hz).
التيار المباشر (DC) تردده صفر.
أحادي الطور (230v)
ثلاثي الطور (400v)
يُستخدَم في تشغيل الأجهزة الكهربائية أحادية الطور.
يُستخدَم في تشغيل الأجهزة الكهربائية ثلاثية الطور.
يُستخدَم في البطاريات، وأنظمة الطاقة الشمسية، وبعض الأحمال الكهربائية التي تعمل بالتيار المباشر.
طرفاه
خط الفاز باللون (الأحمر)، والخط المحايد باللون (الأسود) .(L - N)
أطرافه
ثلاثي الأطوار .($L_3$ , $L_2$ ,$L_1$)
طرفاه: أحمر (+)، أسود (-)، ومن الضروري مراعاة القطبية عند التوصيل.

# ثالثًا: المقاومة الكهربائية
# (Electrical Resistance)

## النتاجات

- يتعرَّف مفهوم المقاومة في الدارات الكهربائية.
- يتعرَّف أنواع المقاومات المستخدمة في الدارات الكهربائية، ويُميِّز بينها.
- يحسب قيمة المقاومة باستخدام نظام الألوان.

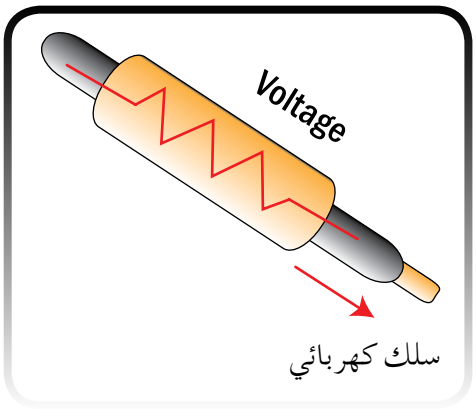
**ماذا يحصل لتدفق كمية المياه داخل ماسورة المياه الموضحة في الشكل؟**

من المؤكد أن تدفق كمية المياه الذي يصل إلى ماسورة المياه عند المنتصف سيكون أقل منه في بداية الماسورة؛ ما يؤدي إلى تقليل كمية المياه الخارجة في نهاية الخط.

## استكشف

- بناءً على الشكل (١–٧)، ما الذي يقاوم سريان التيار الكهربائي داخل الموصل؟

من المؤكد أن التيار المار عبر الموصل سيواجه معوقات في أثناء مروره بسبب وجود المقاومة؛ ما يُؤثِّر في كمية التيار الخارج تبعًا لقيمة المقاومة.




الشكل (١–٧): سريان التيار الكهربائي داخل الموصل.

اقرأ.. وتعلم

### المقاومة الكهربائية (Electrical Resistance)

تُعرَّف المقاومة الكهربائية بأنها ممانعة المادة لسريان التيار الكهربائي من خلالها، وهي تقاس بوحدة الأوم، ويُرمَز إليها بالرمز **(Ω)**. ويُعرَّف الأوم بأنه مقاومة موصل يسري خلاله تيار كهربائي مقداره **(1)** أمبير عندما تكون الفولتية بين طرفيه **(1)** فولت. يُستخدَم الرمز **(R)** أو (

) للدلالة على المقاومة، ويُستخدَم جهاز الأوميتر **(Ohm Meter)** لقياس المقاومة، وهو يوصل على التوازي بالقطع المراد قياسها. بالرغم من أن المقاومة الكهربائية تهدر جزءًا من الطاقة، فإنها ضرورية لحماية بعض أجزاء الدارات الكهربائية؛ لذا توضع في بعض أجزاء الدارات الكهربائية حماية لها، وتكمن أهميتها في أنها تتحكم في شدة التيار المار، وفي فرق الجهد بين طرفيها.

يُوضِّح الجدول (١–٤) وحدات أجزاء الأوم المستخدمة كثيرًا في الحياة العملية.

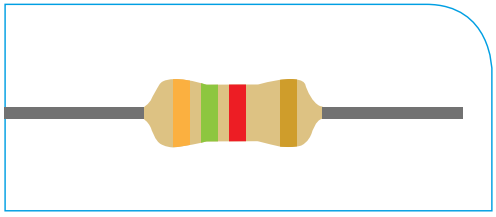
الجدول (١–٤): بعض وحدات أجزاء الأوم.

| الاسم | القيمة الأسية | الرمز | القيمة العددية |
|---|---|---|---|
| ميغا أوم (Mega Ohm) | $10^{6}$ | MΩ | 1000,000 Ω |
| كيلو أوم (Kilo Ohm) | $10^{3}$ | kΩ | 1000 Ω |
| ملي أوم (Milli Ohm) | $10^{-3}$ | mΩ | 0,001 Ω |
| مايكرو أوم (Micro Ohm) | $10^{-6}$ | μΩ | 0,000001 Ω |

## أنواع المقاومات

تُصنَّف المقاومات وفق مادة صنعها إلى مقاومات كربونية، وغشائية، وسلكية، وسطحية، وشبكية، ومقاومات خاصة، وسنكتفي فقط بشرح المقاومات الكربونية، والغشائية، والسلكية. تجدر الإشارة إلى أن مقاومة الأسلاك والموصلات الكهربائية غير مرغوب فيها؛ لأنها تُسبِّب هبوطًا في الفولتية على امتداد السلك الناقل؛ لذا تكون الفولتية في نهاية الخط عند الحمل أقل منها في بداية الخط عند المصدر.

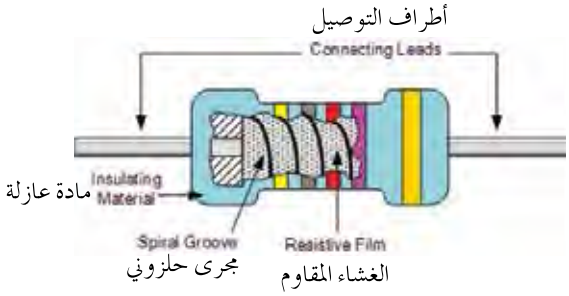
١– **المقاومات الكربونية (Carbon Resistors):** تُصنَع هذه المقاومات من الكربون، وتكون محاطة بحلقات ملونة بألوان مختلفة، تُمثِّل رمزًا (كود) لتحديد قيمتها، وتوجد جداول خاصة بذلك، انظر الشكل (١–٨). يُعَدُّ هذا النوع من أشهر أنواع المقاومات التي تُستخدَم في الدارات الكهربائية، وتكون قيمتها كبيرة تتراوح بين **(10Ω- 20M Ω)**، وبنسبة تفاوت تتراوح بين **(20%-5%)**، إلا أن قدرتها صغيرة تتراوح بين **(0.25W-5W)**، وكلما زاد حجم المقاومة كانت قدرتها أكبر، ومن عيوب المقاومات الكربونية أنها لا تُصنَّع بقدرات كبيرة.



الشكل (١–٨): المقاومات الكربونية.

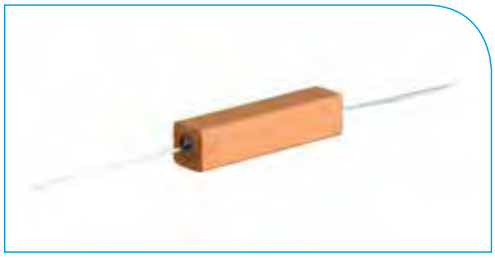
### ٢-المقاومات الغشائية (Film Resistors):

تتشابه المقاومات الغشائية مع المقاومات الكربونية من حيث الشكل الخارجي، ولكنها تكون أكثر دقة وأعلى تكلفة، انظر الشكل (١-٩).




**الشكل (١-٩): المقاومات الغشائية.**

### ٣- المقاومات السلكية (Wire Wound Resistors):



**الشكل (١-١٠): المقاومات السلكية.**

تُصنَع من سلك معدني محاط بمادة عازلة من سبائك النيكل والكروم، التي تستخدم بكثرة بسبب انخفاض قيمة المعامل الحراري لمقاومتها. ولحماية المقاومة، فإنها تغطى بطبقة واقية من الطلاء الزجاجي، أو بخلطة من الرمل والأسمنت، وبعضها يُغلَّف بمُبدِّد حراري من الألمنيوم. والمقاومات السلكية تكتب قيمتها وقدرتها مباشرة عليها، وتصنع غالبًا بقدرات كبيرة وقيم أومية قليلة، كما هو مبين في الشكل (١-١٠).

**قدرة المقاومات**

هي مقدار التيار الذي تتحمله المقاومة دون أن تتعرض للتلف، وفي حالة تلف المقاومة يجب استبدالها بمقاومة مشابهة لها من حيث القدرة والقيمة، وكلما زادت القدرة زاد حجم المقاومة.

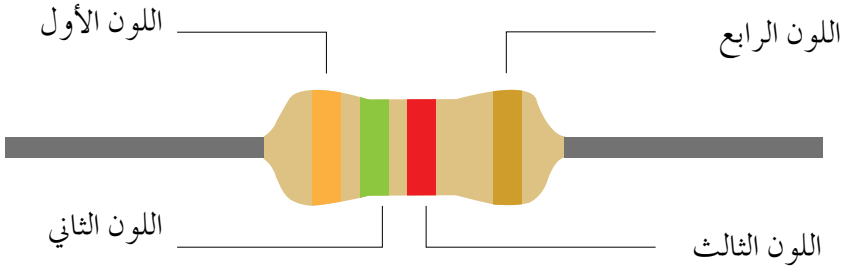
**تذكَّر**

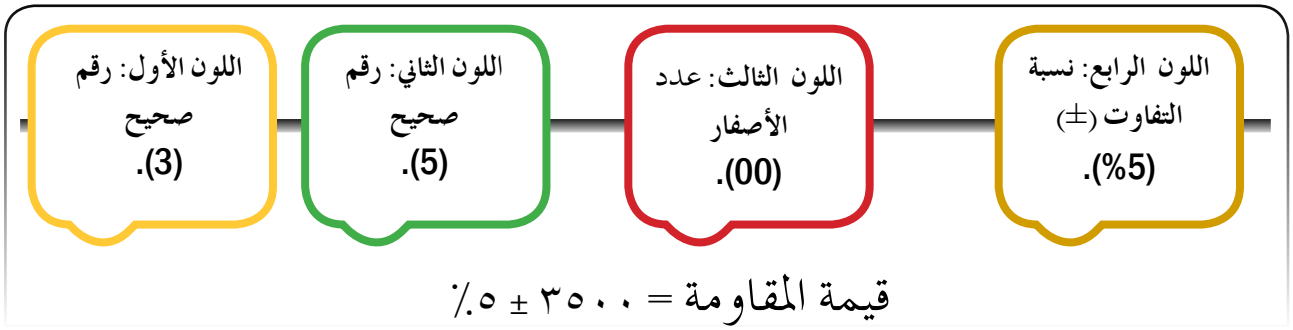
يُسبِّب سريان التيار الكهربائي في المقاومة تولُّد حرارة، وتُصنَع المقاومات بحيث تتحمل درجات معينة من الحرارة.

## قراءة قيمة المقاومات

تُصنَع بعض المقاومات بوضع حلقات دائرية ملونة عليها لمعرفة قيمة المقاومة؛ نظرًا إلى صعوبة كتابة قيمة المقاومة الكهربائية عليها لصغر حجمها، ويدل كل لون على قيمة معينة، وتُقرَأ قيمة المقاومة من اليسار إلى اليمين؛ وتُصنَع بِعَّدة ألوان، سنذكر منها نوعين:

١ – **المقاومة ذات الألوان الأربعة**: يدل اللون الأول واللون الثاني في الشكل الآتي على رقم اللون، في حين يدل اللون الثالث على القيمة المضروبة (عدد الأصفار)، ويبعد اللون الرابع عن بقية الألوان ليُعبِّر عن نسبة التفاوت (نسبة الخطأ) في القيمة (±)، كما هو مبين في الشكل (١–١١).



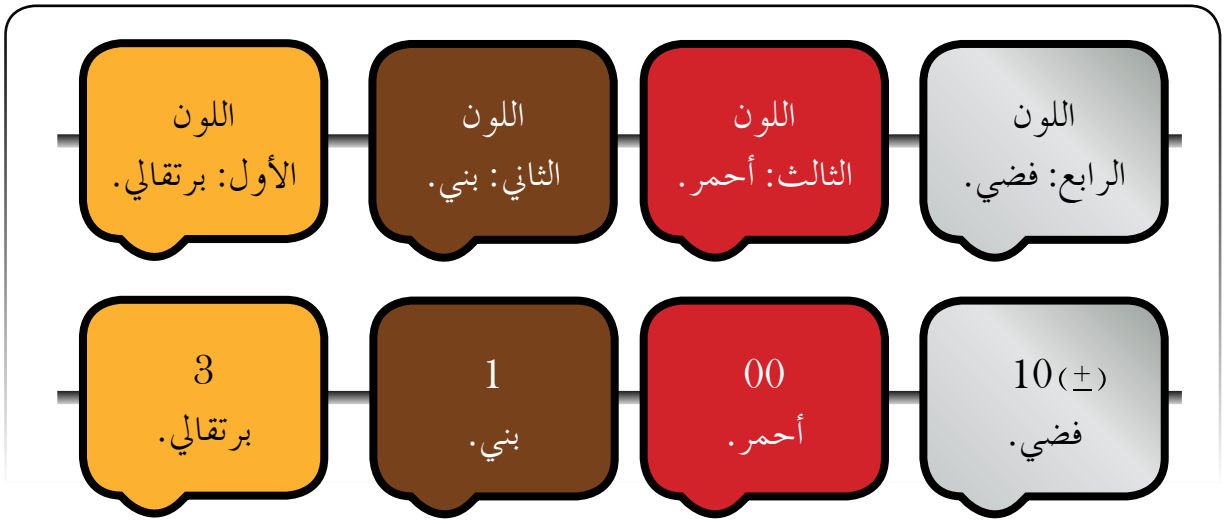




| النطاق اللوني الرابع | | النطاق اللوني الثالث | | النطاق اللوني الثاني | | | النطاق اللوني الأول | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ذهبي | 5% | فضي | X0.01 | أسود | 0 | 0 | أسود | 0 |
| فضي | 10% | ذهبي | X0.1 | بني | 1 | 1 | بني | 1 |
| | | أسود | X1 | أحمر | 2 | 2 | أحمر | 2 |
| | | بني | X10 | برتقالي | 3 | 3 | برتقالي | 3 |
| | | أحمر | X100 | أصفر | 4 | 4 | أصفر | 4 |
| | | برتقالي | X1,000 | أخضر | 5 | 5 | أخضر | 5 |
| | | أصفر | X10,000 | أزرق | 6 | 6 | أزرق | 6 |
| | | أخضر | X100,000 | بنفسجي | 7 | 7 | بنفسجي | 7 |
| | | أزرق | X1,000,000 | رمادي | 8 | 8 | رمادي | 8 |
| | | | | أبيض | 9 | 9 | أبيض | 9 |

**الشكل (١–١١): النطاق اللوني.**

## مثال

مقاومة كربونية تتكوَّن من أربعة أرقام، كما في الشكل (١–١٢)، احسب قيمتها بناءً على اللون.




**الشكل (١ – ١٢): مقاومة كربونية تتكوَّن من أربعة أرقام.**

| | |
|---|---|
| اللون الأول (برتقالي): ( 3). | **3** |
| اللون الثاني (بني): (1). | **1** |
| اللون الثالث (أحمر): ضرب القيمة في 100. | **X 100** |
| اللون الرابع (فضي): نسبة الخطأ 10(±). | **(±)10** |

هذا يعني أن المقاومة **10 %± 3100 = 3100.**
إذن، تكون قيمة المقاومة: **3100 + 310 = 3410**، أو **3100 – 310 = 2790.**
أي إن قيمة المقاومة تتراوح بين **(2790 Ω و 3410 Ω).**

## تذكَّر

يمكن الاستشهاد ببيت الشعر الآتي للدلالة على الألوان:

أسود بني أحمر كالبرتقال الأصفر  خضراء أزرق بليلك كالرماد الأبيض

**فكِّر**

ما الرقم الذي يُدوَّن في حالة وجود اللون الأسود في الخانة الثانية؟

٢ – **المقاومة ذات الألوان الخمسة**: وفيها يدل اللون الأول والثاني والثالث على رقم اللون، في حين يدل الرقم الرابع على القيمة المضروبة (عدد الأصفار)، ويبعد اللون الخامس عن بقية الألوان ليُعبِّر عن نسبة التفاوت في القيمة، كما هو مبين في الشكل (١ – ١٣).

**الشكل (١ – ١٣).**

**مثال**

مقاومة كربونية تتكوَّن من خمسة أرقام، كما في الشكل (١ – ١٤)، احسب قيمتها بناءً على اللون.

| | |
|---|---|
| اللون الأول (البني) | 1 |
| اللون الثاني (الأخضر) | 5 |
| اللون الثالث (الأسود) | 0 |
| اللون الرابع (البرتقالي)، وهو معامل الضرب، وقيمته | 000 |
| اللون الخامس (الذهبي)، وهو نسبة التفاوت في القيمة | ±5% |

**الشكل (١ – ١٤).**

R=150×1000 = 150000Ω لأن قيمة المقاومة:

R =150KΩ (±5 %)

نسبة التفاوت: 7500Ω = 150000 Ω ×5% قيمة المقاومة = 150000 Ω ± 7500Ω

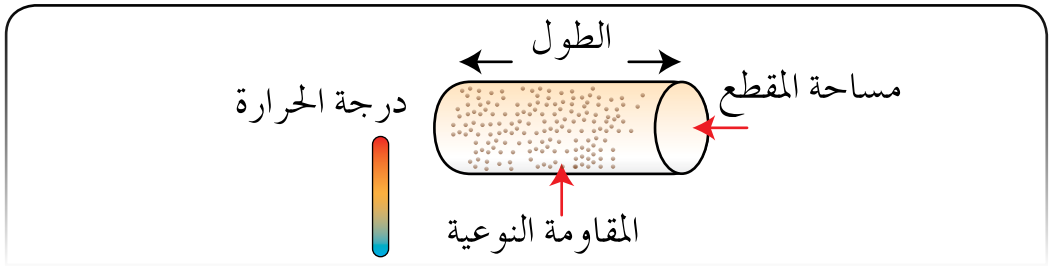
تذكَّر: (1KΩ = 1000Ω) .

**نشاط**

ابحث في شبكة الإنترنت عن برنامج خاص لحساب قيمة المقاومات عن طريق الألوان.

## العوامل المؤثرة في اختيار قيمة المقاومة

يُوضِّح الشكل ( ١ – ١٥) العوامل المؤثرة في اختيار قيمة المقاومة.




**الشكل (١ – ١٥): العوامل المؤثرة في اختيار قيمة المقاومة.**

**تعتمد قيمة المقاومة للمادة على أربعة عوامل، هي:**

| | |
|---|---|
| طول الموصل | تتناسب المقاومة تناسبًا طرديًّا مع طول الموصل؛ فكلما زاد طول الموصل زادت مقاومته. |
| مساحة مقطع الموصل | تتناسب المقاومة تناسبًا عكسيًّا مع مساحة المقطع ؛ فكلما زادت مساحة مقطع الموصل قلَّت مقاومته. |
| نوع مادة الموصل | يُقصَد بها المقاومة النوعية للمادة **(Resistivity)**، ووحدة قياسها أوم متر، ويُرمَز إليها بالرمز(ρ). |
| درجة حرارة الموصل | تتغير مقاومة المادة بتغير درجة حرارة الموصل إليها، ويُعبَّر عن هذا التغير بالمعامل الحراري للمادة. بوجه عام، فإنه كلما زادت درجة حرارة المعادن زادت مقاومتها، وتُعرَف هذه المواد بالمواد ذات المعامل الحراري الموجب. |

**نشاط**

ابحث في شبكة الإنترنت عن مواد ذات معامل حراري سالب.

**تذكَّر**

يمكن حساب مقاومة الموصل باستخدام القانون الآتي:

$$\text{مقاومة السلك} = \frac{\text{المقاومة النوعية} \times \text{طول السلك}}{\text{مساحة المقطع}}$$

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

| | |
|---|---|
| مقاومة الموصل (R) | تقاس بوحدة الأوم. |
| المقاومة النوعية (ρ) | تقاس بوحدة الأوم متر. |
| مساحة مقطع الموصل (A) | تقاس بوحدة المتر المربع (م$^2$). |
| طول الموصل (L) | يقاس بوحدة المتر. |

**فكِّر**

إذا أُحضر موصل من النحاس مساحة مقطعه (1.5) ملم٢، وآخر مساحة مقطعه (2.5) مَلم$^2$، ولهما الطول نفسه، فأيُّهما تكون مقاومته أقل؟

### الموصلية (Conductance)

تُعرَّف الموصلية بأنها عكس المقاومة، وتُعبِّر عن قدرة المادة على إمرار التيار الكهربائي، ويُرمَز إليها بالحرف (G)، وهي معكوس كلمة (أوم) (Ohm). وحديثًا اعُتمِدت وحدة (Siemens) لقياس الموصلية، التي يُرمَز إليها بالرمز (S)، ويمكن حسابها رياضيًّا بالعلاقة: $G = \frac{1}{R}$.

## التمارين العملية

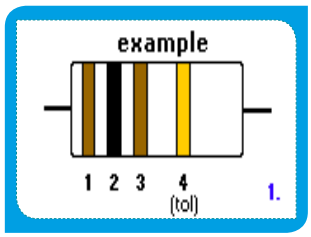
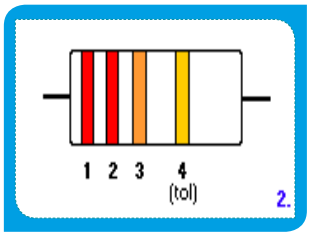
# قياس قيمة المقاومات عن طريق الألوان.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

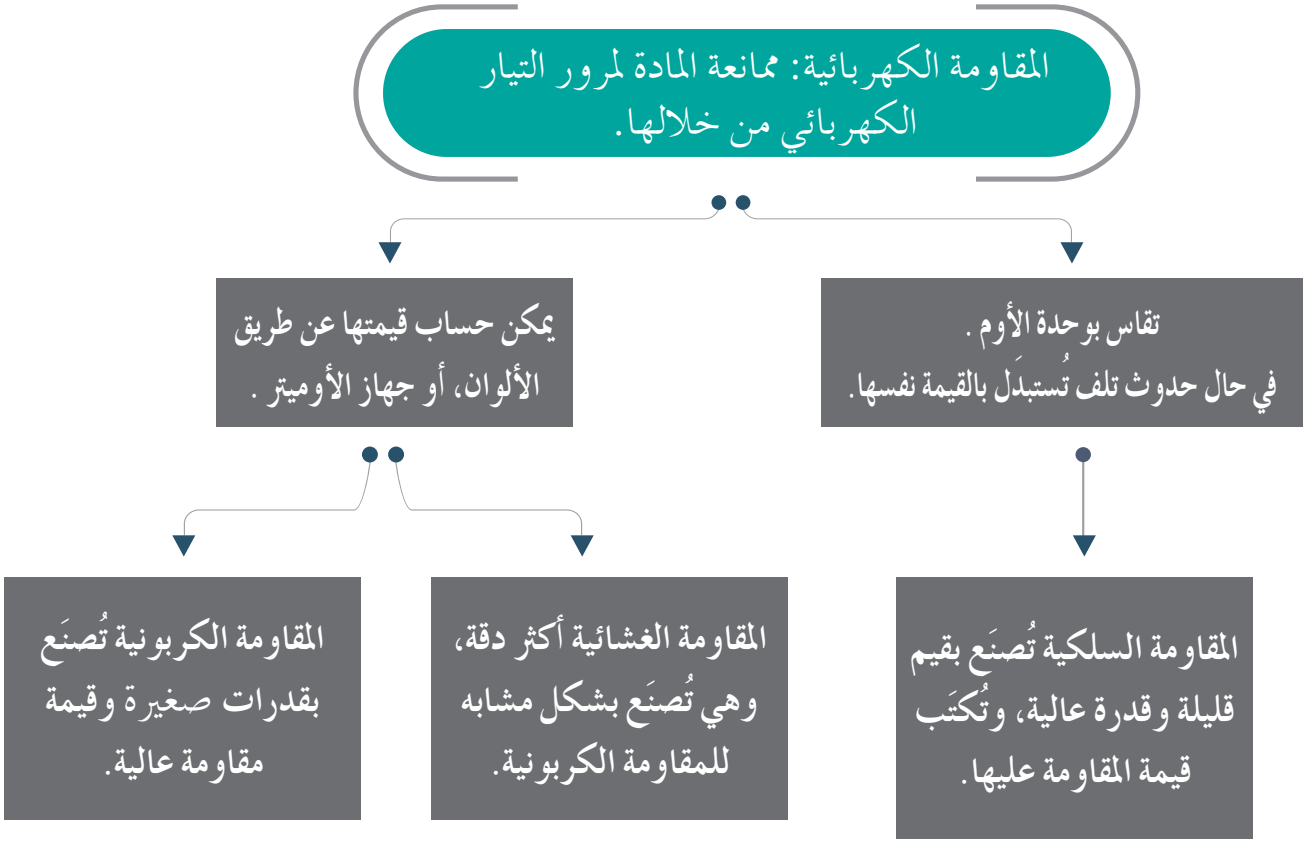
- تحسب قيمة المقاومات من خلال الألوان.

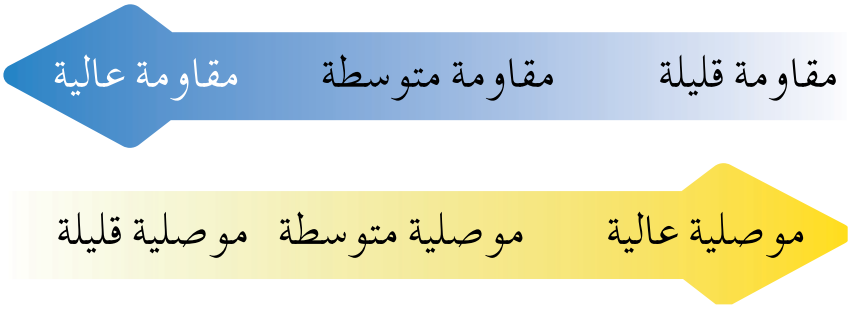
متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز قياس إلكتروني متعدد الأغراض.<br>– مراكم متنوعة.<br>– مفك فحص.<br>– قابس كهربائي. | – أسلاك توصيل. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– احسب قيم المقاومات الموجودة في الشكل (١)، وافترض أن اللون الرابع يُمثِّل نسبة التفاوت (±5%).<br>٢– بناءً على دراستك موضوع المقاومة، ضع –بإشراف المعلِّم – مفتاح الاختيار لجهاز القياس متعدد الأغراض على مجال الأوم (Ω)، وعلى الكمية المناسبة، بحساب المقاومات السابقة، ثم تحقَّق من قيمها. |  <br>( ) ±5 %Ω<br>  <br>( ) ±5, %Ω |

الشكل (١).




العلاقة بين الموصلية والمقاومة.

## رابعًا: أجهزة القياس الكهربائية

### النتاجات

- يتعرَّف طرائق ضبط جهاز القياس متُعدِّد الأغراض (الأفوميتر).
- يستخدم جهاز قياس الأفوميتر مُتعدِّد الأغراض التناظري والرقمي وفق تعليمات الشركة الصانعة بدقة.

انظر.. وتساءل

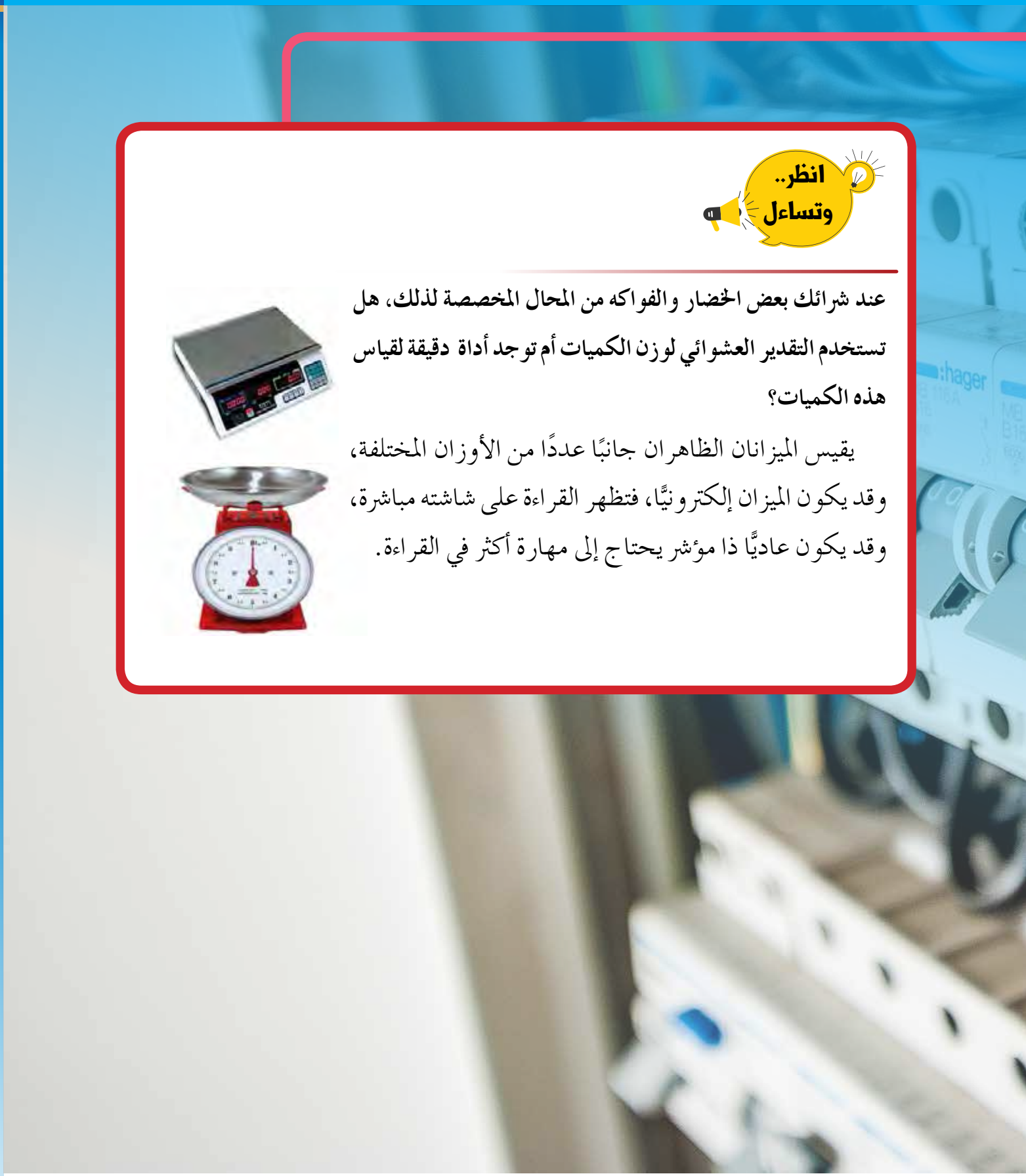
اقرأ.. وتعلم

استكشف

الإثراء.. والتوسع

الخرائط المفاهيمية

القياس والتقويم



انظر.. وتساءل

**عند شرائك بعض الخضار والفواكه من المحال المخصصة لذلك، هل تستخدم التقدير العشوائي لوزن الكميات أم توجد أداة دقيقة لقياس هذه الكميات؟**





يقيس الميزانان الظاهران جانبًا عددًا من الأوزان المختلفة، وقد يكون الميزان إلكترونيًّا، فتظهر القراءة على شاشته مباشرة، وقد يكون عاديًّا ذا مؤشر يحتاج إلى مهارة أكثر في القراءة.

# رابعًا: أجهزة القياس الكهربائية

## استكشف

- ما الفرق بين الميزان الأول والميزان الثاني الظاهرين في الشكل (١-١٦)؟

توجد أنواع من الأجهزة المستخدمة في الحياة العملية؛ بعضها رقمية تُظهِر قيمة كمية ما مباشرة، وبعضها الآخر تناظرية تتطلَّب قراءتها مهارة. ويوجد في الأنظمة الكهربائية أجهزة تعمل على قياس الكميات الكهربائية الرئيسة الثلاث (الفولت، والتيار، والمقاومة)، بنوعيها: الرقمي، والتناظري

الشكل (١ - ١٦): أنواع الموازين.

## اقرأ.. وتعلم

### تعرُّف جهاز القياس التناظري (Avometer)

يقاس التيار الكهربائي باستخدام جهاز الأميتر، وتقاس الفولتية باستخدام جهاز الفولتميتر، وتقاس المقاومة باستخدام جهاز الأوميتر، ويُعَدُّ جهاز الأفوميتر **(Avometer)** واحدًا من أهم الأجهزة المستخدمة في مجال الكهرباء؛ إذ يُستخدَم لقياس الكميات الكهربائية الثلاث المشتقة من اسمه **(A. V. O.)**، وهي:

الفولت **(Volt)**، والأوم **(Ohm)**، والأمبير **(Ampere)**، ويوجد منه جهاز تناظري (مؤشر) **(Analogue)** وجهاز رقمي (إلكتروني) **(Digital)**.

يُمثِّل الشكل (١-١٧) جهاز قياس من النوع التناظري مُتعدِّد الاستخدام. اكتب أنت وزملاؤك ملاحظات على الموضوع، ثم ناقشوا المعلِّم (مدرِّب المشغل) فيها.

**تذكّر**

يجب وضع الجهاز بصورة صحيحة للحصول على قراءة دقيقة:

وضع عمودي

، وضع أفقي
، وضع أفقي مائل بزاوية 


وفي حالة عدم وجود ما يدل على وضعية الاستعمال، يكون الجهاز صالحًا للاستخدام في الوضعيات جميعها.

جهاز القياس مُتعدِّد الأغراض الأفوميتير (Avometer).

**الشكل (١-١٧): جهاز القياس مُتعدِّد الأغراض الأفوميتير.**

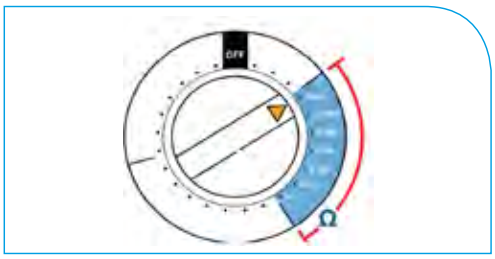
## استخدام جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Avometer)

في ما يأتي الخطوات الواجب اتباعها عند استخدام جهاز الأفوميتر التناظري:

١- وضع أطراف التوصيل في مكانها الصحيح، وحسب الكمية المراد قياسها، ووضع السلك الأسود على المدخل المشترك (COM)، وهو ثابت في الحالات كلها، واستخدام الطرف الموجب الأحمر لقياس المقاومة والفولتية ( V-Ω)، واستخدام الطرف الثالث عند الحاجة لقياس التيار الكهربائي (A) أو (mA) الذي يوصل على التوالي بالدارة عند قياس التيار، انظر الشكل (١ – ١٨).

الشكل (١-١٨): وضع الأسلاك مكانها الصحيح على جهاز الأفوميتر

٢- وضع مفتاح الاختيار على مجال الأوم (Ω)، كما هو مبين في الشكل (١ – ١٩).

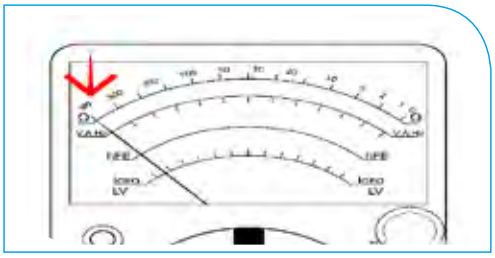



الشكل (١-١٩): مكان وضع مفتاح الاختيار.

٣- ملامسة أطراف الجهاز، والتحقق من وصول المؤشر إلى بداية تدريج المقاومة على صفر الأوم للحصول على قياس دقيق، كما هو مبين في الشكل (١-٢٠). وفي حال عدم تحرك المؤشر نهائيًّا يجب التحقق من صلاحية أطراف الجهاز أو بطاريته الداخلية. وفي حال تحرك المؤشر، و لم يصل إلى صفر المقاومة، يجب ضبطه (معايرته) باستخدام مفتاح الضبط الخاص لضمان الحصول على قراءة صحيحة.

الشكل (١-٢٠): ملامسة أطراف الجهاز.

٤- عودة المؤشر إلى وضعه الطبيعي بعد فصل الأطراف، وملاحظة أن المقاومة تكون عالية جدًّا (∞)؛ أي ما لا نهاية.



**بناءً على دراستك موضوع المواد العازلة والمواد الموصلة، ما سبب قراءة المؤشر لقيمة عالية عند فصل الأطراف ووضع مفتاح الاختيار على تدريج المقاومة؟**

**تذكَّر**

تحقق دائمًا من صلاحية أطراف الجهاز وبطاريته قبل الفحص.

## استخدام جهاز الأفوميتر الرقمي (Digital Avometer)

١- يُمثِّل الشكل (١-٢٢) جهاز قياس من النوع الرقمي مُتعدِّد الاستعمال. اكتب أنت وزملاؤك ملاحظات على الموضوع، ثم ناقش المعلِّم (مدرِّب المشغل) فيها.

**الشكل (١ - ٢٢): جهاز قياس من النوع الرقمي.**

٢- يجب إغلاق الجهاز (OFF) عند عدم استخدامه للمحافظة على بطاريته.

٣- عند شراء جهاز قياس أفوميتر رقمي احرص أن يكون من النوعية التي تمتاز بفصل الجهاز ذاتيًّا عند عدم الاستخدام (Auto Power Off)، انظر الشكل (١ - ٢٣).

**الشكل (١-٢٣): خاصية الفصل الذاتي.**

٤- يجب التحقق من صلاحية الجهاز بالطريقة السابقة نفسها، وهي ظهور رقم على شاشة الجهاز عند تشغيله.

**فكِّر**

ما الرقم المتوقع ظهوره قبل عملية القياس في حالة قياس المقاومة، وفي حالة قياس فرق الجهد؟

٥- يجب وضع أطراف الجهاز، كما هو مبين في الشكل (١-٢٤) في أماكنها الصحيحة لقياس الكمية المراد قياسها، انظر الشكل (١-٢٤).

الشكل (١-٢٤).

٦- يجب وضع مفتاح الاختيار على التدريج، ووضع القيمة المناسبة على مجال القياس المطلوب. وفي حال عدم معرفة قيمة الكمية يوضع مفتاح الاختيار على أعلى تدريج.

٧- يجب وصل طرفي الجهاز على التوازي، أو على التوالي حسب نوع الكمية المراد قياسها، ثم البدء بضبط قيمة تدريج مفتاح الاختيار على قيمة أقل، للحصول على قياس دقيق (بعد خصم نسبة الخطأ في الجهاز إن وُجِدَت).

٨- تظهر القراءة مباشرة، ولن تحتاج إلى تحويل.

**ما الرقم الذي يظهر على شاشة الجهاز عند قياس فرق الجهد للمصدر الكهربائي أحادي الأطوار في الأردن؟**

ناقش زملاءك في وظيفة الضاغط **(Hold)** في أجهزة القياس الكهربائية.

**فكِّر**

ما سبب ظهور إشارة السالب أحيانًا على طرف القراءة الظاهرة عند قياس التيار المباشر؟

## التمارين العملية

### التمرين الأول

استخدام جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Avometer) لقياس المقاومة.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تستخدم جهاز الأفوميتر التناظري لقياس المقاومة الكهربائية.

**(تحذير: افصل التيار الكهربائي عن المقاومة، أو عن الجهاز المراد فحصه؛ تجنبًا لتلف جهاز الفحص، وتحقق من عدم ملامسة اليدين للجزء المعدني من أطراف القياس).**

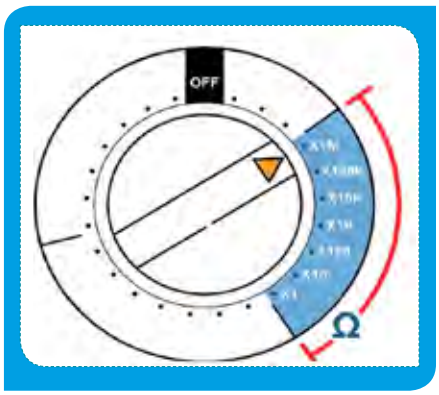
متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز قياس إلكتروني متعدد الأغراض.<br>– مفك فحص. | – أسلاك توصيل. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| بعد وضع الأطراف في المكان المخصص لقياس المقاومة، وضبط (معايرة) الجهاز، والتحقق من صلاحيته، ووضع مفتاح الاختيار على مجال قياس الأوم، وتنفيذ الخطوات السابقة الخاصة باستخدام جهاز الأفوميتر؛ اتبع ما يأتي: | |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

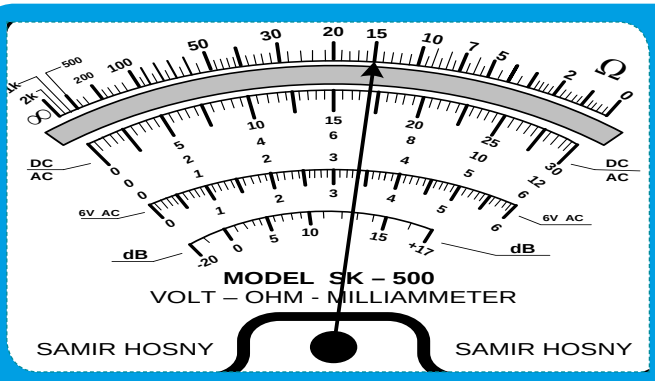
١- ضـع مفتـاح الاختيار علـى التدريج، وضـع القيمة المناسـبة علـى مجـال قياس المقاومة كما في الشـكل (١). وفي حالـة عدم معرفة قيمة المقاومة، ضع مفتاح الاختيار على أعلى تدريج بحيث يوصل طرفا الجهاز على طرفي المقاومة المراد قياسها بالتوازي. وفي حال لم يتحرك المؤشر، حرِّك مفتاح الاختيار، واضبطه على قيمة أقل حتى تصـل إلى أقل تدريج، وتتحقق من دقة القياس، فيتحرك المؤشر، ويعطي دقة أكثر في القراءة، ثم اقـرأ قيمة التدريج، ثـم اضربه في القيمـة المختارة لمفتـاح تدريـج الجهـاز. وإذا لم يتحرك مؤشـر الجهاز بالرغم من صلاحيته، فـإن ذلك يدل على وجود فتح في الدارة **(Open Circuit)**.




الشكل (١).

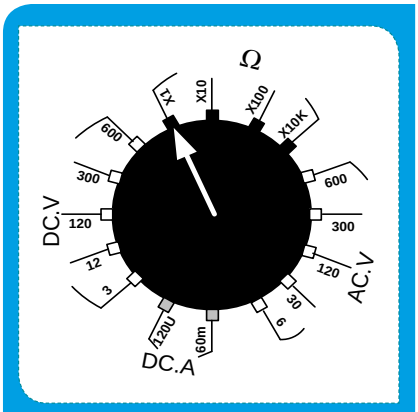
٢- اقرأ قيمة المقاومة كما في الجدول المقابل:

| وضع مفتاح الاختيار | قراءة الجهاز | الاختصار |
|---|---|---|
| X1 | قراءه مباشرة | مباشر |
| X10 | قيمة القراءة 10x | 10 |
| X100 | قيمة القراءة 100x | 100 |
| X1k | قيمة القراءة 1000x | $10^3$ |
| X10k | قيمة القراءة 10000x | $10^4$ |
| X100k | قيمة القراءة 100000x | $10^5$ |
| X1M | قيمة القراءة 1000000x | $10^6$ |



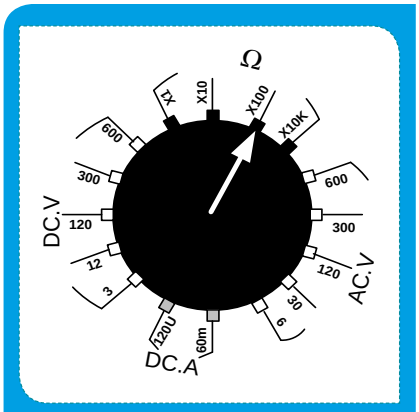

قراءة قيمة المقاومة عن طريق تغيير مفتاح الاختيار.

| وضع مفتاح الاختيار | قراءة الجهاز | قيمة القراءة |
|---|---|---|
| X1 | 15 | 15(Ω) |
| X10 | 10 X 15 | 150 (Ω) |
| X100 | 100 x 15 | 1500 (Ω) |
| X1k | 1000 x 15 | 15 K (Ω) = 15000 (Ω) |
| X10k | 10000 x 15 | 150 K ( Ω ) = 150000 (Ω ) |
| X100k | 100000 x 15 | 1500K ( Ω ) = 1500000 ( Ω ) |
| X1M | 1000000 x 15 | 15 M ( Ω ) =15000000 ( Ω ) |

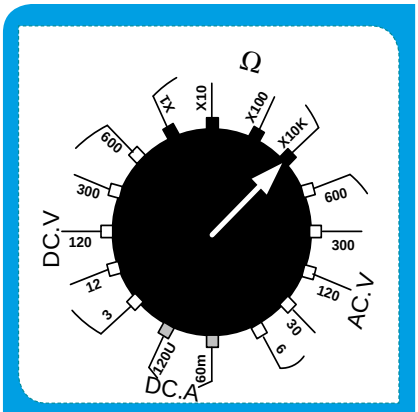


يشير المفتاح إلى وضع (X1)؛ أي إن القيمة المقروءة مضروبة في (1)، فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها:

15 × 1 = 15 أوم.



يشير المفتاح إلى وضع (X 100)؛ أي إن القيمة المقروءة مضروبة في (100) فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها: 15 × 100 = 1500 أوم.



يشير المفتاح إلى وضع (X10ĸ )؛ أي إن القيمة المقروءة مضروبة في (10000)، فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها: 15 × 10000 = 150000 أوم.

**فكّر**

**عند قياس مدى صلاحية المصهر (فيوز) الكهربائي على مجال الأوم، لا يتحرك المؤشر بالرغم من التحقق من صلاحية الجهاز.**

## التمارين العملية
### التمرين الثاني

# استخدام جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Avometer) لقياس فرق الجهد.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

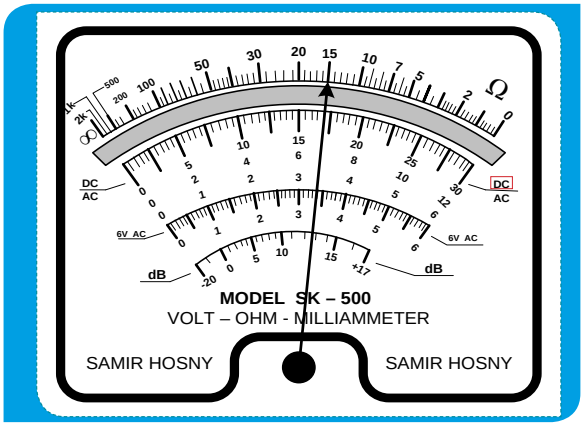
- تستخدم جهاز الأفوميتر التناظري لقياس فرق الجهد الكهربائي حسب تعليمات المعلِّم بدقة.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز قياس إلكتروني متعدد الأغراض.<br>– مفك فحص. | – أسلاك توصيل. |

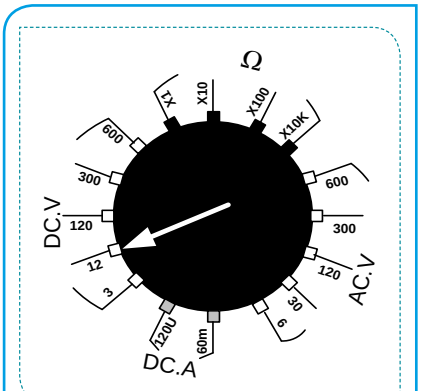
| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– ضع أطرف الجهاز في الأماكن المخصصة لقياس الجهد الكهربائي.<br>٢ – ضع مفتاح الاختيار على نوع فرق الجهد المراد قياس قيمته: (AC)، أو (DC)، كما في الشكل (١).<br>٣– ضع مفتاح الاختيار على الكمية المناسبة للقياس. وفي حال عدم معرفة قيمة فرق الجهد المراد قياسه، ضع مفتاح الاختيار على أعلى قيمة، ثم ابدأ بتقليل القيمة للحصول على قراءة دقيقة.<br>٤–صِلْ على التوازي أطراف جهاز الأفوميتر بالمصدر المراد قياس فرق جهده.<br>٥– تحقَّق عند قياس الجهد المباشر (DC) من مراعاة توصيل الخط الموجب للجهاز بالخط الموجب للمصدر (لون أحمر)، والخط السالب للجهاز بالخط السالب للمصدر (لون أسود)؛ لضمان عدم رجوع المؤشر إلى الخلف (التدريج المعد للقياس عكس صفر الأوم). | <br>الشكل (١). |

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس فرق الجهد المباشر.



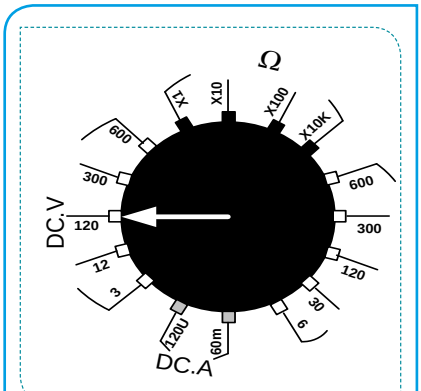

**تطبيق القانون الآتي:**

$$\text{القيمة المقيسة} = \frac{\text{تدريج مفتاح الاختيار}}{\text{المدى الكلي للمؤشر}} \times \text{انحراف المؤشر (قيمة القراءة)}$$



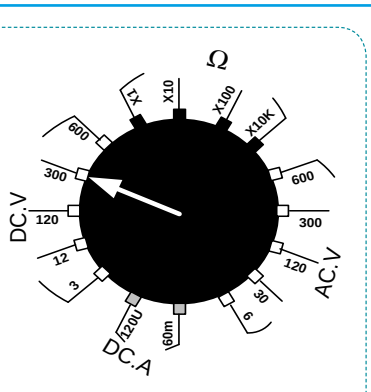
يشير المفتاح إلى وضع (DC -- 12 V).

القيمة المقيسة للجهد = $17 \times \frac{12}{30}$ = 6.8v



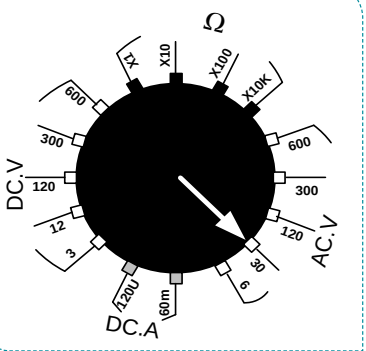
يشير المفتاح إلى وضع (DC -- 120 V).

القيمة المقيسة للجهد = $17 \times \frac{120}{30}$ = 68v



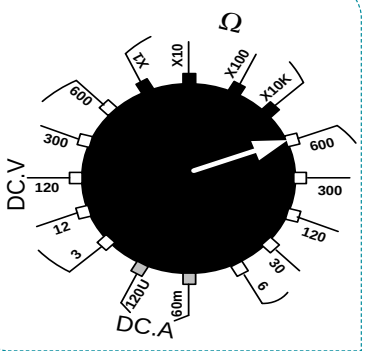
يشير المفتاح إلى وضع (DC -- 300 V).

القيمة المقيسة للجهد = $17 \times \frac{300}{30}$ = 170v



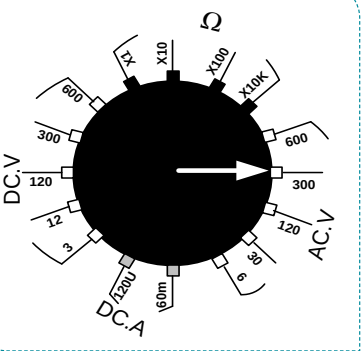

يشير المفتاح إلى وضع ( 30 AC--- V).

القيمة المقيسة للجهد = $\frac{30}{30} \times 17$ = 17 V




يشير المفتاح إلى وضع (600 AC--- V).

قراءة الجهد = $\frac{600}{30} \times 17$ =340V



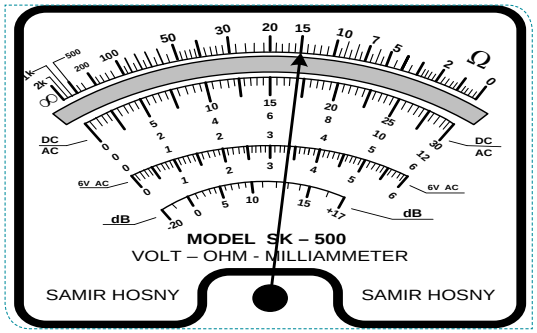

يشير المفتاح إلى وضع (300 DC-- V).

قراءة الجهد = $\frac{300}{30} \times 17$ = 170v

## قياس فرق الجهد (AC)

ـ قياس فرق الجهد المتناوب (AC)، بما في ذلك الأوضاع التي يشير إليها مفتاح التدريج.

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس التيار المتناوب.




**تطبيق القانون الآتي:**

$$\text{القيمة المقيسة} = \frac{\text{تدريج مفتاح الاختيار}}{\text{المدى الكلي للمؤشر}} \times \text{انحراف المؤشر (قيمة القراءة)}$$

**انتبه**

إذا تحرك المؤشر إلى الخلف (بعكس حركته الطبيعة) عند استخدام الجهاز ضمن مجال التيار المباشر، فإن ذلك يدل على عكس أطراف الجهاز مع المصدر.

التمارين العملية

التمرين الثالث

# استخدام جهاز الأفوميتر التناظري لقياس التيار (Analogue Ameter).

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تستخدم جهاز الأفوميتر التناظري لقياس التيار.

## متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز قياس إلكتروني مُتعدِّد الأغراض.<br>– مفك فحص (تست). | – أسلاك توصيل.<br>– حمل كهربائي. |

## خطوات الأداء

١ – ضـع أطراف الجهاز في الأماكن المخصصة لقياس التيار الكهربائي.

٢ – ضع مفتاح الاختيار على نوع التيار المراد قياس قيمته: (AC)، أو (DC)، كما في الشكل (١).

٣ –ضـع مفتاح الاختيار على القيمة المناسبة للقياس. وفي حـال عدم معرفـة قيمة التيـار المراد قياسـه، ضع مفتاح الاختيار على أعلى قيمة، ثم ابدأ بتقليل القيمة للحصول على قراءة دقيقة، كما في الشكل (٢).

٤ – صِـلْ على التوالي أطـراف جهاز الأميتر بالحمل المراد قياس تياره.

٥ – تحقَّق عند قياس التيار المباشر **(DC)** مـن مراعاة توصيل الطـرف الموجب للجهاز بالخط للمصـدر (لون أحمر)، والطرف السـالب للجهاز بالخط السالب للمصدر (لون أسـود)، وعلـى التوالي عن طريق الحمـل ؛ لضمان عدم رجوع المؤشر إلى الخلف.

## الرسوم التوضيحية

الشكل (١).

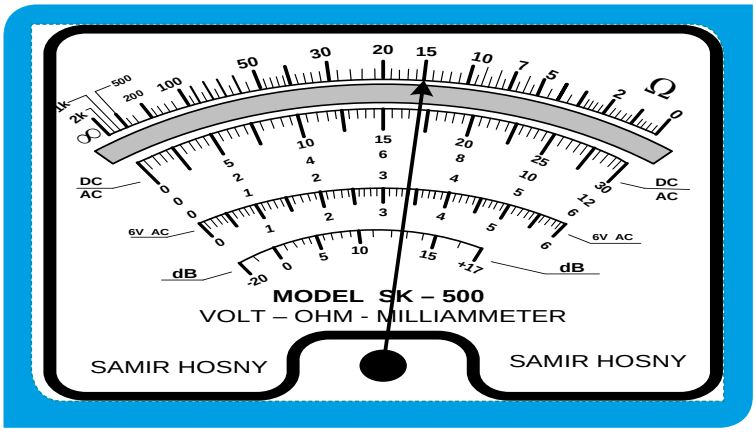
الشكل (٢).

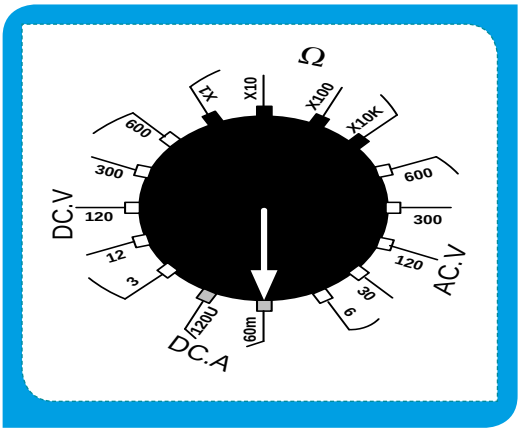
**فكِّر**

هل يمكن معرفة أقطاب المصدر للتيار المباشر عند استخدام جهاز القياس الأميتر للأحمال المختلفة ( + . − )؟

ـ قياس التيار المباشر (**DC**)، بما في ذلك الأوضاع التي يشير إليها مفتاح التدريج.

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس التيار المباشر.



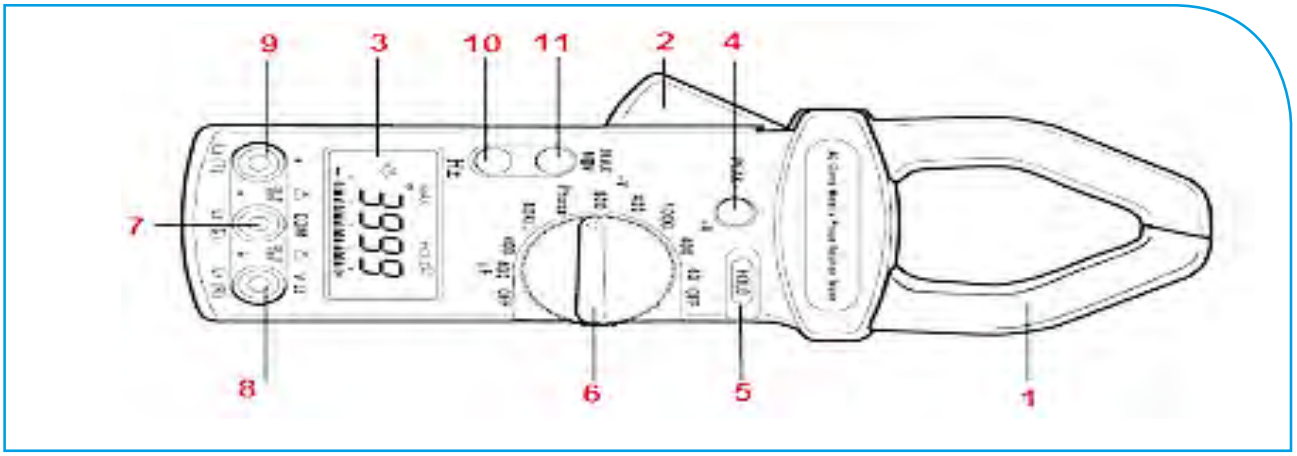




يشير المفتاح إلى وضع (60 mA - DC).

القيمة المقيسة للجهد = $\frac{12}{30} \times 17 = 34$ mA

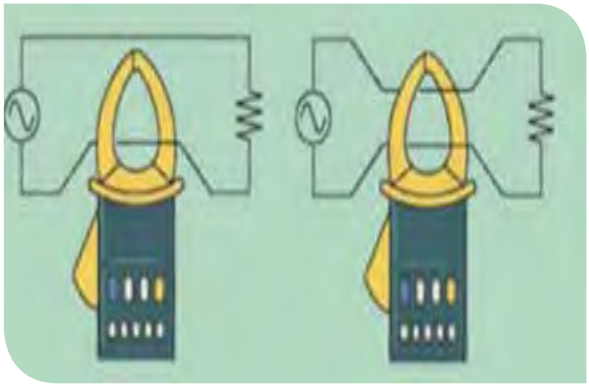
**تطبيق القانون الآتي:**

$$\text{القيمة المقيسة} = \frac{\text{تدريج مفتاح الاختيار}}{\text{المدى الكلي للمؤشر}} \times \text{انحراف المؤشر (قيمة القراءة)}$$




الشكل (١-٢٦): أحد أجهزة الكلامبميتر.

| | |
|---|---|
| 1 | فكّا الجهاز . |
| 2 | ضاغط لفتح الفكّين. |
| 3 | شاشة العرض (LCD). |
| 4 | مفتاح التشغيل. |
| 5 | ضاغط لحفظ القراءة على الشاشة. |
| 6 | مفتاح اختيار دوار. |
| 7 | مدخل الطرف السالب (COM) . |
| 8 | مدخل الطرف الموجب لقياس الجهد والمقاومة. |
| 9 | مدخل قياس إضافي حسب تصنيع الجهاز. |
| 10 | ضاغط لقياس التردد. |
| 11 | ضاغط لإظهار أقل قيمة للقراءة وأكثرها. |



توصيل غير صحيح. توصيل صحيح.

الشكل (١-٢٧).

يُمثِّل الشكل (١-٢٨) مفتاح الاختيار الدوار لجهاز الكلامبميتر الذي يقيس التيار المتناوب، والتيار الثابت، والجهد الثابت، والجهد المتناوب، واستمرارية التوصيل.

الشكل (١-٢٨): مفتاح الاختيار الدوار لجهاز الكلامبميتر.

## قياس شدة التيار في الدارة الكهربائية بجهاز الكلامبميتر

**تجهيز جهاز القياس، والتحقق من صلاحيته وضبطه (معايرته)**

يُعَدُّ جهاز الكلامبميتر من الأجهزة المهمة في مجال التقنية الكهربائية؛ سواء كانت في المختبرات، أو الورش، أو في مجال الصيانة، أو في محطات القوى الكهربية؛ إذ لا حاجة إلى فصل الدارة الكهربية أو قطعها لتركيب أميتر لقياس التيار. يُستخدَم هذا الجهاز لقياس التيار الكهربائي، وتشخيص الأعطال بطريقة آمنة وسريعة وغير مكلفة، من دون حاجة إلى فصل الدارة أو قطعها، وبطريقة التأثير المغناطيسي. والشكل (١-٢٥) يبين أشكالًا مُتعدِّدة من جهاز الكلامبميتر.

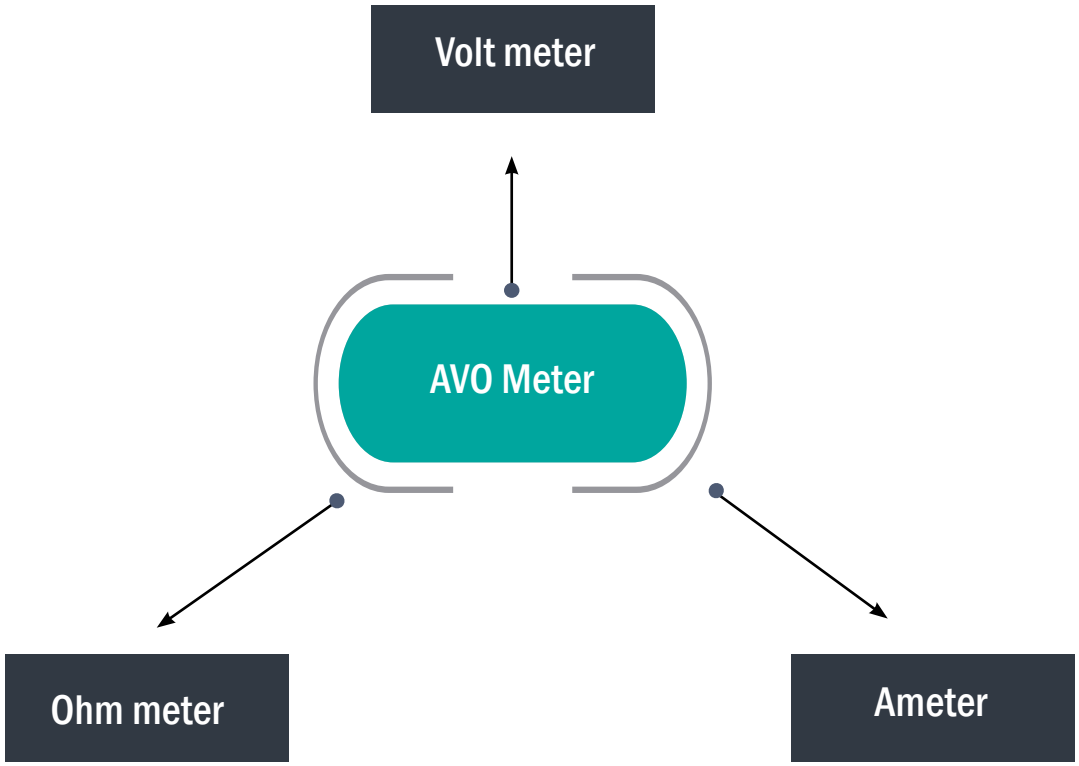
**الشكل (١-٢٥): أشكال متعددة لجهاز الكلامبميتر.**

**تركيب جهاز الكلامبميتر**

يعتمد جهاز الكلامبميتر في مبدأ عمله على فكرة محوِّل التيار **(CT)**؛ لتحويل التيار العالي إلى تيار منخفض، يمكن عرضه على الشاشة. تُمثِّل الدارة المغناطيسية للمحوِّل فكيَّ الجهاز، ويُطلَق على السلك الذي يسري خلاله التيار اسم الملف الابتدائي.

**تعرُّف جهاز الكلامبميتر**

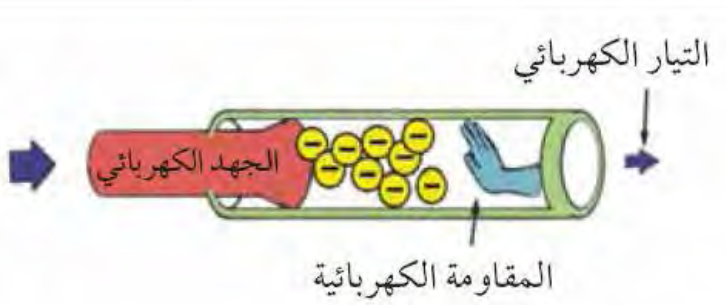
يُمثِّل الشكل (١-٢٦) أحد أنواع جهاز الكلامبميتر لقياس التيار، وأسماء أجزائه. ولا تقتصر وظيفة الكلامبميتر على قياس التيار المتناوب فحسب، بل تتعداها إلى قياس الجهد الثابت، والجهد المتناوب، وقياس المقاومة، وسعة المكثف. وفي بعض أنواعه توجد دارات إضافية لقياس التيار الثابت أيضًا، فيصبح بذلك أشبه بجهاز أفوميتر، غير أن الكلامبميتر يمتاز عن الأفوميتر في أنه يقيس التيار من دون حاجة إلى فصل الدارة أو قطعها، انظر الشكل (١-٢٧)، وذلك بفتح فكَّي الجهاز، واحتوائه على موصل واحد فقط، واستخدام طريقة التوصيل الصحيحة فيه.


Volt meter
AVO Meter
Ohm meter
Ameter

# خامسًا: قانون أوم

## النتاجات

- يتحقق من قانون أوم.
- يُحدِّد العلاقة بين فرق الجهد والتيار والمقاومة.



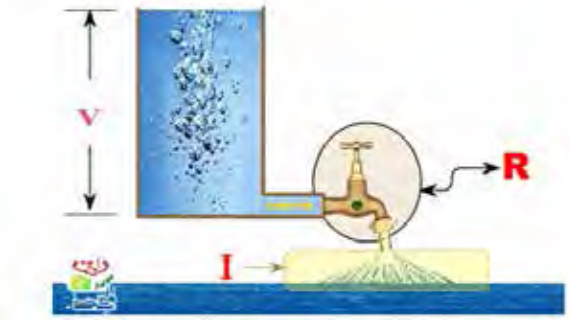
القياس والتقويم

**بناءً على الشكل المجاور، ما الذي يعيق حركة الصندوق؟**

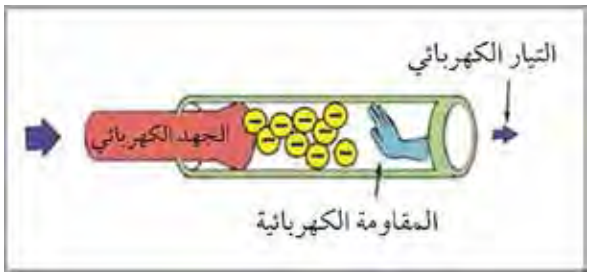
إذا حاولت تحريك جسم ما على طريق مستوٍ، فإنه من السهل تحريك هذا الجسم من دون معوقات كبيرة للمسير. أمّا إذا حاولت تحريك الجسم نفسه على طريق مرتفع، فإنه يصعب عليك تحريكه إلى الأعلى.

## استكشف

• على ماذا تعتمد كمية المياه الخارجة من حنفية المياه؟




الشكل (١-٢٩).




الشكل (١-٣٠).

إن ارتفاع منسوب المياه في الخزان له أثر كبير في التحكم في الضغط المُؤثِّر في كمية المياه الخارجة، علمًا بأن التحكم في مقبض حنفية المياه أيضًا له أثر واضح في كمية المياه المسموح لها بالخروج من الخزان. هل يوجد تشابه بين الشكلين السابقين (١-٢٩) و (١-٣٠)؟ وضِّح ذلك.

## اقرأ.. وتعلم

### أجهزة القياس الكهربائية

يُعَدُّ قانون أوم في الكهرباء أحد أهم القوانين المستخدمة في تطبيقات الدارات الكهربائية، انظر الشكل (١-٣١)؛ إذ استطاع العالِم الألماني جورج سيمون أوم أن يجد عن طريق التجربة العلاقة بين الجهد والتيار في موصل كهربائي، وقد توصَّل إلى أن التيار الكهربائي الذي يسري في حمل يتناسب طرديًّا مع فرق الجهد بين طرفي الحمل، وعكسيًّا مع مقاومته مع ثبوت درجة الحرارة.

يمكن تمثيل قانون أوم رياضيًّا كما يأتي: $V = I \cdot R$، حيث:

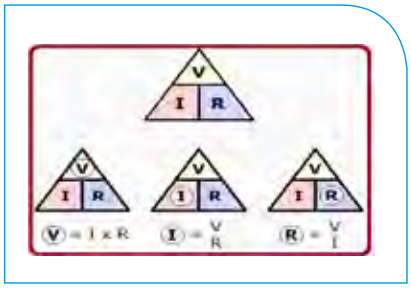
الفولت: وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي، ويُرمَز إليها بالحرف (V).

الأمبير: وحدة قياس التيار الكهربائي، ويُرمَز إليها بالحرف (I).

الأوم: وحدة قياس المقاومة الكهربائية، ويُرمَز إليها بالحرف (R).

وهذا يعني أنه إذا سرى تيار كهربائي شدته (1) أمبير في مقاومة مقدارها (1) أوم، فإن فرق الجهد المطبق على طرفي المقاومة سيكون مقداره (1) فولت.

استنادًا إلى معادلة قانون أوم البسيطة، يمكن رسم مخطط كامل لحساب كامل المحددات الأساسية للدارات الكهربائية، انظر الشكل (١-٣١).




الشكل (١-٣١): وحدة قياس المقاومة الكهربائية.

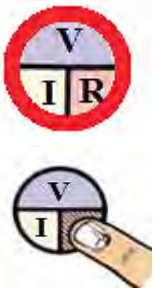
**جد قيمة المقاومة في الدارة المُبيَّنة في الشكل (١-٣٢).**

المعطيات :

فرق الجهد: 12 فولت.

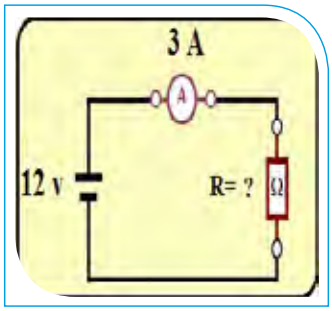
التيار: 3 أمبير.

المقاومة: (؟).




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

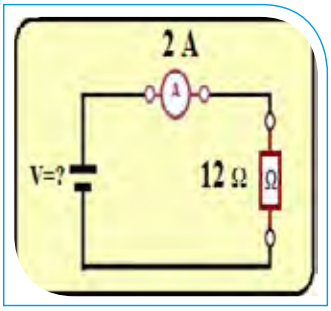
$$R = \frac{12}{3} = 4 \text{ أوم}$$




الشكل (١-٣٢).

## نشاط

جد قيمة فولتية المصدر في الدارة المُبيَّنة في الشكل (١-٣٣).




الشكل (١-٣٣).

## التمارين العملية

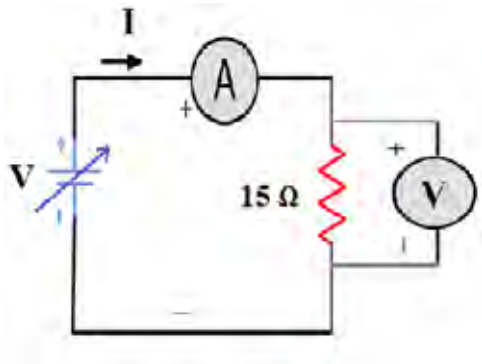
التحقق من قانون أوم عمليًّا.

يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تُحدِّد العلاقة بين فرق الجهد والتيار بثبوت المقاومة.
- تتحقَّق من قانون أوم.

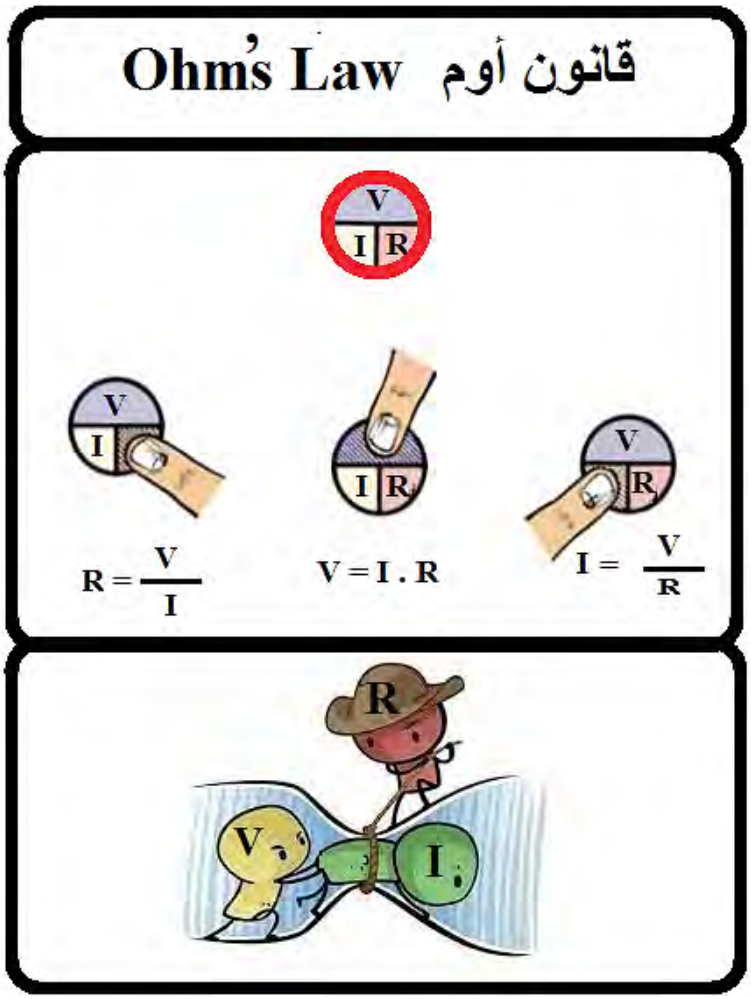
متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – مصدر تيار مباشر (DC) متغير القيمة.<br>– جهاز قياس فرق الجهد الكهربائي.<br>– جهاز قياس التيار الكهربائي. | – مقاومة (15) أوم.<br>أسلاك توصيل. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– صِلِ الدارة الكهربائية، كما في الشكل المجاور، باستخدام مصدر جهد متغير القيمة.<br>٢– حدِّد فولتية التشغيل الأولى (30) فولت.<br>٣– دوِّن قراءات الأمبير والفولت في جدول خاص.<br>٤– غيِّر الفولتية إلى (15) فولت، ثم إلى (10) فولت، ثم دوِّن ما تتوصل إليه. |  |

| رقم المحاولة | (V) v | (I) A | (R) Ω |
|---|---|---|---|
| 1 | 30v | | 15 Ω |
| 2 | 15v | | 15 Ω |
| 3 | 10v | | 15 Ω |

## الخرائط المفاهيمية



## القياس والتقويم

★★★★★

١– أكمل الفراغ بما هو مناسب في ما يأتي:

أ – أصغر جزء في المادة هو .....، وتكون شحنة الإلكترون .....، وشحنة البروتون..... .

ب – تتناسب شدة التيار تناسبًا..... مع المقاومة بثبوت فرق الجهد.

جـ – تتناسب شدة التيار تناسبًا.....مع فرق الجهد بثبوت المقاومة.

٢– ما المقصود بالمصطلحات الآتية:

أ– المقاومة الكهربائية. ب– المواد الموصلة. جـ– المواد العازلة. د– الموصلية.

٣– عدد نوعين من أنواع المقاومات الكهربائية.

٤– اذكر العوامل المُؤثِّرة في اختيار قيمة المقاومة.

٥– عند قياس قيمة مقاومة بنظام الألوان لمقاومة تتكوَّن من أربع حلقات واللون الأخير ذهبي، وُجِد أن قيمتها (١٠٠) أوم. ما لون الحلقة الأولى، والثانية، والثالثة؟

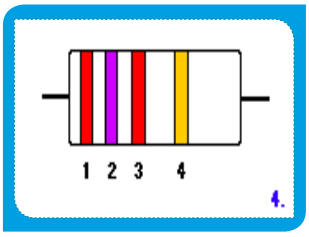
٦–بناءً على تعلمك كيفية لحساب قيمة المقاومة عن طريق الألوان، احسب قيمة المقاومة في الشكل المجاور، علمًا بأن ألوان المقاومة هي كما يأتي:

اللون الأول: أحمر.

اللون الثاني: بنفسجي.

اللون الثالث: أحمر.

اللون الرابع: فضي.




( ) %Ω ±5

٧– بناءً على دراستك موضوع المواد الموصلة والمواد العازلة، فسِّر سبب عدم السماح للإنسان بلمس أسلاك النحاس المكشوفة الخارجة من علب الوصل في المباني السكنية، وأعمدة الشوارع. ماذا تقترح لحل هذه المشكلة ؟

٨– ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل ممّا يأتي:

(١) فرق الجهد الكهربائي للتيار المتناوب (بين خط الفاز والخط المحايد) المستخدم في الأردن هو:

أ – 230v.  ب– 110v.  جـ – 400v.  د– 48v.

(٢) تردد المصدر الكهربائي في الأردن هو:

أ – 60Hz.  ب– 30Hz.  جـ– 40Hz.  د– 50Hz.

(٣) الرمز المستخدم للدلالة على التيار المتناوب هو:

أ – AC.  ب– DC.  جـ– CU.  د– AL.

(٤) وحدة قياس التيار الكهربائي هي:

أ – الأوم.  ب– الفولت.  جـ– الأمبير.  د– وات.

(٥) يقاس فرق الجهد الكهربائي باستخدام جهاز:

أ - الفولتميتر. ب- الأوميتر. جـ-الأميتر. د- اللوكس ميتر.

(٦) يوصل جهاز قياس التيار للأحمال الكهربائية:

أ - على التوازي . ب- على التوالي.

جـ- بالحمل. د- بالمصدر مباشرة.

(٧) وحدة قياس المقاومة الكهربائية هي:

أ - الأوم. ب- الفولت. جـ- الأمبير. د- الواط.

(٨) الرمز المستخدم للدلالة على المقاومة هو:

أ- **A.** ب- **V.** جـ- **Ω.** د- **W.**

(٩) يتناسب طول الموصل مع المقاومة تناسبًا:

أ - طرديًّا. ب- عكسيًّا. جـ- لا تتأثر المقاومة. د - لا يوجد علاقة بينهما.

(١٠) وحدة قياس المقاومة النوعية هي:

أ - أوم.ملم. ب- أوم.ملم$^{٢}$. جـ- أوم.متر. د - أوم.

الوحدة الثانية

# ٢

# مبادئ التيار المباشر

## النتاجات العامة للوحدة

**يُتوَّقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:**

- يتعرَّف مفهوم التيار المباشر، وطرائق توليده، واستخداماته.
- يُميِّز بين طرائق توصيل المقاومات، ويحسب المقاومة المكافئة لمقاومات موصولة على التوالي، وعلى التوازي، وتوصيلًا مُركَّبًا.
- يتعرَّف عناصر الدارة الكهربائية، ويحسب المتغيرات في الدارة الكهربائية الأساسية باستخدام قانون أوم.
- يقيس قيمة التيار والفولتية لدارة كهربائية باستخدام جهازي الأميتر والفولتميتر.
- يحل مسائل عن التيار المباشر.
- يتعرَّف مفهوم قانوني كيرشوف، ويتحقق منهما عمليًّا.
- يتعرَّف مفهوم القدرة، ومفهوم الطاقة الكهربائية، ويتحقق منهما عمليًّا.

التيار المباشر أو التيار المستمر (يُرمَز إليه باللاتينية بالحرفين **(DC)**، وهما اختصار للكلمتين: **(Direct Current)**) هو تدفق ثابت للإلكترونات من منطقة ذات جهد عالٍ إلى منطقة أخرى ذات جهد أقل. يمكن توليد التيار المباشر من البطاريات الكهربائية، والخلايا الشمسية، والمزدوجات الحرارية، والمبادل الكهربائي المستخدم في الآلات الكهربائية.

بوجه عام، يسري التيار المباشر في الفلزات مثل الأسلاك الكهربية، ولكنه قد يسري أيضًا خلال أشباه الموصلات، أو العوازل، أو حتى في الفراغ كما في الأشعة الأيونية أو الأشعة الإلكترونية. تتدفق الشحنة الكهربائية من حالة التيار المباشر في الاتجاه نفسه، وهو بذلك يختلف عن التيار المتردد الذي يُرمَز إليه باللاتينية بالحرفين(**AC**). تجدر الإشارة إلى أن التيار المستمر كان يُعرَف سابقًا باسم التيار الجلفاني **(Galvanic Current)**.

# أولاً : التيار المباشر: طرائق توليده، واستخداماته

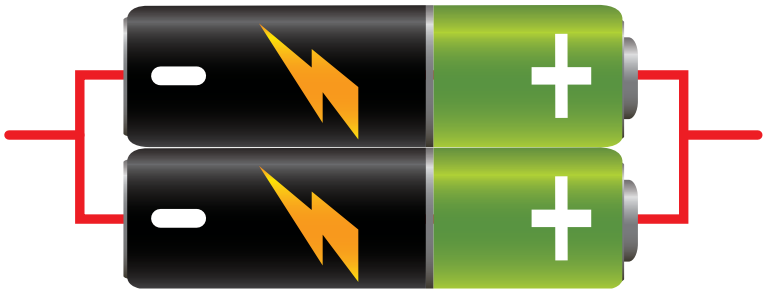
## النتاجات

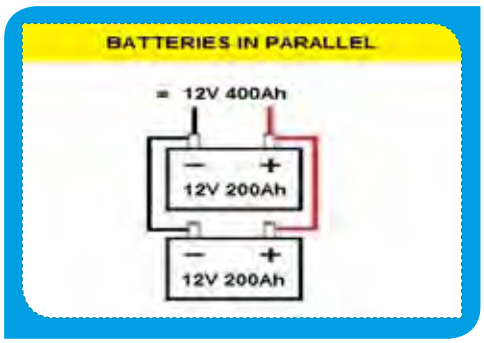
- يتعرَّف مفهوم التيار المباشر، وطرائق توليده، واستخداماته.

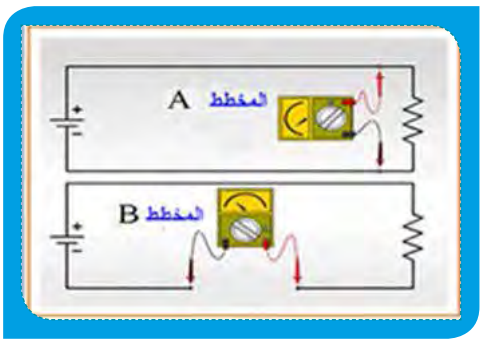
استكشف

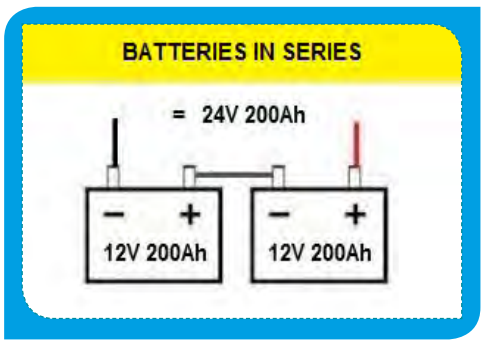
الخرائط المفاهيمية

القياس والتقويم




BATTERIES IN PARALLEL
= 12V 400Ah
12V 200Ah
12V 200Ah


A
B


BATTERIES IN SERIES
= 24V 200Ah
12V 200Ah
12V 200Ah

12V
9V
1.5V

اقرأ.. وتعلم

درست سابقًا أن التيار المباشر **(Direct Current)** ثابت القيمة، وثابت الاتجاه مع الزمن، وأن أهم مصادره هي المراكم (البطاريات الكهربائية)، ومولدات التيار المباشر .

يمكن توليد التيار المباشر طرائق عِدَّة، منها:

١- المراكم والأعمدة الكهربائية : تعمل هذه المراكم والأعمدة على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

٢- مولدات التيار المباشر **(DC Generators)**: هي آلات تعمل عندما يتحرك موصل ضمن مجال مغناطيسي يُولِّد فولتية مباشرة، وذلك بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

٣- الخلايا الضوئية: تُحوِّل الخلية الضوئية ضوء الشمس الساقط عليها إلى تيار كهربائي مباشر. وتُعَدُّ الخلايا الشمسية مُوفِّرًا أساسيًّا للطاقة؛ إذ لا تحتاج إلى تفاعلات كيميائية أو وقود لإنتاج الطاقة الكهربائية، ولا تملك أيَّ أجزاء متحركة خلافًا للمولدات الكهربائية.

٤- دارات التقويم: يتم تحويل التيار المتناوب **(AC)** إلى تيار مباشر بوساطة دارات التقويم المختلفة **(Rectification)**.

فكِّر

ابحث في شبكة الإنترنت عن كيفية استخدام التيار الكهربائي المباشر **(DC)** الناتج من الخلايا الضوئية في تشغيل الأحمال الكهربائية التي تعمل بالتيار المتناوب **(AC)**.

## مجالات استخدام التيار المباشر

١– تشغيل المحركات الكهربائية التي تعمل بالتيار المباشر.

٢– التحليل الكهربائي (الطلاء الكهربائي)، وعمليات اللحام.

٣– الصناعة، مثل: صنع ورق الصنفرة، وتنقية المعادن، وتنقية المصانع من الغبار.

٤– آلات العرض السينمائي.

٥– تغذية وسائل الحماية الكهربائية، مثل رحلات الحماية.

٦– وحدات إنارة مصابيح الطوارئ التي تُستخدَم في حالة انقطاع التيار الكهربائي.

**تذكَّر**

لا يمكن توصيل التيار المباشر بالمحولات الكهربائية لرفع قيمة الجهد الكهربائي أو خفضه؛ لأن تردد هذا التيار صفر؛ إذ يعتمد التحويل في المحول على تقطيع الموجة الكهربائية عن طريق تردد الموجة في زمن معين.

## توصيل مصادر التيار المباشر

**التوصيل على التوالي:** وفيه يزيد الجهد، وتبقى شدة التيار كما هي. ففي حالة وجود بطاريتين، قيمة كلٍّ منهما (**1.5v**) و (**0.5A**) ينتج عند توصيلهما على التوالي فرق جهد مقداره (**3**) فولت، وتبقى شدة التيار ثابتة (**0.5A**).

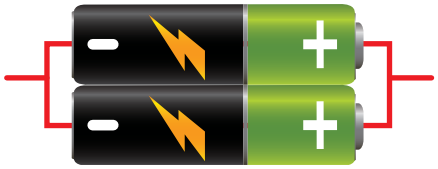
توصيل على التوالي.

توصيل على التوالي:

$$VT = V1 + V2$$

$$IT = I1 = I2$$

**التوصيل على التوازي:** وفيه يبقى الجهد ثابتًا، وتزيد شدة التيار نتيجة هذا التوصيل. ففي حالة وجود بطاريتين، قيمة كلٍّ منهما (1.5v) و (0.5A)، يبقى فرق الجهد ثابتًا عند التوصيل على التوازي (1.5v)، وتزيد شدة التيار لتصبح (1A).



توصيل على التوازي.

توصيل على التوازي:

$$IT = I1 + I2$$

$$VT = V1 = V2$$

## الفرق بين الأمبير (A) والملي أمبير (mA) في البطاريات

| | |
|---|---|
| A (أمبير) أو mA (ملي أمبير) | أقصى تيار يمكن أن يُستهلَك من البطارية حتى تنفد. |
| Ah (أمبير ساعة) أو (mAh) (ملي أمبير ساعة)<br>mAh :Mili Amper Hour<br>Ah: Amper Hour | هو التيار المُستمَدُّ من البطارية مدَّة ساعة واحدة، وقد تُزوِّد هذه الأنواع من البطاريات أكثر من القيمة المحددة، ولكن ذلك يُؤثِّر في المدَّة الزمنية المحددة. فمثلًا، إذا أحضرنا بطارية كُتِب عليها (2000mAh)، فهذا يعني أنها تستهلك (2000mAh) مدَّة ساعة واحدة. |

**فكِّر**

بطارية كُتِبَ عليها (2000mAh)، إذا وُصِل بها حمل كهربائي (1000mA)، فما المدَّة الزمنية التي يستغرقها الحمل في العمل؟

التمارين العملية

## قياس فرق الجهد لمجموعة من البطاريات.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقيس قياسًا دقيقًا فرق الجهد للتيار المباشر باستخدام جهاز الأفوميتر.

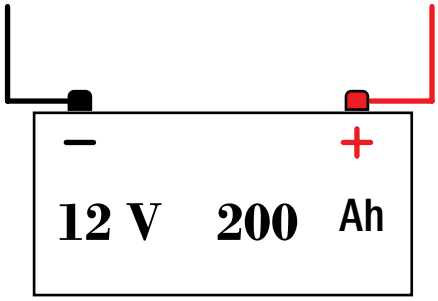
متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أفوميتر رقمي، صندوق عُدَد كهربائية كاملة. | – بطاريتان، قيمة كلٍّ منهما (12) فولت (200 Ah).<br>– أسلاك، قطبا توصيل. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

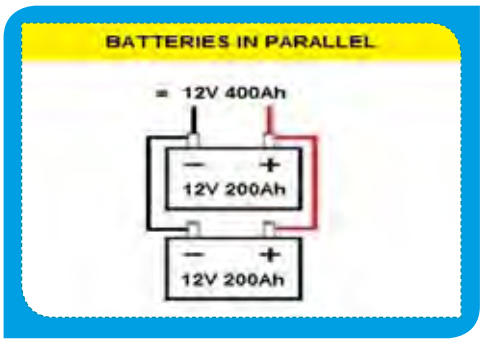
| القيمة المكتوبة على البطارية | ملاحظات | قراءة الجهاز |
|---|---|---|
| 12 V 200 Ah | قياس الجهد للبطارية | |
| 12 V 200 Ah | عند توصيل البطارية على التوازي | |
| 12 V 200 Ah | عند توصيل البطارية على التوالي | |

١– قِس الفولتية على طرفي قطبي البطارية، ثم دوِّن القيمة في الجدول.

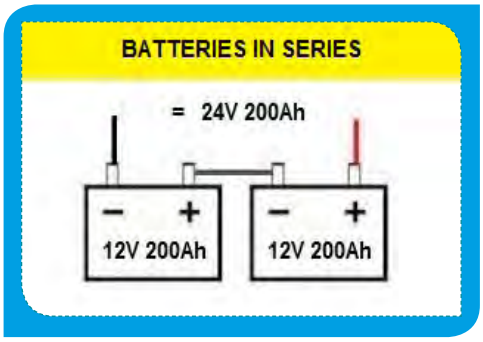



= 12V 200Ah

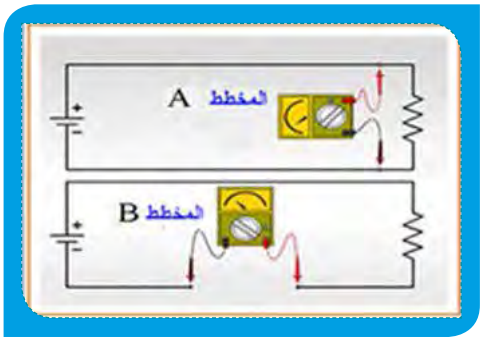
٢- قِس الفولتية عند توصيل البطارية على التوازي، كما في الشكل المجاور، ثم دوِّن القيمة في الجدول.




٣- قِس الفولتية عند توصيل البطارية على التوالي، كما في الشكل المجاور، ثم دوِّن القيمة في الجدول.




٤- مُستعينًا بالشكل المجاور، أكمل الفراغ بما يناسبه في ما يأتي:




أ- الرمز (A) هو الطريقة الصحيحة لقياس ..... في البطارية، وذلك باستخدام جهاز .....

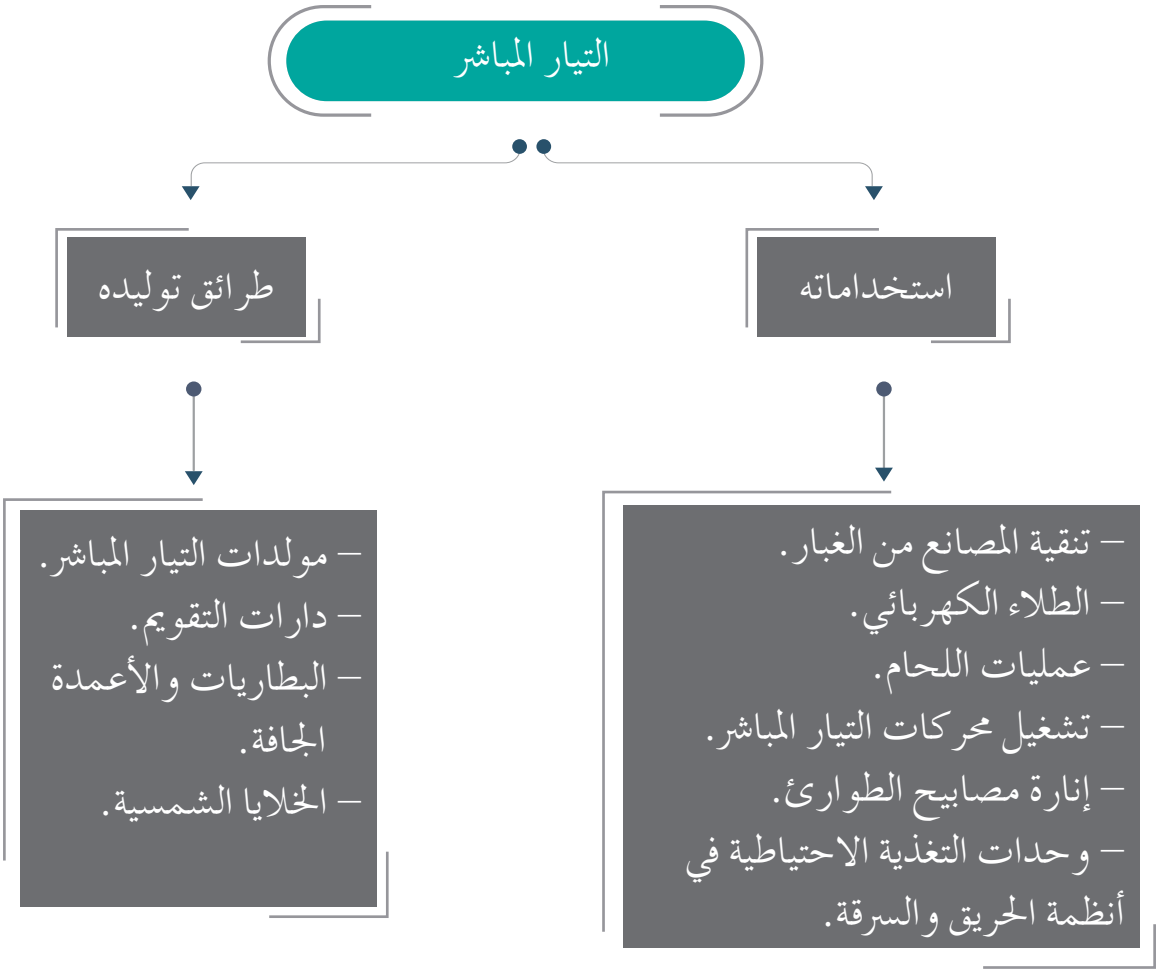
ب- الرمز (B) هو الطريقة الصحيحة لقياس ..... في البطارية، وذلك باستخدام جهاز .....

٥- أحضر مجموعة من البطاريات المختلفة، ثم قِس فولتية كلٍّ منها باستخدام جهاز الأفوميتر، ثم قارن القيم بالقيمة المكتوبة عليها للتحقق من صلاحيتها، ثم دوِّن ذلك في جدول خاص.

**تذكَّر**

في أثناء توصيل التيار المباشر في الدارة الكهربائية، يجب توصيل القطبين (+/ −) توصيلًا صحيحًا.

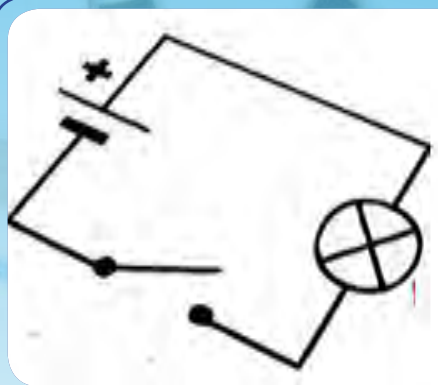
## الخرائط المفاهيمية



# ثانيًا: الدارة الكهربائية البسيطة

**النتاجات**

- يُحدِّد استخدامات كل عنصر من عناصر الدارة الكهربائية ومواصفاته، ويحسب كلًّا منها حسابًا دقيقًا.



انظر.. وتساءل

اقرأ.. وتعلم

استكشف

الإثراء والتوسع

الخرائط المفاهيمية

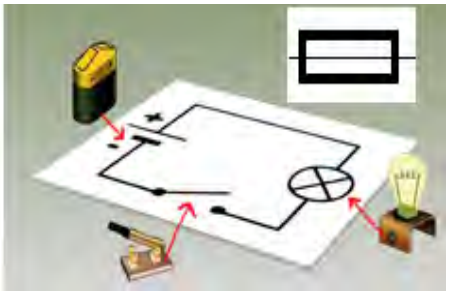
القياس والتقويم

**– هل شاهدت يومًا الكشاف الكهربائي اليدوي؟**

**– إذا كنت قد شاهدته، فما أهم أجزائه؟**

يتكوَّن الكشاف الكهربائي من بطارية، وأسلاك توصيل، وفيوز حماية داخلي، ومفتاح تحكم، ومصباح كهربائي كما هو موضح في الشكل المجاور.

## استكشف



- هل يوجد تشابه بين أجزاء الدارة الكهربائية للكشاف اليدوي وأجزاء الدارة الكهربائية البسيطة؟

تتشابه الدارة الكهربائية في معظم الأجهزة الكهربائية من حيث المكونات الأساسية.

## اقرأ.. وتعلم

تُعَدُّ الدارة الكهربائية البسيطة **(Simple Electrical Circuit)** أساسًا لفهم معظم الدارات الكهربائية للأحمال المختلفة، مع اختلاف قيم الأجزاء المكونة لها وأنواعها، وفي ما يأتي أهم مكونات الدارة الكهربائية:

| | |
|---|---|
| مصادر الطاقة الكهربائية ( **Electrical Source**): | تختلف هذه المصادر من حيث نوع التيار المستخدم فيها. |
| وسائل الحماية الكهربائية: | تُختار بدقة لحماية عناصر الدارة الكهربائية عند ارتفاع التيار عن الحد المطلوب، و في حالات القصر. |
| وسيلة التحكم الكهربائي (**Switch**): | يتم عن طريقها التحكم في تشغيل الدارة وفصلها ( **On , Off**). |
| الحمل الكهربائي ( **Electrical load**): | أيُّ جهاز يعمل بالتيار الكهربائي، ويستهلك طاقة كهربائية (المصباح الكهربائي). |
| النواقل (**Conductors**) والأسلاك الكهربائية (**Wire**): | تُصنَع من النحاس أو الألمنيوم، وتكون معزولة، وتُعَدُّ طريقة لسريان التيار الكهربائي خلالها لتوصيل عناصر الدارة الكهربائية معًا. |

### تذكَّر

من الضروري وجود توافق بين جميع عناصر الدارة الكهربائية لتعمل بصورة صحيحة.

تُعرَّف الدارة الكهربائية المغلقة (**Closed Circuit**) بأنها دارة تُمثِّل مسارًا مغلقًا، يبدأ بأحد طرفي مصدر الطاقة، وينتهي بطرفه الآخر؛ ليسري التيار الكهربائي خلاله. وفي حالة انقطاع هذا المسار يتوقف سريان التيار الكهربائي، وعندئذٍ تُسمّى الدارة الكهربائية الدارة المفتوحة (**Open Circuit**).

### نشاط

اذكر الأسباب التي تؤدي إلى فتح الدارة الكهربائية، ثم دوِّنها في جدول خاص.

## التمارين العملية

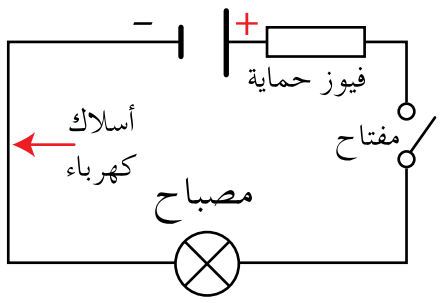
توصيل الدارة الكهربائية البسيطة، وتعرُّف مكوناتها، وتوصيل أجهزة القياس.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- توصل دارة كهربائية بسيطة، وتتعرَّف مكوناتها، وتوصل أجهزة القياس توصيلًا دقيقًا.

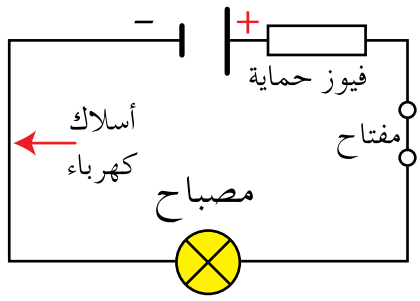
متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أفوميتر رقمي، أميتر رقمي، صندوق عُدَد كهربائي كامل. | – بطارية، أسلاك، مصباح، فيوز حماية، مفتاح تحكم. |

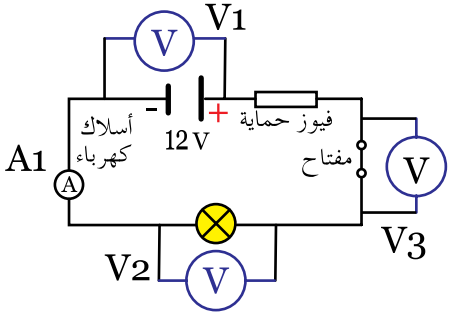
| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– صِلِ الدارة الكهربائية كما هو موضح في الشكل المجاور.<br>هل يضيء المصباح في هذه الحالة؟ |  |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

٢– أغلق وسيلة التحكم، ماذا تلاحظ؟

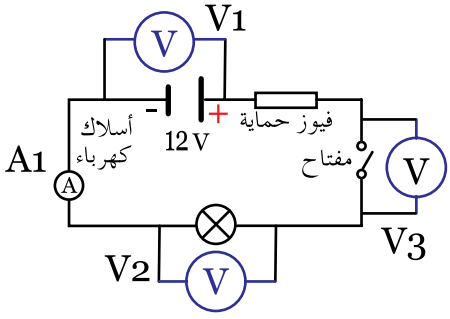



٣– صِلْ جهازي القياس، ثم دوِّن القراءات في الجدول.




| وضع المفتاح | V1 | V2 | V3 | A1 |
|---|---|---|---|---|
| (ON) | | | | |

٤– افصل وسيلة التحكم، ماذا تلاحظ؟ دوِّن القراءات في الجدول الآتي:

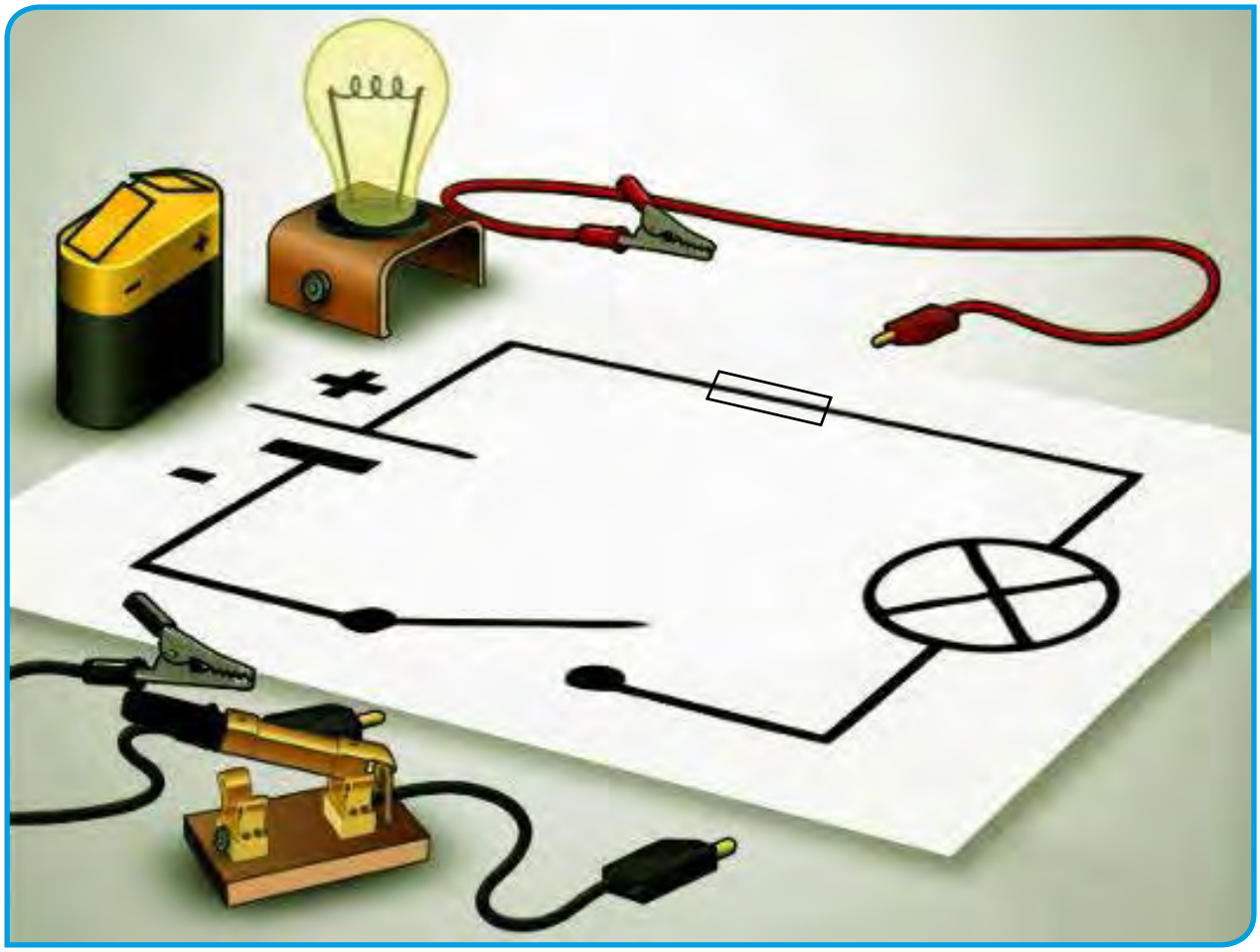



| وضع المفتاح | V1 | V2 | V3 | A1 |
|---|---|---|---|---|
| (OFF) | | | | |

**تذكَّر**

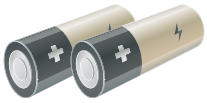
لا يسري التيار الكهربائي في الدارة عند وجود فتح فيها.

## الخرائط المفاهيمية



(١) حمل كهربائي.

(٢) مصدر كهربائي.



(٣) أسلاك كهرباء.

(٤) وسيلة تحكم.

(٥) فيوز حماية.

## ثالثًا: توصيل المقاومات الكهربيائة

### النتاجات

- يحسب المقاومة المكافئة لمجموعة من المقاومات الموصولة على التوالي، وعلى التوازي، وتوصيلًا مُركَّبًا، ويتحقق من ذلك عمليًّا باستخدام أجهزة القياس بطريقة صحيحة.

**ماذا تلاحظ عند فتح محبس المياه في الشكل الآتي؟**

ماذا يحدث عند إغلاق أحد محبسي المياه في الحالتين؟

## استكشف

- ماذا يحدث عند مرور المياه بالخط الرئيس كما هو مبين في الشكل (٢-١)؟

عند خروج المياه من المحبس الرئيس فإنها تتوزع بين المحابس الفرعية بالتساوي.

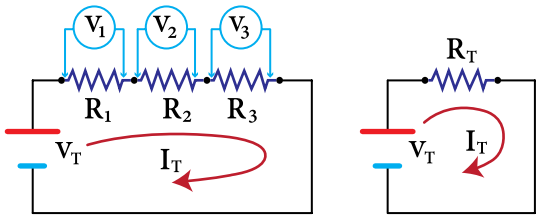
الشكل (٢-١).

## اقرأ.. وتعلم

توصل المقاومات الكهربائية في الدرات الكهربائية بثلاث طرائق، هي:

**١- توصيل المقاومات على التوالي (Resistors In - Series)**

يُقصَد بالتوصيل على التوالي توصيل بداية المقاومة الأولى بالمصدر، وتوصيل نهاية المقاومة الأولى ببداية المقاومة الثانية، وتوصيل نهاية المقاومة الثانية ببداية المقاومة الثالثة، وهكذا حتى نهاية المقاومة الأخيرة التي توصل مرة أخرى بالطرف الثاني للمصدر. ويمكن أن تحل مقاومة واحدة محل مجموعة المقاومات، ويُطلَق عليها اسم المقاومة الكلية (Rt)، انظر الشكل (٢-٢).




الشكل (٢-٢).

**خصائص توصيل المقاومات على التوالي**

أ- **التيار**: سريان التيار نفسه في المقاومات جميعها، كما هو مبين في الشكل (٢-٣).

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

الشكل (٢-٣).

ب- **الجهد**: مساواة الفولتية المكافئة لمجموع الفولتيات بين طرفي كل مقاومة، بحيث تتناسب هذه الفولتيات بين طرفي مقاومة تناسبًا طرديًّا مع قيمة كلٍّ منها، كما هو مبين في الشكل (٢-٤).

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

الشكل (٢-٤).

جـ- **المقاومة الكلية**: تكون المقاومة الكلية عند توصيل المقاومات على التوالي ($R_T$) مساوية لمجموع قيم تلك المقاومات، وهي بذلك تكون أكبر من أكبر مقاومة في الدارة، كما هو مبين في الشكل (٢-٥).

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

الشكل (٢-٥).

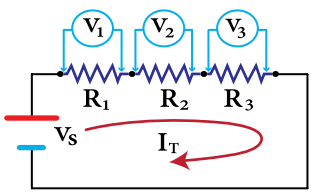
د - **الأعطال**: إذا حدث عطل أو قطع في المقاومات، فإن الدارة الكهربائية تتوقف كاملة.

هـ- **الاستخدام**: يُستخدَم التوصيل على التوالي بصورة محدودة، وله استخدامات خاصة.

## قانون تقسيم الجهد

لإيجاد فرق الجهد على المقاومة المطلوبة من دون معرفة قيمة التيار، يُستخدَم القانون الآتي:

$$V_{R1} = VS \frac{R1}{R1 + R2 + R3}$$

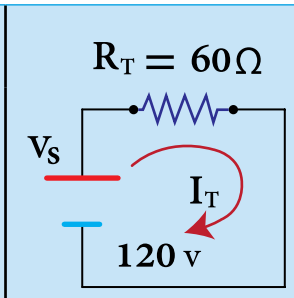
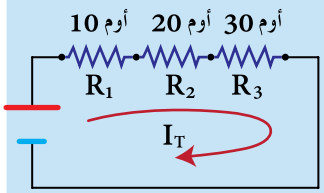



الشكل (٢-٦).

في ما يخص دارات التوصيل على التوالي، فإن قيمة فرق الجهد الأكبر تكون للمقاومة الكبرى في الدارة، وتستهلك المقاومة الكبرى قدرة أكبر من المقاومة ذات القيمة الصغيرة، كما هو مبين في الشكل (٢-٦).

**مثال**

وُصِّلت ثلاث مقاومات على التوالي، كما هو مُوضَّح في الشكل الآتي. جد المقاومة الكلية للدارة.

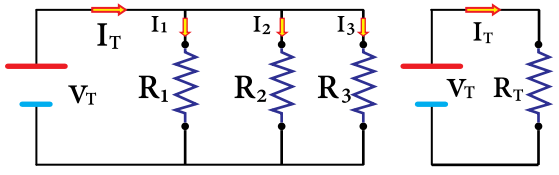
| المعطيات | القانون | | |
|---|---|---|---|
| $R_1 = 10\ \Omega$<br>$R_2 = 20\ \Omega$<br>$R_3 = 30\ \Omega$<br>المطلوب: إيجاد $R_T$ | $R_T = R_1 + R_2 + R_3$<br>$R_T = 10 + 20 + 30$<br>$= 60\ \Omega$ |  |  |

**نشاط**

إذا علمت أن قيمة فرق الجهد للمصدر في المثال السابق هي (120) فولت، فجد قيمة تيار الدارة، ثم جد فرق الجهد على كل مقاومة من المقاومات فيها.

### ٢ – توصيل المقاومات على التوازي (Resistors In – Parallel)

يُقصَد بالتوصيل على التوازي توصيل بداية المقاومة ببداية المقاومة التي تليها، وتوصيل نهاية المقاومة بنهاية المقاومة التي تليها، وتوصيل بدايات المقاومات المتصلة معًا بأحد أطراف المصدر الكهربائي، وتوصيل نهايات المقاومات المتصلة معًا بالطرف الآخر للمصدر الكهربائي، كما في الشكل (٢–٧).




الدارة الكهربائية　　الدارة المكافئة

الشكل (٢–٧): التوصيل على التوازي.

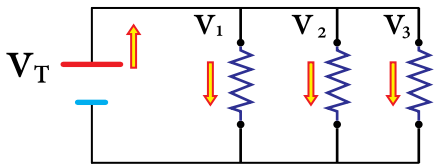
## خصائص توصيل المقاومات على التوازي

أ – **التيار**: التيار الكلي يساوي مجموع التيارات المارة بكل مقاومة، كما في الشكل (٢–٨).

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

الشكل (٢–٨).

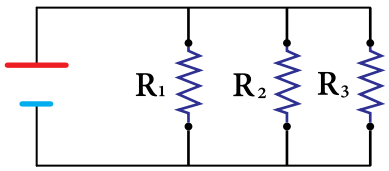
ب– **الجهد**: تساوي الفولتية في المقاومات جميعها، ويكون مساويًا لجهد المصدر، كما في الشكل (٢–٩).




$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

الشكل (٢–٩).

جـ– **المقاومة**: تكون المقاومة الكلية أصغر من أصغر مقاومة في الدارة، كما في الشكل (٢–١٠).




$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

الشكل (٢–١٠).

**تذكّر**

**في حال وجود مقاومتين على التوازي فقط**

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

**في حال وجود أكثر من مقاومة متساوية على التوازي**

$$R_T = \frac{R}{n}$$

$R$ = قيمة المقاومة الواحدة

$n$ = عدد المقاومات

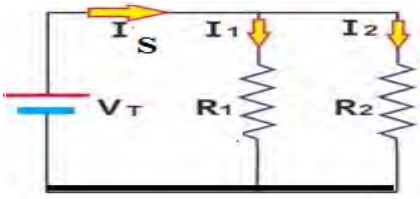
د – **الأعطال**: إذا حدث عطل أو قطع في أي من دارات المقاومات الموصولة على التوازي، فإن ذلك لا يؤدي إلى توقف كل دارة موصولة على التوازي، وإنما يؤدي إلى توقف الجزء الذي حدث فيه القطع فقط.

هـ– **الاستخدام**: يُستخدَم التوصيل على التوازي بصورة كبيرة، وهو المُستخدَم في توصيل الأحمال في التمديدات الكهربائية المنزلية.

## قانون تقسيم التيار

لإيجاد قيمة التيار المار بالمقاومة الموصولة على التوازي، يُستخدَم القانون المجاور:

$$I_{R1} = I_S \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

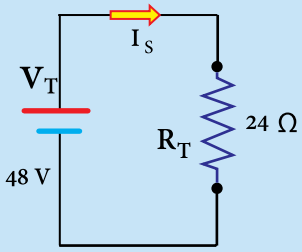


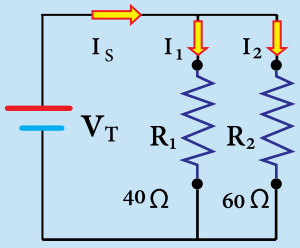

الشكل (٢-١١).

في حالة توصيل المقاومات على التوازي، كما في الشكل (٢-١١)، نُلاحَظ أن التيار الأعلى يسري في المقاومة ذات القيمة الصغيرة، وأن التيار الأقل يسري في المقاومة ذات القيمة الكبيرة، والمقاومة الصغرى تستهلك أكبر قدرة، وأن المقاومة الكبرى تستهلك قدرة أقل.

### مثال

في الدارة المُوضَّحة في الشكل، احسب قيمة المقاومة الكلية للدارة.

| المعطيات | الحل: القانون | |
|---|---|---|
| R1 = 40 Ω<br>R2 = 60 Ω<br>? = RT | $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$<br>$\frac{40 \times 60}{40 + 60}$<br>= 24Ω |  |

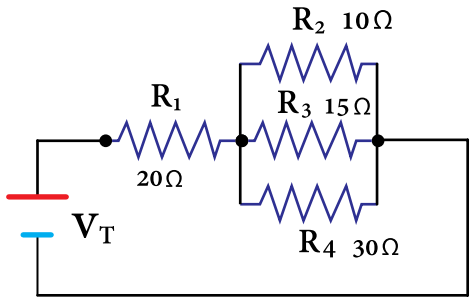


**فكِّر**

إذا علمت أن قيمة فرق الجهد (48) فولت، فجد تيار الدارة الكلي، وقيمة التيار المار بكل مقاومة من المقاومات بحسب قانون تقسيم التيار.

## ٣ – التوصيل المركب (Resistors In – Compound).

يُقصَد بذلك توصيل مقاومات على التوالي، وتوصيل مقاومات على التوازي في دارة كهربائية واحدة، كما في الشكل (٢–١٢).



الشكل (٢–١٢).

**نشاط**

جد قيمة المقاومة الكلية في الدارة المجاورة.

## التمارين العملية

### التمرين الأول

توصيل مجموعة من المقاومات معًا على التوالي.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقيس قيمة الفولت والتيار لكل مقاومة من المقاومات الموصولة على التوالي باستخدام أجهزة القياس الصحيحة، وتُدوِّنها في جدول خاص.

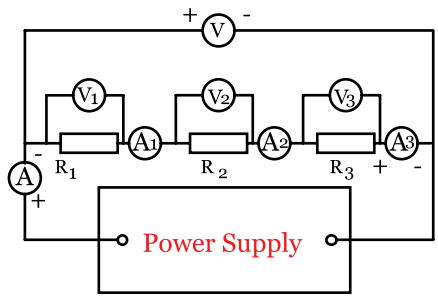
متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – (4) أجهزة أوميتر رقمية، (4) أجهزة أميتر رقمي. صندوق عُدَد كهربائي كامل، مصدر تيار كهربائي متغير القيمة (0- 24 V). | – بطارية، أسلاك، مصباح، فيوز (مادة حماية)، مفتاح تحكم، مقاومات كهربائية (1K Ω، 2K Ω، 3K Ω). |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

١- صِلِ الدارة كما هو مُوضَّح في الشكل المقابل.

٢- دوِّن قراءات كل جهاز من أجهزة الفولتميتر والأميتر في الجدول الآتي، ثم اكتب ملاحظاتك.




| الجهد الكلي للمصدر $V_T$ | 0v | 12v | 24v |
|---|---|---|---|
| الجهد على المقاومة الأولى $V_1$: | | | |
| الجهد على المقاومة الثانية $V_2$: | | | |
| الجهد على المقاومة الثالثة $V_3$: | | | |
| شدة التيار الكلي للمصدر $I_T$: | | | |
| شدة التيار الكلي للمقاومة $R_1$: | | | |
| شدة التيار الكلي للمقاومة $R_2$: | | | |
| شدة التيار الكلي للمقاومة $R_3$: | | | |

## الأداء العملي
## التمرين الثاني

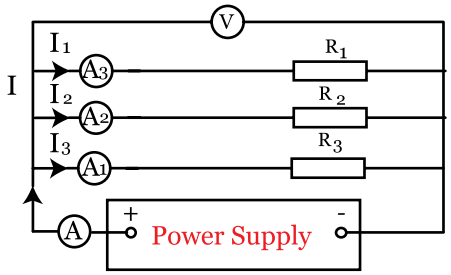
توصيل مجموعة من المقاومات معًا على التوازي.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقيس قيمة الفولت والتيار لكل مقاومة من المقاومات الموصولة على التوازي باستخدام أجهزة القياس الصحيحة، ثم تُدوِّنها في جدول خاص .

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

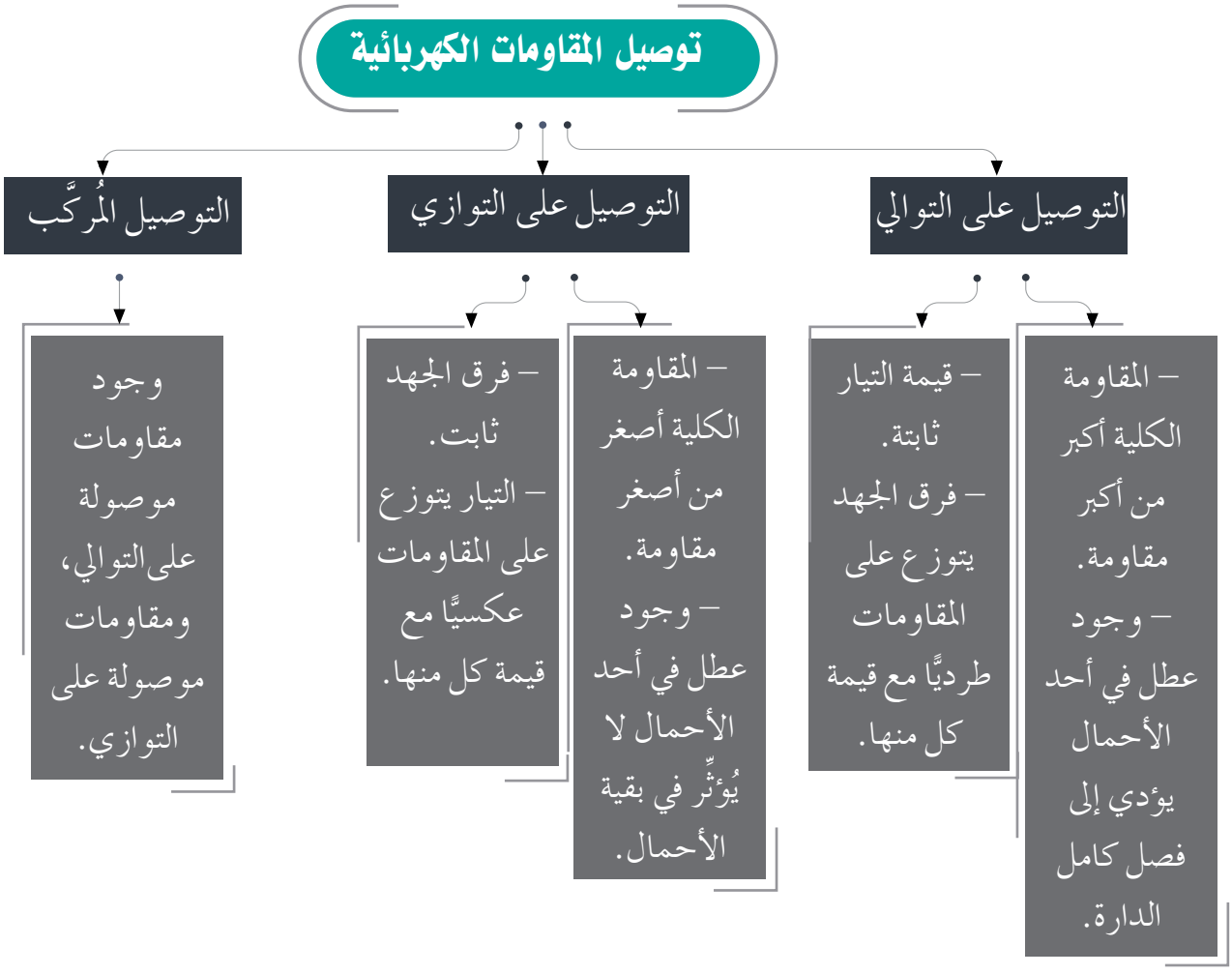
١ – صِلِ الدارة كما هو مُوضَّح في الشكل المجاور.




٢ – دوِّن قراءات جهازي الفولتميتر والأميتر في الجدول الآتي، ثم اكتب ملاحظاتك.

| | 0v | 12v | 24v |
|---|---|---|---|
| الجهد الكلي للمصدر $V_T$: | | | |
| الجهد على المقاومة الأولى $V_1$: | | | |
| الجهد على المقاومة الثانية $V_2$: | | | |
| الجهد على المقاومة الثالثة $V_3$: | | | |
| شدة التيار الكلي للمصدر $I_T$: | | | |
| شدة التيار للمقاومة $R_1$: | | | |
| شدة التيار للمقاومة $R_2$: | | | |
| شدة التيار للمقاومة $R_3$: | | | |

## الخرائط المفاهيمية

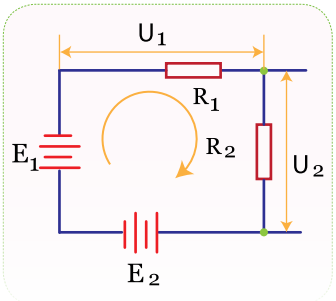


## رابعًا: قانونا كيرشوف

### النتاجات

- يحسب المتغيرات في الدارة الكهربائية باستخدام قانوني كيرشوف، ويتحقق منها عمليًّا.

بناءً على دراستك السابقة لقانون أوم، هل تستطيع حل الدارة الآتية؟




نظرًا إلى وجود مصدرين للجهد الكهربائي في الدارة نفسها؛ يجب تَعرُّف قوانين حل هذه الدارة وأمثالها.

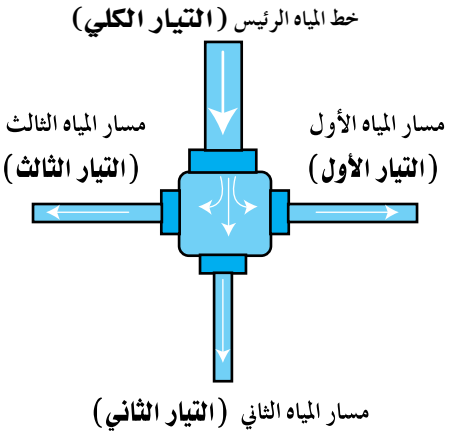
## استكشف

- مُستعينًا بالشكل (٢-١٣)، ماذا يحدث عند مرور تيار المياه في الخط الرئيس؟

تتوزع كمية المياه الداخلة في الخطوط الثلاثة؛ أي إن معدل جريان المياه الداخلة =

معدل جريان المياه في الفرع الأول + معدل جريان المياه في الفرع الثاني + معدل جريان المياه في الفرع الثالث.

ويمكن القياس على ذلك بالقول: التيار الكلي الداخل = التيار الأول + التيار الثاني + التيار الثالث.

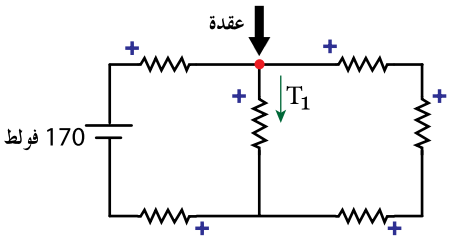



الشكل (٢-١٣).

## اقرأ.. وتعلم

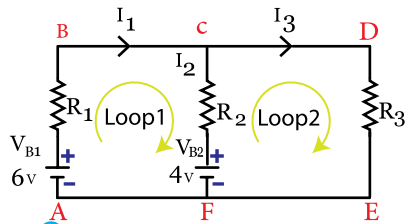
درست سابقًا قانون أوم لحساب الدارات الكهربائية البسيطة التي تتكوَّن من حلقة واحدة، حيث يسري التيار نفسه في عناصر الدارة الكهربائية جميعها. ولكن إذا كانت الدارة الكهربائية تتكوَّن من أكثر من مصدر جهد للحلقة نفسها، أو تتكوَّن من أكثر من حلقة لسريان التيار الكهربائي فيها، فماذا سيحدث؟ قبل دراسة قانوني كيرشوف، يجب التوقف عند بعض المصطلحات الخاصة بالدارات الكهربائية، مثل:

١- **العقدة (Node):** نقطة في الدارة تُمثِّل التقاء عنصرين فيها، انظر الشكل (٢-١٤).




الشكل (٢-١٤).

٢- **الحلقة (Loop):** مسار مغلق في الدارة؛ بأن تكون عقدة بداية الحركة هي العقدة التي تنتهي عندها، انظر الشكل (٢-١٤).




الشكل (٢-١٤).

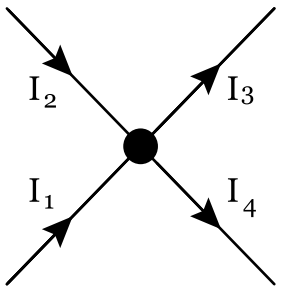
توصَّل العالِم كيرشوف إلى قانونين عُرِفا باسمه لحل مثل هذه الدارات، هما:

**القانون الأول لكيرشوف** (Kirchhoff's Current Law)

يُعرَّف هذا القانون باسم حفظ الشحنة الكهربائية، وينص على أن المجموع الجبري للتيارات الكهربائية في أي عقدة (نقطة توصيل في الدارة الكهربائية أو تفرع فيها) يساوي صفرًا، انظر الشكل (٢-١٥)؛ أي إن المجموع الجبري للتيارات التي تدخل العقدة يساوي المجموع الجبري للتيارات الخارجة منها:

$$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$$

$$\Sigma I_{out}=0 \rightarrow \Sigma I=0$$

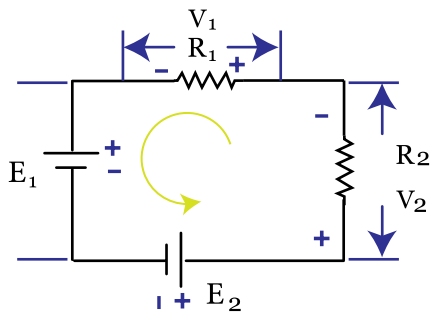



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

الشكل (٢-١٥).

**القانون الثاني لكيرشوف** (Kirchhoff's Volt Law)

يُعرَّف هذا القانون باسم بقانون حفظ الطاقة، وينص على أن المجموع الجبري للفولتية في مسار مغلق بدارة كهربائية يساوي صفرًا. ويمكن صياغته بطريقة أسهل تتمثَّل في أن المجموع الجبري لهبوط الفولتيات على المقاومات يساوي المجموع الجبري للقوة الدافعة الكهربائية للبطاريات؛ أي إن:




الشكل (٢-١٦).

$$\sum (E_1 + E_2) = \sum (V_1 + V_2)$$

عند تطبيق قانون كيرشوف للجهد يجب الانتباه إلى الإشارات الجبرية لهبوطات الجهد والقوة الدافعة الكهربائية، ويمكن القول إن الارتفاع في الجهد يعطي إشارة موجبة، وإن الهبوط في الجهد يعطي إشارة سالبة (أو العكس). وبناءً على ذلك، إذا سرنا من طرف البطارية السالب (في الحلقة) إلى طرفها الموجب، فإننا نلحظ ارتفاعًا في الجهد يعطي إشارة موجبة. وفي المقابل، إذا سرنا من الطرف الموجب إلى الطرف السالب، فإننا نلحظ هبوطًا في الجهد؛ لذا، فإن هذا الجهد يعطي إشارة سالبة. وبتطبيق القانون على الحلقة الموضحة في الشكل (٢-١٦)، فإن:

| $V_2 = I_2 X R_2$ | $V_1 = I_1 X R_1$ | $E_2 - E_1 = V_2 - V_1$ | $E_2 - E_1 - V_2 - V_1 = 0$ |
|---|---|---|---|

خطوات الحل باستخدام قانوني كيرشوف:

١- تحديد رموز التيارات واتجاهاتها في فروع الدارة كلها (إذ يمكن فرض أيِّ اتجاه للتيار في كل فرع من فروع الدارة).

٢- تحديد العقد في الدارة، وكتابة معادلات حسب القانون الأول لكيرشوف عددها يكون مساويًا لعدد العقد ناقص واحد.

٣- اختيار حلقات في الشبكة لتطبيق القانون الثاني لكيرشوف، ووجوب تحديد اتجاه السير في الحلقات، ومراعاة المرور على فروع الدارة جميعها، عدا الفروع التي تحتوي على مصادر التيار.

٤- وجوب أن يكون عدد المعادلات التي كُتِبت حسب قانوني كيرشوف مساويًا لعدد التيارات المجهولة المفروضة.

٥- إذا كانت إشارة أيٍّ من التيارات سالبة، فإن ذلك يدل على أن الاتجاه الحقيقي لسريان التيار في ذلك الفرع هو عكس الاتجاه المفروض.

**تذكَّر**

قوانين تقسيم التيار والجهد عند حل الدارات الكهربائية باستخدام قانوني كيرشوف.

## التمارين العملية

### التمرين الأول

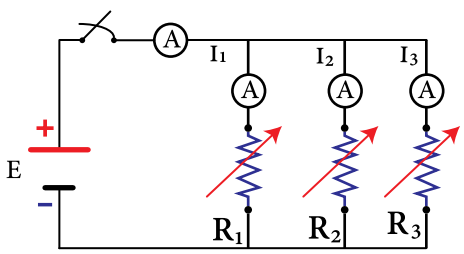
التحقق من قانون كيرشوف للتيار عمليًّا.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقيس قيمة الفولت والتيار لكل مقاومة من المقاومات الموصولة على التوالي باستخدام أجهزة القياس الصحيحة، ثم تُدوِّنها في جدول خاص .

**متطلبات تنفيذ التمرين**

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – (4) أجهزة أميتر رقمية، صندوق عُدَد كهربائية كاملة، مصدر تيار مباشر، جهاز فولتميتر، بطارية. | – أسلاك، مفتاح تحكم، (3) مقاومات كهربائية متغيرة، (3) مقاومات ثابتة. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– صِلِ الدارة الكهربائية كما في الشكل المجاور. |  |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

٢- أغلق الدارة، ثم دوِّن قراءة كل أميتر (A1، A2 ، A3 ،A4).

| رقم جهاز الأميتر: | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ |
|---|---|---|---|---|
| قراءة الجهاز: | | | | |

٣- غيِّر قيم المقاومات، ثم دوِّن قراءة كل أميتر $(R_1 ،R_2 ،R_3)$.

| رقم المقاومة: | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ |
|---|---|---|---|---|
| قيمة المقاومة قبل التغير: | | | | |
| قيمة المقاومة بعد التغير: | | | | |

ما العلاقة بين قراءة جهاز الأميتر **(A1)** ومجموع القراءات الأخرى $(A_4 ،A_3 ،A_2)$ ؟ دوِّن النتائج التي تتوصَّل إليها في دفتر التدريب العملي.

| رقم جهاز الأميتر: | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ |
|---|---|---|---|---|
| قراءة جهاز الأميتر قبل تغير المقاومة: | | | | |
| قراءة جهاز الأميتر بعد تغير قيمة المقاومة: | | | | |

**فكِّر**

في حالة زيادة قيمة مصدر القوة الدافعة الكهربائية **(E)** في التمرين ، هل تتوقع تغير النتيجة التي توصَّلت إليها ؟ جرِّب ذلك عمليًّا، ثم اكتب تقريرًا مفصلًا عن ذلك.

# التمارين العملية

## التمرين الثاني

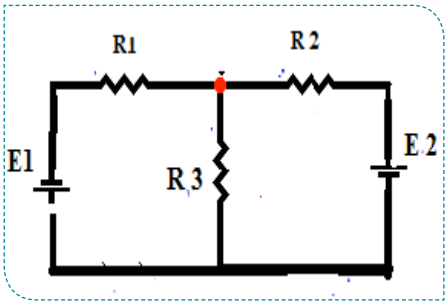
التحقق من قانون كيرشوف للجهد عمليًّا.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقيس الفولتيات المختلفة.

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

١- صِلِ الدارة الكهربائية كما في الشكل المجاور.




٢- قِس الفولتية بين طرفي كلٍّ من المصدر (E1)، والمصدر (E2)، والمقاومات (R1، R2، R3)، ثم دوِّن النتائج التي تتوصَّل إليها.

| رقم جهاز الفولتميتر: | E1 | E2 | R1 | R2 | R3 |
|---|---|---|---|---|---|
| قراءة الجهاز: | | | | | |

٣- جد مجموع الفولتيات بين أطراف جميع عناصر كل مسار مغلق (لاحِظ وجود ثلاثة مسارات مغلقة)، مراعيًا الحركة في ترتيب دوري واحد، ثم حدِّد الطرف الموجب في كل قياس (أي الطرف المتصل بالقطب الأحمر للفولتميتر)، ثم دوِّن النتائج التي تتوصَّل إليها، وأعد صياغة قانوني كيرشوف بعبارتك الخاصة.

## الخرائط المفاهيمية

القانون الأول لكيرشوف

المجموع الجبري للتيارات الداخلة لأيِّ عقدة تساوي صفرًا.

$I_T - I_1 - I_2 - I_3 = 0$

$I_T = I_1 + I_2 + I_3$

$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

القانون الثاني لكيرشوف

المجموع الجبري للفولتية في مسار مغلق بدارة كهربائية يساوي صفرًا.

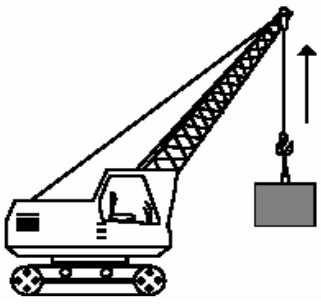
$\sum (E1 + E2) = \sum (V1 + V2)$

## خامسًا: القدرة والطاقة الكهربائية

### النتاجات

- يتعـرَّف مفهوم القدرة ومفهـوم الطاقـة الكهربائية، وطريقة حسابهما، ويتحقق من ذلك عمليًّا.

هل تستطيع الآلة التي يُمثِّلها الشكل الآتي رفع الصندوق إلى الأعلى؟



لا شك في أن لكل آلة قدرة معينة على إنتاج شغل مُحدَّد للحصول على جودة إنتاج عالية.

## استكشف

- كيف يمكن حساب قيمة فاتورة الكهرباء ؟

تستخدم أجهزة قياس خاصة في معرفة قيمة الاستهلاك للأحمال الكهربائية خلال زمن محدد؛ لتقدير تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية، انظر الشكل (٢-١٧).

| البيان | فلس | دينار | القراءة السابقة | القراءة الحالية | كمية الاستهلاك |
|---|---|---|---|---|---|
| قيمة الإستهلاك | ××× | ×× | ××××××××× | ××××××××× | ××××××××× |
| فرق اسعار الوقود | ××× | ×× | | | |
| اجرة العداد | ××× | ×× | | | |
| الرسوم: فلس الريف | ××× | ×× | | | |
| الرسوم: رسم التلفزيون | ××× | ×× | | | |
| الرسوم: رسم النفايات | ××× | ×× | | | |
| قيمة الفاتورة | ××× | ×× | | | |
| حساب التسوية | ××× | ×× | | | |
| القيمة المطلوبة | ××× | ×× | | | |

تفاصيل الذمم السابقة

| رقم الفاتورة | فلس | دينار |
|---|---|---|
| 20100700 | 785 | 118 |
| ××××××××× | ××× | ×× |
| ××××××××× | ××× | ×× |
| ××××××××× | ××× | ×× |
| ××××××××× | ××× | ×× |
| ××××××××× | ××× | ×× |
| رصيد سابق | 000 | 0 |
| مجموع قيمة الذمم | 785 | 118 |

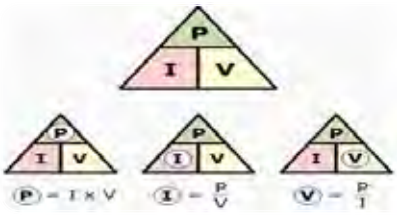
الشكل (٢-١٧): فاتورة كهرباء.

اقرأ.. وتعلم

### القدرة الكهربائية (Electrical Power).

تُعرَّف القدرة الكهربائية بأنها حاصل شدة التيار الكهربائي مضروبًا في فرق الجهد الكهربائي، ويُرمَز إليها بالرمز **(P)**، ووحدة قياسها الواط **(Watt)**. ويُعَدُّ الكيلو واط من أهم مضاعفات الواط في الدارات الكهربائية، حيث: $1\ k\ w = 1000\ w = 10^{3}$.

يُستخدَم جهاز الواطميتر **(Wattmeter)** لقياس القدرة في الدارات الكهربائية، ويمكن قياسها باستخدام القانون الآتي: $P=V \times I$، انظر الشكل (٢-١٨).




الشكل (٢-١٨).

**نشاط**

ابحث أنت وزملاؤك في شبكة الإنترنت عن قوانين أخرى لحساب القدرة الكهربائية.

**مثال**

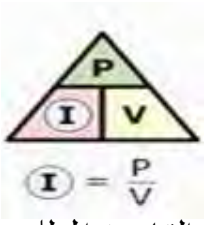
سخان كهربائي يعمل بفرق جهد كهربائي مقداره (230) فولت. إذا كانت قدرة هذا السخان (2300) واط، فجد قيمة التيار المار بالدائرة؟

المعطيات :

فرق الجهد: (230) فولت.

قدرة الجهاز: (2300) واط.

التيار الكهربائي: ؟




القانون المطلوب

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2300}{230} = 10\ A$$

يُمثِّل الشكل (٢-٢٠)، القانون المستخدم في الحل.

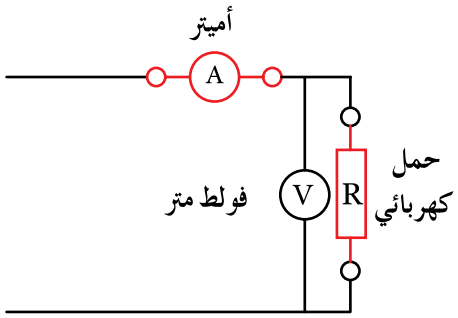
الشكل (٢-٢٠).

**قياس القدرة الكهربائية.**

يمكن قياس القدرة الكهربائية بطريقة مباشرة، وطريقة وغير مباشرة، والشكل (٢-٢١) يبين ذلك.

١-**الطريقة غير المباشرة**: درست سابقًا أن إيجاد قدرة الحمل الكهربائي يتطلَّب توافر معلومتين رئيستين، هما: قيمة الفولت، والتيار للحمل المراد قياس قدرته.إذ ينتج من ضربهما مقدار القدرة التي يستهلكها هذا الحمل. وبناءً على ذلك، فإن قياس قدرة حمل ما يتطلَّب توافر جهاز قياس للتيار، وجهاز قياس لفرق الجهد الكهربائي، علمًا بأن جهاز قياس التيار يوصَل على التوالي بالحمل (لأن التيار ثابت على التوالي كما درست سابقًا)، وأن جهاز قياس فرق الجهد يوصَل على التوازي بالحمل المراد قياس فرق جهده (لأن فرق الجهد ثابت على التوازي كما درست سابقًا). وعند الحاجة إلى قياس قدرة حمل ما، فإنه يمكن إيجاد حاصل ضرب التيار في فرق الجهد الناتج من الجهازين السابقين، انظر الشكل (٢-٢٢).

الشكل (٢-٢١).




الشكل (٢-٢٢).

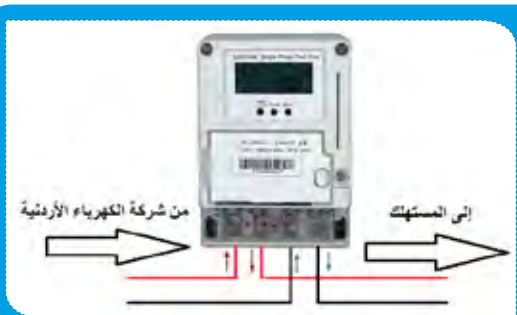
٢- **الطريقة المباشرة**: يُستخدَم جهاز الواطميتر لقياس قدرة الأحمال الكهربائية، ويحتوي من الداخل على ملفين؛ أحدهما يُسمّى ملف التيار، ويوصَل بالحمل على التوالي، والآخر يُسمّى ملف الجهد، ويوصَل بالحمل على التوازي. وعند تشغيل الدارة يسري تيار كهربائي، فينتج من الملفين السابقين فيضانان مغناطيسيان يخترقان القرص الدوار

الشكل (٢-٢٣).

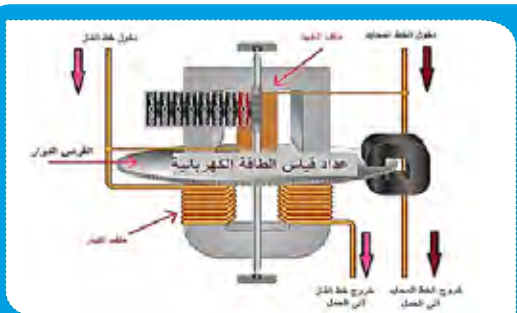
المصنوع من الألمنيوم، وينتج بالحث المتبادل مجال مغناطيسي دوار يُؤثِّر في تحريك القرص. يوصَل هذا الجهاز بالدارة، ثم يقيس القدرة بعد تشغيل الحمل، وسريان التيار في الدارة، انظر الشكل (٢-٢٣).

## الطاقة الكهربائية (Electrical Energy).

تُعرَّف الطاقة الكهربائية بأنها مقدار الشغل المبذول خلال زمن معين. ولقياس الطاقة الكهربائية المستهلكة، نجد حاصل ضرب القدرة في الزمن الذي استُهلِكت هذه القدرة خلاله؛ إذ تقاس هذه الطاقة بوحدة الجول الذي يساوي واط/ ثانية، وتقاس الكميات الكبيرة منه بالكيلو واط/ ساعة (**K w h**). يستفاد من هذه العملية في حساب الكميات المستهلكة من الكهرباء؛ لتسديد قيم الكميات الكهربائية المستهلكة لشركات الكهرباء. وحساب استهلاك الطاقة الكهربائية في فواتير الكهرباء يكون على أساس كل كيلو واط استهلاك في الساعة وفق تسعيرات وتعريفات كهربائية تعتمد عليها شركة الكهرباء. وتختلف الأسعار من بلد إلى آخر، ويُعَدُّ العداد الكهربائي المُستخدَم في المنازل جهازًا لقياس الطاقة الكهربائية، ويوجد منه نوعان: عداد الطاقة الإلكتروني، وعداد الطاقة الكهروديناميكي (القرص)، انظر الشكل (٢-٢٤).



جهاز قياس الطاقة الكهربائية (الإلكتروني)



جهاز قياس الطاقة الكهربائية الكهروديناميكي (القرص)

الشكل (٢-٢٤).

قانون حساب الطاقة الكهربائية (W) = القدرة (P) X الزمن (T)

لحساب التكلفة ( الثمن ) = الطاقة (W) X السعر (واط/ ساعة، كيلو واط/ساعة)

**حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة.**

لحساب الطاقة الكهربائية المستهلكة في المنازل، يجب أولًا حساب قدرة الأحمال العاملة، وزمن التشغيل لكل حمل. والجدول (٢–١) يُوضِّح بعض الأحمال في منزل، وعدد ساعات العمل لكل حمل:

**الجدول (٢–١): بعض الأحمال في المنزل.**

| الرقم | الحمل | قدرة الحمل بالواط | ساعات العمل في اليوم الواحد | الطاقة الكلية بالواط | الطاقة الكلية بالكيلو واط |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | سخان كهربائي | 2 000 w | 5 | 10 000 W | 10 kwh |
| 2 | مدفأة كهربائية | 2 400 w | 10 | 24000 W | 24 kwh |
| 3 | وحدات إنارة مختلفة | 600 w | 10 | 6 000 W | 6 kwh |

المجموع الكلي للطاقة المستهلكة خلال اليوم الواحد: **(40) kwh**.

إذا افترضنا أن سعر الكيلو واط/ساعة = **100** فلس، فإن التكلفة الكلية هي مجموع الكيلو واط المُستهلَك مضروبًا في سعر الكيلو واط الواحد، وتساوي :

**100x40 = 4000** فلس = **4** دنانير يوميًّا.

**نشاط**

احسب استهلاك هذه الأحمال خلال شهر.

## التمارين العملية

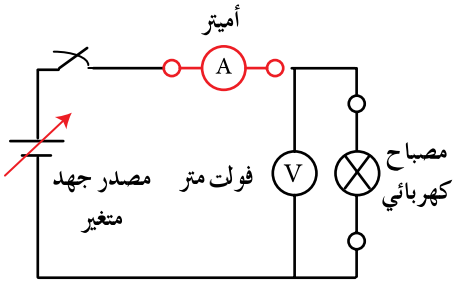
### حساب القدرة الكهربائية بطريقة غير مباشرة.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تستخدم جهازي الفولتميتر والأميتر في إيجاد قيمة القدرة الكهربائية.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أميتر، صندوق عُدَد كهربائية كاملة، مصدر تيار مباشر (12) فولت (متغير القيمة)، جهاز فولتميتر. | –أسلاك، مفتاح تحكم ، مصباحان (3) واط، لوحة تجارب. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– صِل الدارة الكهربائية كما في الشكل المجاور.<br>٢– شغِّل مصدر التغذية، ثم أغلق المفتاح الكهربائي.<br>٣– غيِّر قيمة الجهد الكهربائي بالتدريج حسب الجدول المرفق.<br>٤– لاحظ إضاءة المصباح، علِّل ذلك.<br>٥– لاحظ تغير قراءة جهاز الأميتر.<br>٦– دوِّن قيم الجهد والتيار في الجدول التالي.<br>٧– جد القدرة حسب قانون القدرة المناسب.<br>٨– افصل مصدر الكهرباء، ثم دوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي. |  |

| القيمة المحسوبة رياضيًّا: P = I X V | قيمة التيار المقيس (ملي أمبير) | الفولت (من المصدر متغير القيمة) |
|---|---|---|
| | | 2 |
| | | 4 |
| | | 6 |
| | | 8 |
| | | 10 |
| | | 12 |

## التمرين الثاني

## حساب القدرة الكهربائية بطريقة مباشرة.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تستخدم أجهزة الواطميتر والفولتميتر والأميتر في إيجاد قيمة القدرة الكهربائية، والتحقق منها رياضيًّا.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أميتر، صندوق عُدَد كهربائية كاملة، مصدر تيار متناوب (230) فولت (متغير القيمة)، جهاز فولتميتر، جهاز واطميتر. | – أسلاك، مفتاح تحكم ، مصباح كهربائي (100) w، لوحة تجارب. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

١– صِل الدارة الكهربائية كما في الشكل المجاور.

٢– شغِّل قاطع لوحة التجارب، وأغلق المفتاح الكهربائي.

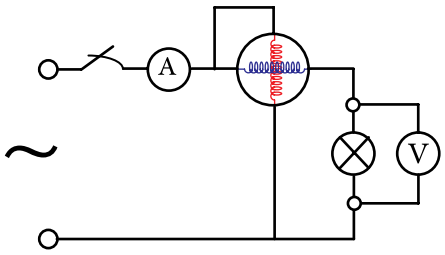
٣– دوِّن قراءة قياس جهاز الأميتر في الجدول المجاور.

٤– دوِّن قراءة قياس جهاز الفولتميتر في الجدول المجاور.

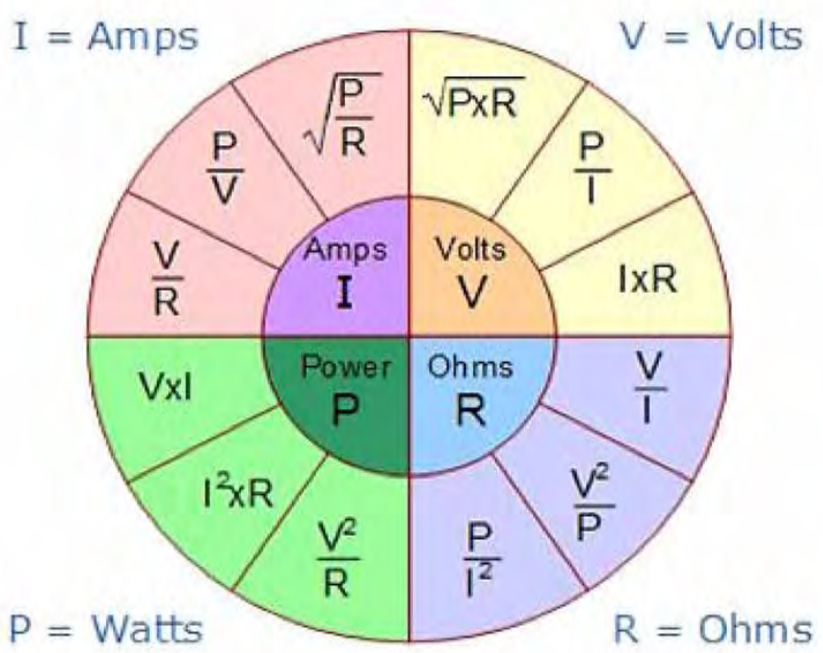
٥– دوِّن قيمة القياس في الجدول.

٦– احسب القدرة حسب قانون القدرة المناسب.

٧– افصل الدارة ومصدر الكهرباء، ثم دوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.




| فولتية المصدر الكهربائي | قراءة جهاز الأميتر | قراءة جهاز الفولتميتر | قراءة جهاز الواطميتر | حساب القدرة رياضيًّا P = v x I |
|---|---|---|---|---|
| 100v | | | | |
| 150v | | | | |
| 230v | | | | |




| قوانين حسابات التيار الكهربائي | | | | |
|---|---|---|---|---|
| القيمة المعروفة | Resistance (R) | Current (I) | Voltage (V) | Power (P) |
| التيار والمقاومة | --- | --- | $V = IxR$ | $P = I^2xR$ |
| الفولت والتيار | $R = \frac{V}{I}$ | --- | --- | $P = VxI$ |
| القدرة والتيار | $R = \frac{P}{I^2}$ | --- | $V = \frac{P}{I}$ | --- |
| الفولتية والمقاومة | --- | $I = \frac{V}{R}$ | --- | $P = \frac{V^2}{R}$ |
| القدرة والمقاومة | --- | $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$ | $V = \sqrt{PxR}$ | --- |
| الفولت والقدرة | $R = \frac{V^2}{P}$ | $I = \frac{P}{V}$ | --- | --- |

## القياس والتقويم

★★★★

١ – عدِّد مجالات استخدام التيار المباشر في الحياة العملية.

٢– ما طرائق توليد التيار المباشر؟

٣– علامَ تدل حركة المؤشر إلى اليسار بعكس صفر الأوم عند استخدام جهاز الفولتميتر؟

٤– كيف يمكن تحويل التيار المباشر إلى تيار متناوب؟

٥– هل يُرفَع قيمة التيار المباشر بواسطة المحولات؟ وضِّح ذلك.

٦– كيف يمكن معرفة أن الجهاز يعمل بالتيار المباشر عن طريق لوحة معلوماته؟

٧– ماذا تعني الأحرف الآتية المُدوَّنة على الأعمدة الجافة والبطاريات؟

أ) A  ب) m A  ج) AH  د) D C V

٨ – بطاريتان، قيمة كلٍّ منهما (6) فولت. وضِّح بالرسم كيف يمكن توصيلهما معًا للحصول على (12) فولت.

٩ – بطاريات، تيار الواحدة منها (٢) أمبير، وقيمتها (12 V D C) فولت، يراد توصيلها للحصول على مصدر جهد مباشر (24v)، وتيار (4A).

١٠– ما مكونات الدارة الكهربائية البسيطة، مُحدِّدًا وظيفة كل جزء منها؟

١١– عرِّف الدارة الكهربائية المفتوحة.

١٢– ما أسباب فتح الدارة الكهربائية؟

١٣– عرِّف الدارة الكهربائية المغلقة.

١٤ – ما المقصود بتوافق عناصر الدارة الكهربائية بعضها مع بعض.

١٥– اذكر نص القانون الأول ونص القانون الثاني لكيرشوف.

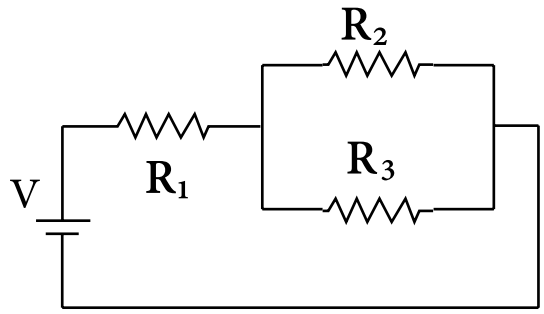
١٦- جد قيمة المقاومة المكافئة للدارة الآتية، ثم جد قيمة التيار الكلي للدارة، علمًا بأن:

$R_1 = 10\ \Omega$

$R_2 = 20\ \Omega$

$R_3 = 40\ \Omega$

$V = 10V$




١٧- حمل كهربائي يعمل بفرق جهد (٢٠٠) فولت، ويستهلك تيارًا مقداره (١٠) أمبير. احسب قدرة هذا الحمل، ثم احسب تكلفة تشغيله مدَّة (٣٠) يومًا إذا علمت أنه يعمل مدَّة ساعات يوميًّا وسعر الكيلو واط / ساعة (١٠٠) فلس.

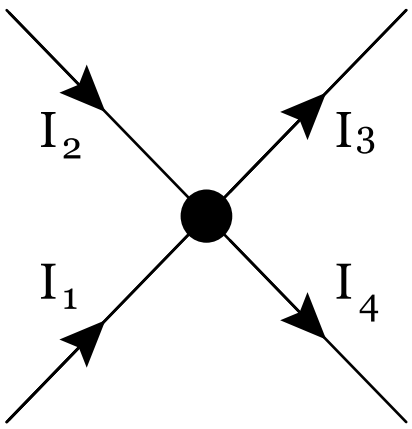
١٨- بناءً على دراستك موضوع توصيل المقاومات، قارن (باستخدام جدول) بين التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي من حيث: الفولت، والتيار، والمقاومة الكلية، والأعطال، والاستخدام.

١٩- كيف تقاس القدرة للأحمال الكهربائية؟

٢٠- ما اسم الجهاز المستخدم لقياس الطاقة الكهربائية؟

٢١- حمل كهربائي قدرته (٢٠٠٠) واط، كم تساوي هذه القدرة بالكيلو واط؟

٢٢- بناءً على دراستك القانون الأول لكيرشوف، اكتب المعادلة الرياضية للشكل الآتي:



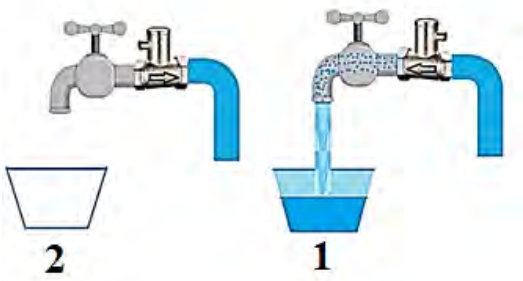
## النتاجات

- يُعدِّد أنواع الثنائيات.
- يتعرَّف مكونات الثنائي ديود.
- يُميِّز أطراف الثنائي ديود عن طريق الأطراف المطبوعة عليه.
- يستنتج خصائص الثنائي ديود عن طريق منحنى الخصائص.
- يُوصِّل الثنائي ديود (انحياز أمامي، انحياز عكسي).
- يفحص الثنائي ديود، ويُحدِّد مدى صلاحيته.
- يتعرَّف خصائص الثنائي زينر واستخداماته.
- يُوصِّل الثنائي زينر بدارة كهربائية، ثم يُدوِّن القراءات اللازمة.

# أولًا: الثنائيات (Diodes)

**لماذا لم يمتلئ حوض الماء رقم (١) في الشكل المجاور؟**

**هل تسبَّب اتجاه الماء في بقاء الحوض رقم (٢) فارغًا؟**



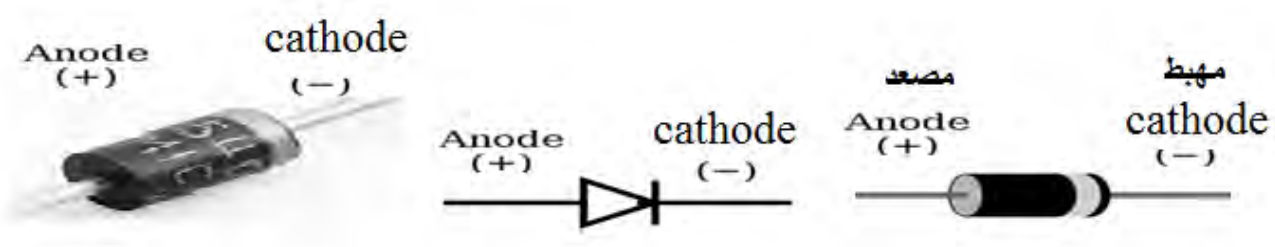

## استكشف

- إذا أردت الدخول من باب زجاجي كُتِب عليه كلمة (ادفع)، ولكنك بدأت بسحب الباب للخارج، فهل سيفتح الباب؟

إذا حاولت فتح الباب مرَّة أخرى، ولكن بدفع الباب إلى الداخل بطريقة معاكسة للمرَّة الأولى، انظر الشكل (٣-١)، فهل سيفتح الباب؟

الشكل (٣-١).

تُستخدَم أحيانًا طرائق عديدة لتحديد اتجاهات المرور، منها ما يُستخدَم في تحديد اتجاه سريان التيار في الدارات الكهربائية والإلكترونية في اتجاه واحد فقط، كما هو الحال في الثنائي الموحد **(Diod)** الموضح في الشكل (٣-٢).




الشكل (٣-٢).

## اقرأ.. وتعلم

تُعَدُّ الثنائيات أحد العناصر المهمة في الحياه العملية، ويوجد منها أنواع عِدَّة، مثل: الثنائي ديود، والثنائي زينر، وثنائي الانبعاث الضوئي. والثنائي الضوئي، والشكل الآتي يبين عددًا من هذه الثنائيات:

| اسم العنصر | الرمز |
|---|---|
| ١– الثنائي ديود (Diode) | |
| ٢– الثنائي زينر (Zener Diode) | |
| ٣– الثنائي المشع للضوء (Light Emitting Diode LED) | |
| ٤– الثنائي الضوئي (Photo Diode) | |

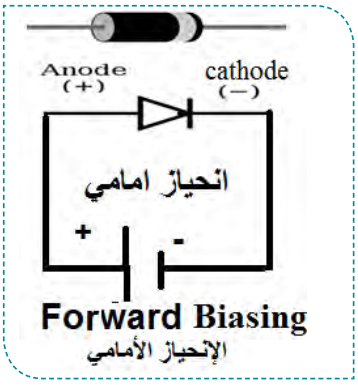
سنتناول في هذه الوحدة نوعين فقط من الثنائيات، هما: الثنائي ديود، والثنائي زينر.

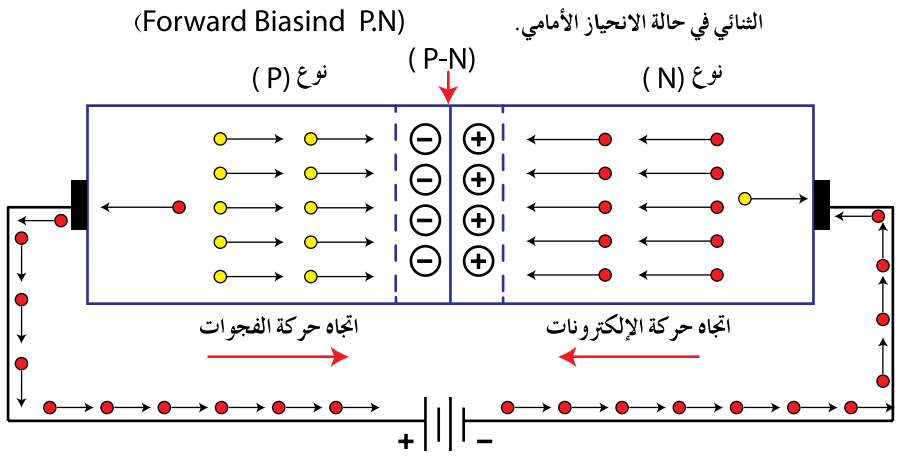
### الثنائي ديود

عنصر إلكتروني يحتوي على طرفين، هما: المهبط (Cathode) الذي تتصل به المادة من النوع السالب (N)، والمصعد (Anode) الذي تتصل به المادة من النوع الموجب (P)، ويُصنَع الديود من مواد شبه موصلة، مثل: الجرمانيوم، والسليكون.

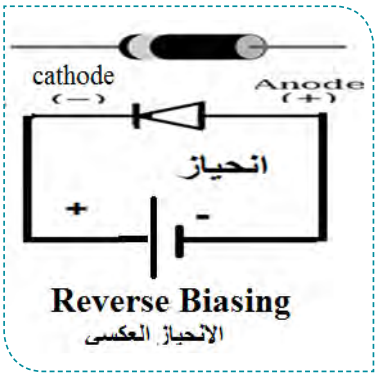
## خصائص الثنائي ديود

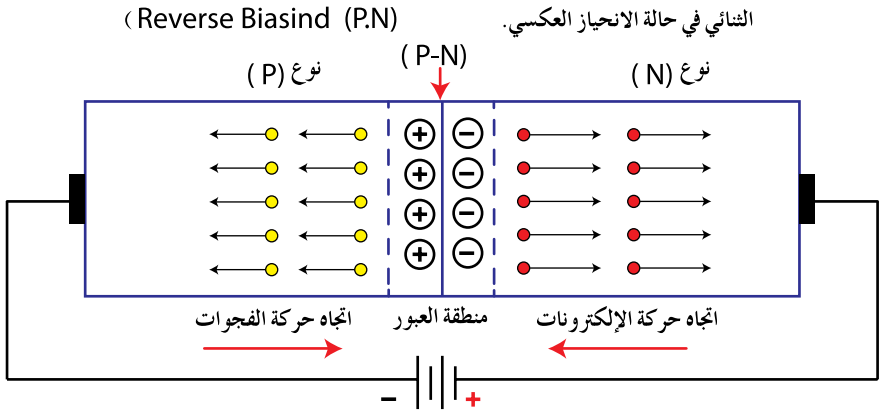
يسمح الثنائي ديود بسريان التيار الكهربائي في اتجاه واحد، ويمنع سريانه في الاتجاه الآخر، بحيث يعمل على توصيل التيار الكهربائي عند تشغيله على الانحياز الأمامي، في حين لا يسمح بسريان التيار الكهربائي عند تشغيله على الانحياز العكسي، ويكون التوصيل في الانحياز الأمامي صحيحًا عندما يوصل المهبط (C) الذي يحوي إلكترونات سالبة الشحنة بطرف البطارية السالب، ويوضع عليه حلقة دائرية فضية اللون للدلالة عليه، وعند توصيل المصعد (A) الذي يحتوي فجوات موجبة الشحنة بطرف البطارية الموجب، بحيث يكون لهذا العنصر مقاومة منخفضة تسمح للتيار الكهربائي بالسريان. وعند توصيله في وضع الانحياز الأمامي (Forward Biasing) تكون له مقاومة عالية تُعوِّق سريان التيار الكهربائي في وضع الانحياز العكسي (Reverse Biasing)، كما في الشكلين (٣-٣) و(٣-٤).




الشكل (٣-٣).

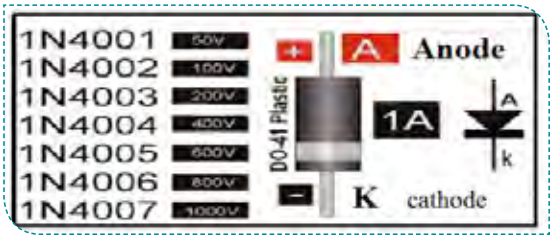


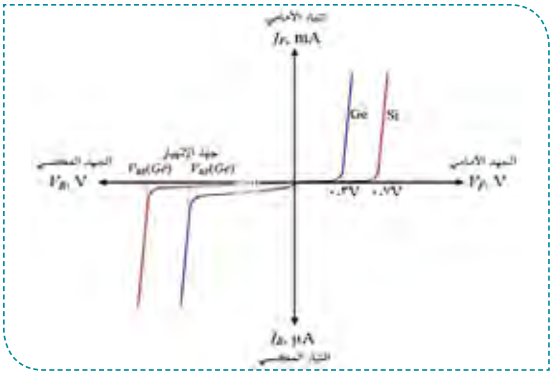

الشكل (٣-٤).

**معلومة**

يُصنَع الثنائي ديود بحجوم مختلفة تتناسب طرديًّا مع قدرته، ويوجد على جسم الثنائي رقم للدلالة على معلوماته، بحيث يُستبدَل به ثنائي آخر يحمل الرقم نفسه عند الرغبة في تغييره. ويُمثِّل الشكل المجاور بعض أنواع الثنائيات وأرقامها التي تُوضِّح الفولتية التي تعمل بها.

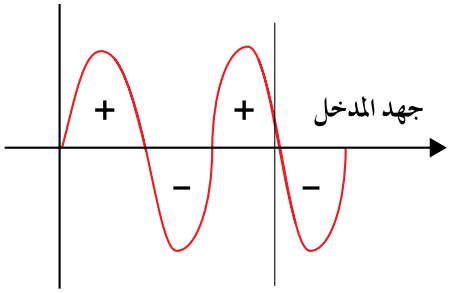


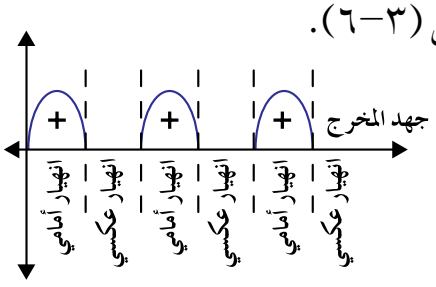

## منحنى خصائص الثنائي ديود



الشكل (٣-٥).

يُراعى عند تصميم منحنى الخصائص للثنائي، كما في الشكل (٣-٥)، وجود علاقة واضحة بين فرق الجهد المُطبَّق على الثنائي والتيار المار خلاله في حالتي الانحياز الأمامي والانحياز العكسي، انظر الشكل (٣-٦).




الشكل (٣-٦).

**تذكَّر**

جهد الفتح للثنائي المصنوع من السليكون: (0.6) V.

جهد الفتح للثنائي المصنوع من الجرمانيوم: (0.2) V.

### استخدامات الثنائي ديود

الشكل (٣-٧).

يُستخدَم الثنائي في أجهزة ودارات عِدَّة، أهمها: أجهزة تقويم التيار المتناوب (تحويل التيار المتناوب إلى تيار مباشر)، وفي الدارات التي تتطلَّب سريان تيار في اتجاه واحد فقط، كما هو الحال في صندوق توصيل أطراف خلايا اللوح الشمسي، انظر الشكل (٣-٧).

**نشاط**

مُستعينًا بشبكة الإنترنت، ما فائدة وجود عدد من الثنائي ديود في صندوق توصيل أطراف خلايا اللوح الشمسي؟

**نشاط**

يسمح الثنائي ديود بسريان التيار في اتجاه واحد فقط. ابحث أنت وزملاؤك في كيفية صلاحية هذا الثنائي باستخدام جهاز الأفوميتر.

## التمارين العملية

### التمرين الأول

استخدام الثنائي ديود في دارة كهربائية.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

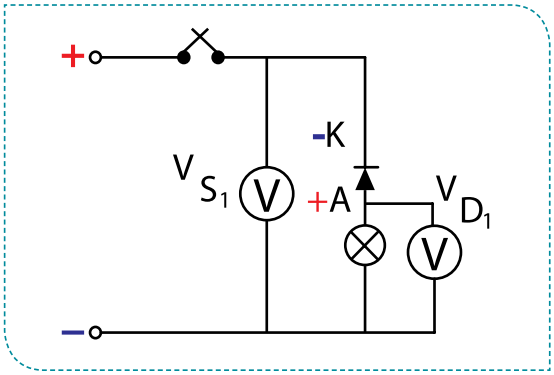
- تستنتج خصائص الثنائي ديود عن طريق توصيله بدارة كهربائية.

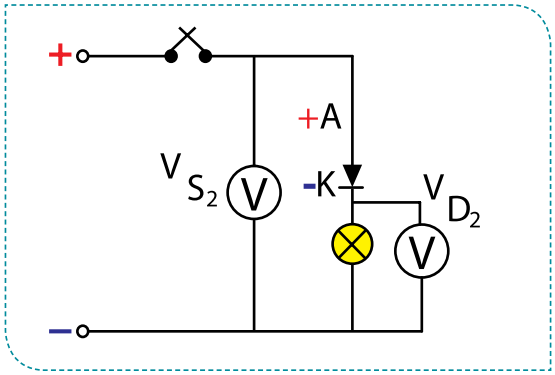
**متطلبات تنفيذ التمرين**

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – مصدر قدرة (DC) متغير القيمة (12) فولت، جهاز أفوميتر رقمي (Digital) متعدد التدريجات، لوحة تجارب . | – ثنائي ديود من نوع (1N4001)، أسلاك توصيل، مصباح كهربائي توهجي (6) فولت. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

١– صِلْ دارة كهربائية بإشراف المعلِّم، واستخدم الثنائي ديود في هذه الدارة، بحيث يوصل الثنائي في الاتجاه الأمامي وفي الاتجاه العكسي، ثم دوِّن النتائج في الجدول التالي، ثم اكتب ملاحظاتك، واستنتج خصائص الثنائي، ثم اكتب تقريرًا مفصلًا عن التجربة.



| قيمة فولتية المصدر | قراءة جهاز الفولتميتر VD1 | قراءة جهاز الفولتميتر VS1 | قراءة جهاز الفولتميتر VD2 | قراءة جهاز الفولتميتر VS2 |
|---|---|---|---|---|
| 0.2v | | | | |
| 0.5v | | | | |
| 0.7v | | | | |
| 2v | | | | |
| 4v | | | | |
| 6v | | | | |

## التمارين العملية

### التمرين الثاني

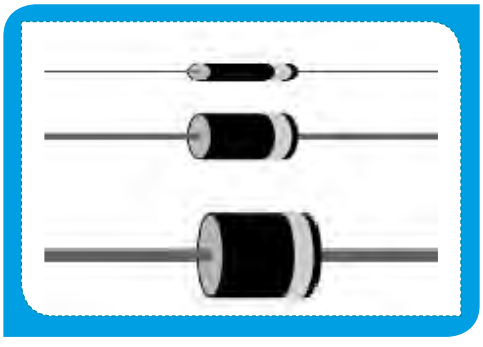
مقارنة بين حجم الثنائي ديود وقدرته.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقارن بين قدرة الثنائيات عن طريق حجومها.

**متطلبات تنفيذ التمرين**

| خطوات الأداء | المواد الأولية |
|---|---|
| ١– أحضر عددًا من الثنائيات مختلفة الحجوم، ثم قارن بين حجومها، وقدرتها المُدوَّنة عليها بعد مراجعة جدول المواصفات الخاص بها.<br>٢– استخرج أكبر تيار أمامي لكل ثنائي من جدول المواصفات.<br>٣– دوِّن ملاحظاتك في دفتر التدريب العملي. | عدد من الثنائيات مختلفة الحجوم. |



# التمارين العملية

## التمرين الثالث

## فحص صلاحية الثنائي ديود.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُحدِّد صلاحية الثنائي ديود باستخدام جهاز الأفو ميتر.

### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أفوميتر رقمي. | – ثنائي من نوع **(1N4001)**. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|

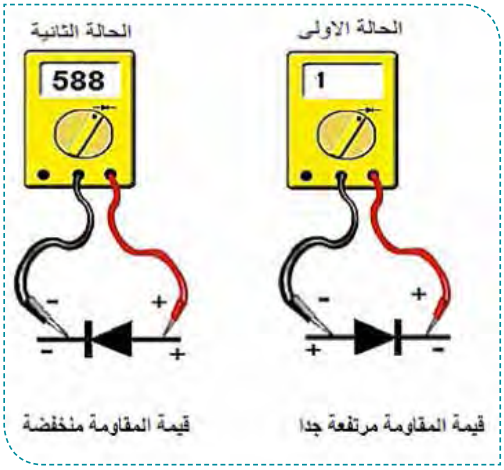
١– اضبط جهاز الأفوميتر على التدريج المناسب لقياس الثنائي.

٢– تحقَّق من صلاحية الجهاز كما درست سابقًا.

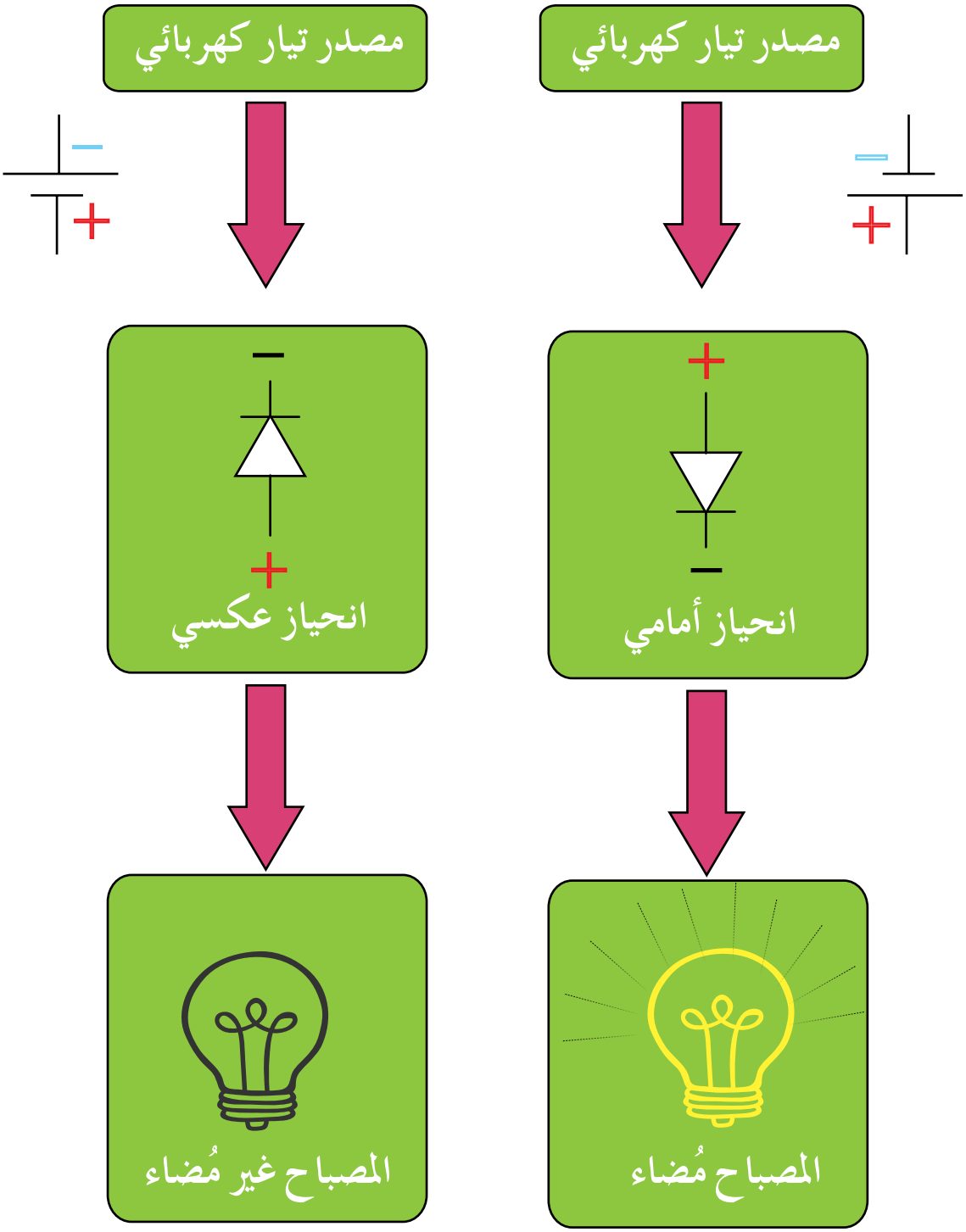
٣– صِلْ طرفي الجهاز بطرفي الثنائي ديود كما هو مُوضَّح في الشكل المجاور، ثم دوِّن ملاحظاتك.

٤ – اعكس طرفي الجهاز مع طرفي الثنائي، ثم اكتب ملاحظاتك.

٥– اكتب في دفتر التدريب العملي تقريرًا توضح فيه مدى صلاحية الثنائي.



## الخرائط المفاهيمية



# ثانيًا: الثنائي زينر

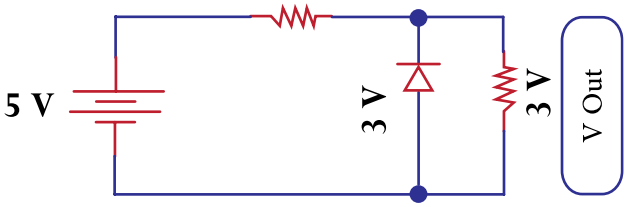
- هل شاهدت يومًا موقفًا للسيارات يقف على أحد أبوابه موظف؟ ما وظيفته؟
- هل يسمح بدخول السيارات إلى الموقف بأكثر من العدد المُحدَّد له؟
- عند إنجاز عمل ما، لا بُدَّ من وجود قواعد تُنظِّم هذا العمل؛ تحقيقًا لأهداف الآخرين.

## استكشف

- هل يمكن الاستفادة من الثنائي ديود في حالة الانحياز العكسي؟

تعلمنا في الدرس السابق أن الثنائي ديود يسمح بسريان التيار في اتجاه واحد، ويمنع سريانه في الاتجاه الآخر. فعند توصيل هذا الثنائي في الاتجاه العكسي، فإنه يسمح بسريان تيار بجهد الحمل حسب فولتيته المخصصة لذلك، وفي حال تعدّى الجهد المسموح به، فإنه سينهار.

**الثنائي زينر**: ثنائي عادي، لكنه يختلف في تصميمه في بعض الخصائص، وله حالتان من العمل؛ إذ يعمل في الاتجاهين: الأمامي، والعكسي، ويُماثِل عمله في الاتجاه الأمامي عمل الثنائي العادي تمامًا.




الشكل (٣-٨).

أمّا في الاتجاه العكسي، فإنه يعمل مراقبًا؛ إذ يسمح بسريان تيار بجهد محدد للحمل حسب فولتيته المخصصة لذلك، ويمنع إخراج أكثر من فولتيته العكسية، وهي نقطة عمل الثنائي زينر، ويُمثِّل مقدار الجهد الذي يُمرِّره إلى الحمل مقدار جهده المخصص، ويمنع إخراج أيِّ فولتية تزيد على ذلك، في ما يُعرَف بتنظيم الجهد، علمًا بأن لكل ثنائي زينر جهد انهيار خاصًّا به لا يجوز أن يتعداه، انظر الشكل (٣-٨).

# التمارين العملية

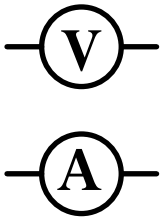
## توصيل الثنائي زينر بدارة كهربائية.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُوصِّل الثنائي زينر توصيلًا صحيحًا حسب المخطط المرفق.
- تتحقق من خصائص الثنائي زينر عمليًّا.

### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – مصدر قدرة ( DC) متغير القيمة ( 12) فولت، جهاز أميتر، جهاز فولتميتر، لوحة تجارب. | – ثنائي زينر من نوع (V12’1N4742)، حمل مقاومته (KΩ ,1W 1.5)، مقاومة (100Ω ,1W). |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١–صِلْ جهاز الفولتميتر على التوازي بالحمل كما هو مُوضَّح في الشكل.<br>٢– صِلْ جهاز الأميتر على التوالي بالحمل كما هو مُوضَّح في الشكل.<br>٣– صِلِ المقاومة (1.5) كيلو أوم على التوازي بالثنائي زينر.<br>٤– صِلِ المقاومة (100) أوم على التوالي بمصدر الجهد المتغير والثنائي زينر كما هو مُوضَّح في الشكل. |  |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ٥- صِلِ المقاومة (1.5) كيلو أوم على التوازي بالثنائي زينر. | |
| ٦- صِلِ المقاومة (100) أوم على التوالي بمصدر الجهد المتغير والثنائي زينر كما هو مُوضَّح في الشكل السابق. | |

٧- صِلْ - بإشراف المعلِّم - دارة كهربائية مكونة من مصدر تيار مباشر (متغير القيمة)، وحمل كهربائي، مستخدمًا الثنائي زينر ذا الفولتية المحددة؛ على أن توصله في الاتجاه العكسي كما في الشكل، ثم دوِّن ملاحظاتك في الجدول الآتي.

| رقم الحالة | الفولتية الداخلة | الفولتية الخارجة |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |

ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

**استنتاج**

- **لا يسمح الثنائي زينر بسريان التيار الكهربائي في الحمل إلا حسب الفولتية المحددة له. أين تذهب بقية الفولتية القادمة من المصدر؟**
- **إذا زاد التيار المار بالثنائي زينر على التيار المقرر له، فماذا يحدث؟**

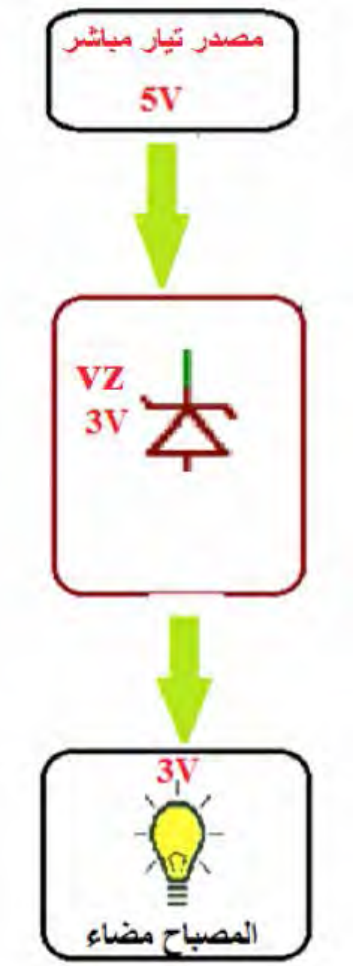
إرشاد

١- عند توصيل الدارة يجب الانتباه إلى توصيل العناصر حسب المخطط المرفق بالدارة.

٢- يجب أن يتناسب جهد المصدر مع جهد عناصر الدارة.

٣- يجب الانتباه إلى حدوث قصر في التوصيلات بين طرفي المصدر ( الموجب والسالب).

## الخرائط المفاهيمية



# ثالثًا: دارات التوحيد (التقويم)

## النتاجات

- يتعـرَّف عناصـر دارة التقويم للموجـات أحادية الأطوار، والموجات ثلاثية الأطوار.
- يُوصِّـل دارة توحيـد نصف موجـة وموجة كاملـة أحادية الأطـوار وثلاثيـة الأطـوار، مُسـتخدِمًا العناصـر اللازمة لترشيح الموجة.
- يقيـس قيمـة الفولتية الخارجـة ونوعها باسـتخدام جهاز راسم الإشارة وجهاز الأفوميتر.

استكشف

الخرائط المفاهيمية

القياس والتقويم

انظر.. وتساءل

**– هل ركبت يومًا سيارة تسير على شوارع متعرجة غير مستوية؟ بماذا شعرت؟**

**–كيف أمكن تخفيف أثر هذه الاهتزازات في السيارات الحديثة؟**

ما سبب وجود الزنبركات وضاغطات الهواء فوق إطارات السيارة؟

عندما تسير السيارة على مطبات متعرجة تحدث اهتزازات وتموجات تُؤثِّر في حركة السيارة ومسيرها؛ لذا يجب إيجاد طريقة تُخِّفف من أثر هذه الاهتزازات.

## استكشف

- أي أنواع الكهرباء يناسب شحن بطارية جهاز الهاتف النقال؟
- ما نوع الكهرباء التي نحصل عليها من المقبس ( الإبريز ) الكهربائي؟
- إذا أحضرت شاحن هاتف نقال، كما في الشكل (٣–٩)، وعملت مقارنة بين نوع التيار الداخل ونوع التيار الخارج وقيمته بناءً على المعلومات المُدوَّنة عليه، فماذا تلاحظ؟

الشكل (٣–٩).

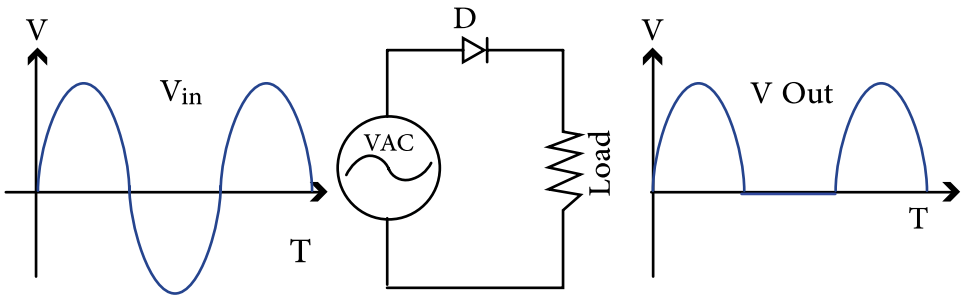
## دارات التوحيد (التقويم) (Rectifiers)

دارات تعمل على تحويل التيار المتناوب (Alternating Current: AC) إلى تيار مباشر(Direct current: DC). وعملية التحويل هذه ضرورية جدًّا لجميع أنواع الأجهزة الإلكترونية؛ فمصدر التيار الكهربائي الموجود في المنازل مثلًا هو تيار متناوب، ولكن معظم دارات الأجهزة الإلكترونية تعمل عن طريق التيار المباشر؛ لذا يجب تقويم التيار المتناوب ليتناسب مع تيار تشغيلها. درست سابقًا أن التيار المتناوب يتغير باستمرار في الاتجاه الموجب والاتجاه السالب، في حين يسري التيار في دارات التيار المباشر في اتجاه واحد. ولمّا كان الثنائي ديود يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد، ويمنع مروره في الاتجاه العكسي، فإنه يمكن استعماله في هذه الحالة مُقوِّما للتيار المتناوب.

### ١- دارات التقويم أحادية الأطوار (Single Phase Rectification Circuits):

أ ـ دارة تقويم نصف موجه أحادية الأطوار باستخدام الثنائي (Singlr - Phase Half -Wave Rectificaton Circuit):

يُصنَع مُقوِّم نصف الموجة باستخدام ثنائي واحد فقط. وعند إرسال تيار متناوب (موجة جيبية) عبر الثنائي أثناء توصيله في حالة الانحياز في الاتجاه الموجب، فإنه يعمل على اقتطاع المُركَّبات السالبة من التيار، ويبقي على المُركَّبات الموجبة فقط، انظر الشكل (٣-١٠).




الشكل (٣-١٠).

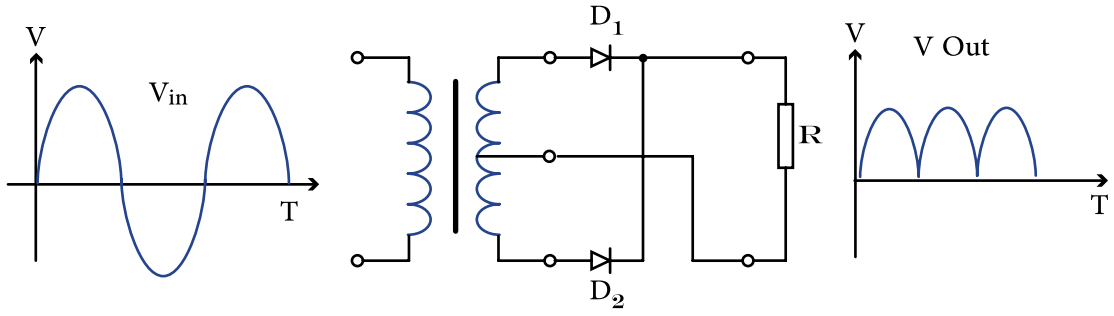
**فكّر**

ما شكل الإشارة الخارجة في حالة الانحياز العكسي للثنائي؟ هل تختلف الإشارة في حالتي الانحياز الأمامي والانحياز العكسي؟

**نشاط**

ابحث أنت وزملاؤك عن عناصر إلكترونية أخرى يمكن استخدامها في تقويم التيار المتناوب.

ب- دارة تقويم موجه كاملة باستخدام ثنائيين ومحول كهربائي ذي ثلاثة أطراف، باستخدام نقطة الوسط (**Center Tapped Transformer**): في هذه الدارة يُستخدَم ثنائيان ومحول كهربائي ذو ثلاثة أطراف كما في الشكل (٣-١١).




**الشكل (٣-١١): دارة تقويم موجه كاملة باستخدام ثنائيين ومحول كهربائي.**

لاحِظ أن الملف الثانوي قد قُسِّم إلى ملفين متساويين في قيمة الجهد، ومتعاكسين في الاتجاه. عند مرور النصف الموجب من الموجة في هذه الدارة، فإن الثنائي الموجود في الأعلى سيكون موصلًا توصيلًا أماميًّا، والثنائي الموجود في الأسفل سيكون موصلًا توصيلًا عكسيًّا، وعند مرور النصف السالب من الموجب في هذه الدارة يحدث العكس؛ لذا تكون الإشارة الناتجة (**Vout**) كما في الشكل السابق.

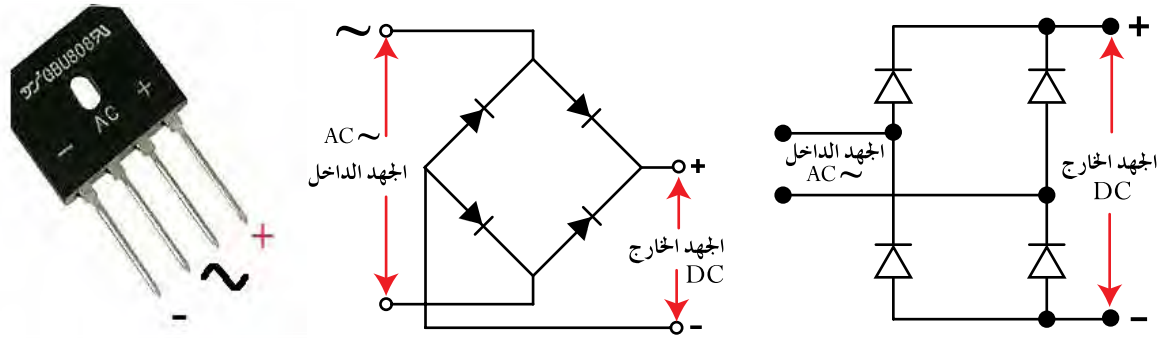
**فكِّر**

ما قيمة فرق الجهد الخارج من هذه الدارة (**Vout**) بعد إجراء عملية التقويم؟

قارن بينه وبين فرق جهد الملف الثانوي للمحول.

ماذا تلاحظ؟

جـ- دارة تقويم موجة كاملة باستخدام دارة القنطرة (**Bridge Circuit**): يُستخدَم في هذه الدارة مُقوِّم موجة كاملة جسري (**Full-Wave Bridge Rectifier**) يحتوي على أربعة ثنائيات، انظر الشكل (٣-١٢).




**الشكل (٣-١٢): دارة تقويم موجة كاملة باستخدام دارة القنطرة.**

تُعَدُّ هذه الدارة من أكثر دارات التقويم شيوعًا؛ لسهولة تركيبها، ورخص ثمنها.

**معلومة**

تمتاز دارة تقويم الموجة الكاملة عن دارة تقويم نصف الموجة بالإفادة من كامل القدرة الكهربائية لموجة الدخل المتناوبة.

**٢- دارات التقويم ثلاثية الطور (Three- Phase Rectification Circuits):**

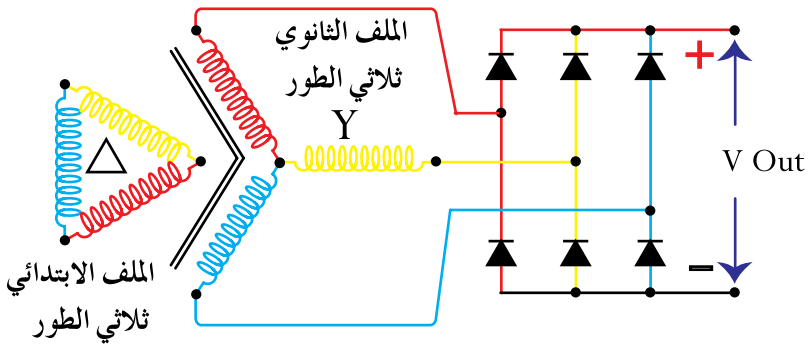
أ - دارة تقويم نصف موجة: يُستخدَم في هذه الدارة ثلاثة ثنائيات تُوصَّل بمصدر ثلاثي الطور، ويوصَل الطرف المحايد بالحمل في دارة الخرج.

**نشاط**

ناقش أنت وزملاءك في كيفية توصيل هذه الثنائيات الثلاثة، والحصول على موجة تيار مباشر.

ما الفائدة من توصيل الخط المحايد بالحمل؟

ب – دارة تقويم موجة كاملة (ثلاثية الطور): يُستخدَم في هذه الدارة ستة ثنائيات، تُوصَّل على نحوٍ يسري فيه التيار الكهربائي في اثنين من الثنائيات فقط كل مرة، بحيث يكونان في وضع الانحياز الأمامي، انظر الشكل (٣–١٣).

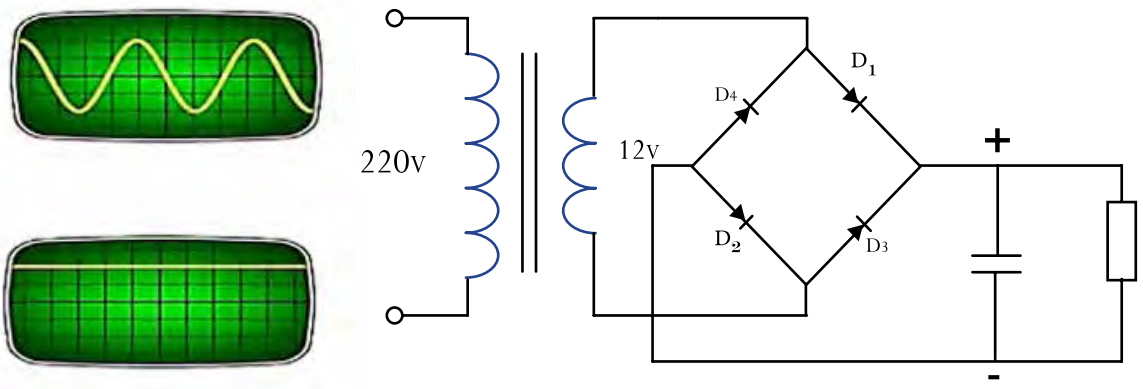



الشكل (٣–١٣): دارة تقويم موجة كاملة (ثلاثية الطور).

**فكّر**

لماذا يُستخدَم الخط المحايد في دارة تقويم الموجة الكاملة ثلاثية الطور؟

تنعيم (ترشيح) الموجة الخارجة




الشكل (٣–١٤): تنعيم ( ترشيح ) الموجة الخارجة.

يُلاحَظ في الدارات الإلكترونية أن الموجات الناتجة بعد عملية التقويم يجب تصفيتها وتنعيمها إلى تيار مباشر ثابت القيمة والاتجاه بصورة كاملة كما هو الحال في موجة التيار المباشر الناتج من البطارية؛ لذا يُستخدَم في هذه الحالة ما يُسمّى بدارات التنعيم، التي تحوي عناصر مهمة مثل المكثفات، انظر الشكل (٣-١٤)، التي تُخزِّن الشحنات في النصف الموجب من الموجة، وتُفرِّغها أثناء غيابها؛ ما يضمن استمرار مرور شحنات في مقاومة الحمل.

## التمارين العملية

### التمرين الأول

**تحديد نوع التيار الداخل ونوع التيار الخارج من شاحن الهاتف النقال.**

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقيس كمية التيار الداخل ونوعه، وكمية التيار الخارج ونوعه، من شاحن الهاتف النقال باستخدام جهاز الأفوميتر بصورة صحيحة.

**متطلبات تنفيذ التمرين**

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أفوميتر مُتعدِّد التدريجات. | – شاحن هاتف نقال. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
| --- | --- |

١- قِس بجهاز الأفوميتر نوع التيار (AC/DC) الداخل إلى هذا الشاحن (Input)، والتيار الخارج منه (Out put)، ماذا تلاحظ؟

٢- أحضر شاحن هاتف نقال، وتعرَّف مُكوِّناته الداخلية، ماذا تلاحظ؟

٣- يُنفِّذ المعلِّم التجربة أمام الطلبة باستخدام جهاز راسم الإشارة، ويُوضِّح طريقة استخدامه، مُظهِرًا شكل الموجة الخارجة.

**جهاز راسم الإشارة.**

# التمارين العملية

## التمرين الثاني

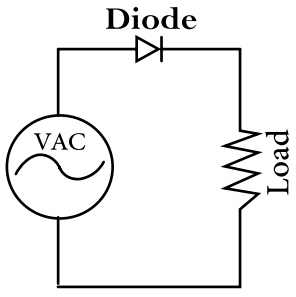
توصيل دارة تقويم نصف موجة.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تبني دارة تقويم نصف موجة حسب المخطط المرفق، وتتحقَّق من صحة التوصيل باستخدام جهاز الأفوميتر.
- ترسم – بإشراف المعلِّم – في دفتر التمارين العملية شكل إشارة تقويم نصف موجة أحادية الطور التي ظهرت على جهاز راسم الإشارة.

### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز راسم إشارة تناظري ذو قناتين، مصدر قدرة متناوب (0-30V)، جهاز أفوميتر. | – مفتاح تحكم في الدارة.<br>– أسلاك توصيل.<br>– ثنائي ديود من نوع (**1N4001**).<br>– مقاومة كربونية. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– صِلْ – بإشراف المعلِّم – دارة تقويم نصف موجة أحادية الطور كما في الشكل المجاور.<br>٢– ارسم – بإشراف المعلِّم – شكل الإشارة الخارجة التي تظهر على جهاز راسم الإشارة. |  |

# التمارين العملية

## التمرين الثالث

توصيل دارة تقويم موجة كاملة باستخدام محول ذي نقطة الوسط.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تبني دارة تقويم موجة كاملة باستخدام محول ذي نقطة وسط حسب المخطط المرفق، وتتحقَّق من صحة التوصيل باستخدام جهاز أفوميتر.
- ترسم – بإشراف المعلِّم – في دفتر التمارين العملية شكل إشارة تقويم موجة كاملة باستخدام محول ذي نقطة وسط ظهرت على جهاز راسم الإشارة.

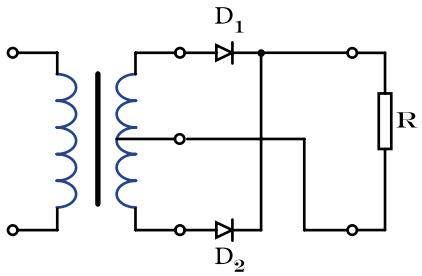
### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز راسم إشارة تناظري ذو قناتين، مصدر قدرة متناوب (30-0) فولت، جهاز أفوميتر مُتعدِّد التدريجات. | – مفتاح تحكم في الدارة، أسلاك توصيل، ثنائيان من نوع (1N4001)، مقاومة كربونية، محول ذو نقطة وسط. |

**ملحوظة: يُنفِّذ المعلِّم التجربة أمام الطلبة باستخدام جهاز راسم الإشارة.**

### نشاط

صِلْ دارة تقويم موجة كاملة أحادية الأطوار باستخدام (المُقوِّم الجسري)، وشاهد شكل الإشارة الخارجة باستخدام جهاز راسم الإشارة.




**فكِّر**

ما قيمة فرق الجهد الخارج من الدارة نسبة إلى الجهد الداخل؟ علِّل ذلك.

# التمارين العملية

## التمرين الرابع

توصيل دارة تقويم موجة كاملة باستخدام المُقوِّم الجسري .

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

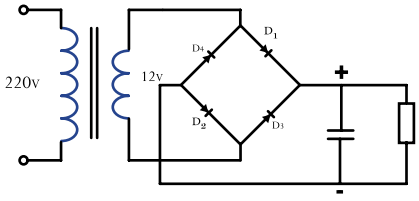
- تبني دارة تقويم موجة كاملة باستخدام المُقوِّم الجسري حسب المخطط المرفق، وتتحقَّق من صحة التوصيل باستخدام جهاز الأفوميتر.
- ترسم – بإشراف المعلِّم – في دفتر التمارين العملية شكل إشارة تقويم موجة كاملة باستخدام المُقوِّم الجسري تظهر على جهاز راسم الإشارة.

### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز راسم إشارة تناظري ذو قناتين، مصدر قدرة متناوب (0-30) فولت، جهاز أفوميتر مُتعدِّد التدريجات. | – أسلاك توصيل، مُقوِّم جسري، مقاومة كربونية، محول كهربائي (220/12) فولت. |

### نشاط

صِلْ دارة تقويم موجة كاملة أحادية الأطوار باستخدام (المُقوِّم الجسري)، وشاهد شكل الإشارة الخارجة باستخدام جهاز راسم الإشارة.




### فكِّر

ما قيمة فرق الجهد الخارج من الدارة نسبة إلى الجهد الداخل؟ علِّل ذلك.

## التمارين العملية

## التمرين الخامس

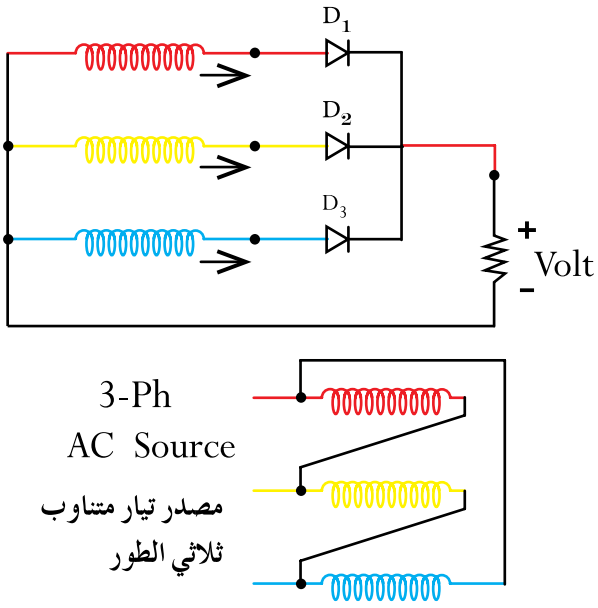
توصيل دارة تقويم نصف موجة للتيار المتناوب ثلاثي الطور.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُوصِّل دارة تقويم نصف موجة للتيار المتناوب باستخدام الموحدات حسب مخطط التمرين، وتتحقَّق من صحة الفولتيات الخارجة باستخدام جهاز الأفوميتر.

### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| - (3) أجهزة أفوميتر مُتعدِّدة التدريجات، مصدر جهد متناوب ثلاثي الطور (400 V)، محول ثلاثي الطور (30/400 V) متغير القيمة. | - ثلاثة ثنائيات من نوع (1N4001)، أسلاك توصيل، مقاومة كربونية (470Ω ,1W). |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١- صِلْ دارة تقويم نصف موجة ثلاثية الطور باستخدام ثلاثة ثنائيات.<br>٢- تحقَّق من صحة الفولتيات الخارجة باستخدام جهاز الأفوميتر. |  |

**فكِّر**

ما قيمة فرق الجهد الخارج من الدارة نسبة إلى الجهد الداخل إليها؟ علِّل ذلك.

# التمارين العملية

## التمرين السادس

توصيل دارة تقويم موجة كاملة للتيار المتناوب ثلاثي الطور.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُوصِّل دارة تقويم موجة كاملة للتيار المتناوب باستخدام الموحدات حسب مخطط التمرين، وتتحقَّق من صحة الفولتيات الخارجة باستخدام جهاز الأفوميتر.

### متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| - (3) أجهزة أفوميتر مُتعدِّدة التدريجات، مصدر جهد متناوب ثلاثي الطور (400) V، محول ثلاثي الطور (400) V متغير القيمة. | - ستة ثنائيات من نوع (1N4001)، أسلاك توصيل، مقاومة كربونية (470Ω ,1W). |

### خطوات الأداء

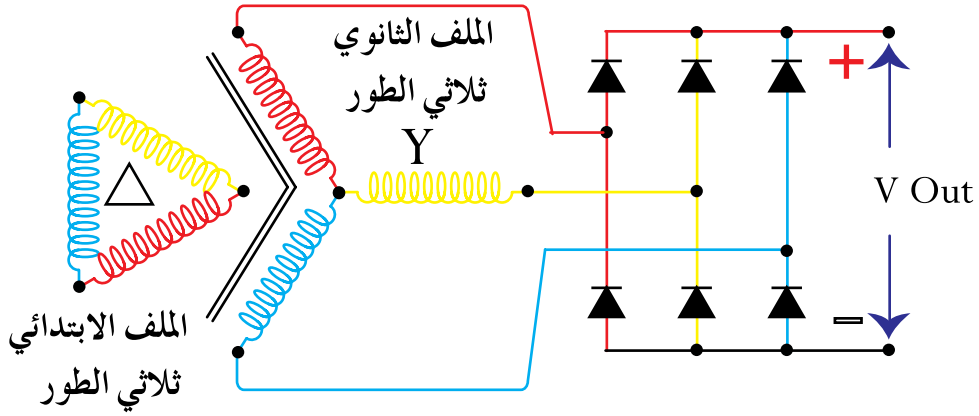
١- صِلْ دارة تقويم موجة كاملة ثلاثية الطور باستخدام ستة ثنائيات.

٢- تحقَّق من صحة الفولتيات الخارجة باستخدام جهاز الأفوميتر.

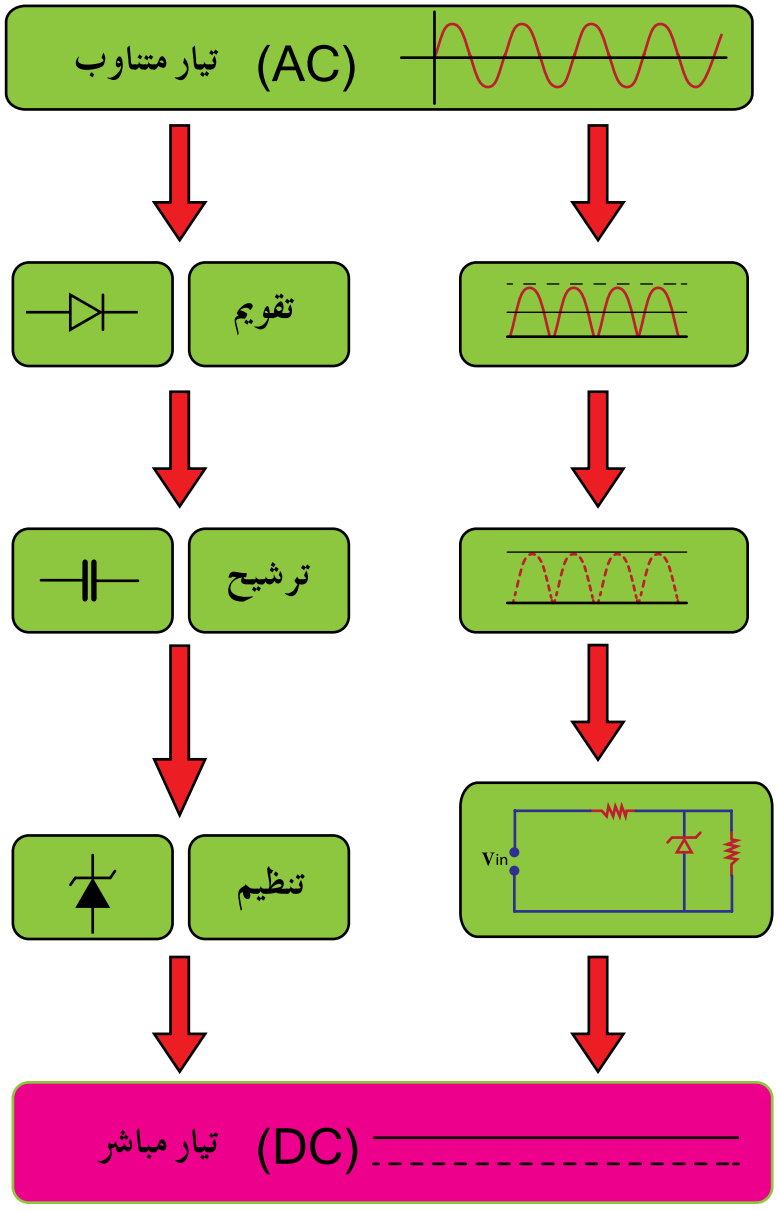
**فكِّر**

ما قيمة فرق الجهد الخارج من الدارة نسبة إلى الجهد الداخل إليها؟ علِّل ذلك.

### الرسوم التوضيحية



## الخرائط المفاهيمية

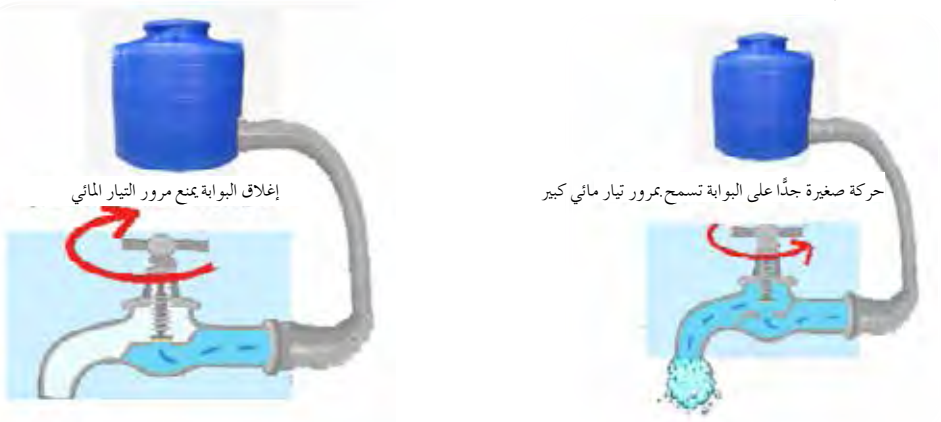


# رابعًا: الترانزستور ثنائي القطبية BJT

## النتاجات

- يتعرَّف تركيب الترانزستور ذي الوصلة ثنائي القطبية.
- يُمِّيز أطراف الترانزستور ذي الوصلة ثنائي القطبية.
- يفحص أطراف الترانزستور ذي الوصلة ثنائي القطبية.
- يُعدِّد خصائص الترانزستور ذي الوصلة ثنائي القطبية.
- يُوصِّل الترانزستور ذي الوصلة ثنائي القطبية بدارة كهربائية.

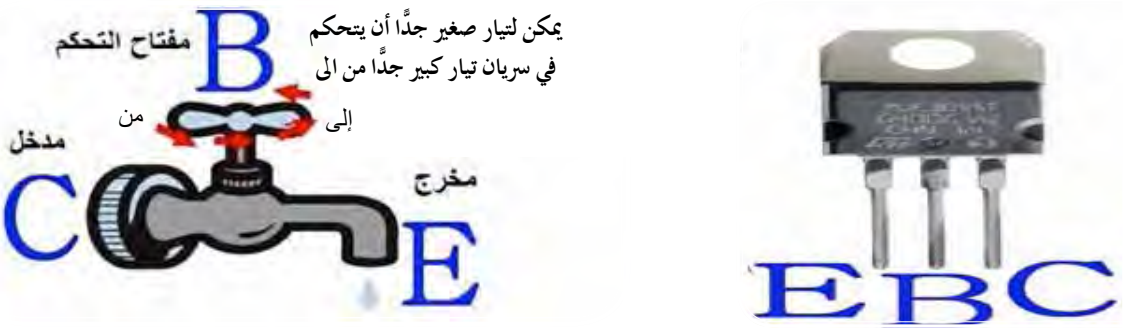
**ماذا تلاحظ في الشكل الآتي؟**




يُستخدَم عنصر خاص في أنظمة المياه ليتحكم في كمية المياه الخارجة، ويتم التحكم فيه عن طريق ذراع خاصة بذلك تُحرَّك بصورة ميكانكية، وحسب الطلب؛ إذ يمكن زيادة تدفق المياه عن طريق تحريك الذراع بنسبة معينة، وحسب الطلب كما هو مُوضَّح في تعليمات الشركة الصانعة.

## استكشف

- قارن بين الرسمين في الشكل (٣–١٥)، ماذا تستنتج؟




**الشكل (٣–١٥).**

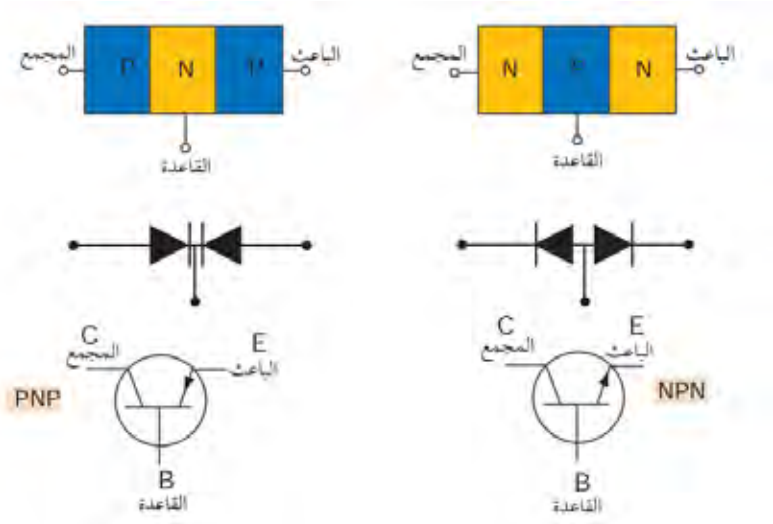
- كيف يمكن التحكم في تشغيل الترانزستور؟

تأمَّل الشكل (٣–١٦)، ماذا تستنتج؟

الشكل (٣–١٦).

### الترانزستور ذو الوصلة ثنائي القطبية (Bipolar Junction Transistor)

هو عنصر إلكتروني ثلاثي الأطراف، يتكوَّن من ثلاث طبقات شبه موصلة، وتختلف الطبقة الوسطى عن طبقتي الطرفين الآخرين من حيث النوع؛ فقد تكون من نوع **(P)**، وتكون طبقتا الطرفين الآخرين من نوع **(N)**، فينتج ترانزستور من نوع **(NPN)**، وإذا حدث العكس نتج ترانزستور من نوع **(PNP)**. ويتشابه هذا التركيب في حال كان الثنائيان متصلين معًا. ويُوضِّح الشكل (٣–١٧) الرمز الكهربائي في المخططات وأسماء الأطراف.




الشكل (٣-١٧).

**فكّر**

**ما الفرق بين الترانزستور من نوع (NPN) والترانزستور من نوع (PNP)؟**

**نشاط**

بناءً على الشكل السابق، اذكر أسماء الأطراف الثلاثة للترانزستور.

### ١- مبدأ عمل الترانزستور

يُعَدُّ الترانزستور أحد أهم العناصر الإلكترونية، وتتمثَّل أهميته في أنه يعمل مفتاحًا (صمام) يفتح الدارة الكهربائية ويغلقها، أو مكبرًا (مضخم) للإشارة. ولمّا كان جهد (القاعدة - المشع) هو (0.6) فولت في ترانزستورات السليكون، فإن تيار المجمع يتزايد بتزايد تيار القاعدة، علمًا بأن تيار القاعدة أصغر بكثير من تيار المجمع، ولكنه يتحكم فيه؛ أي إن النقص القليل في تيار القاعدة يناظره نقص كبير في تيار المجمع، وإن الزيادة القليلة في تيار القاعدة يناظرها زيادة كبيرة في تيار المجمع، وذلك حسب نوعية التصنيع الخاصة بالترانزستور.

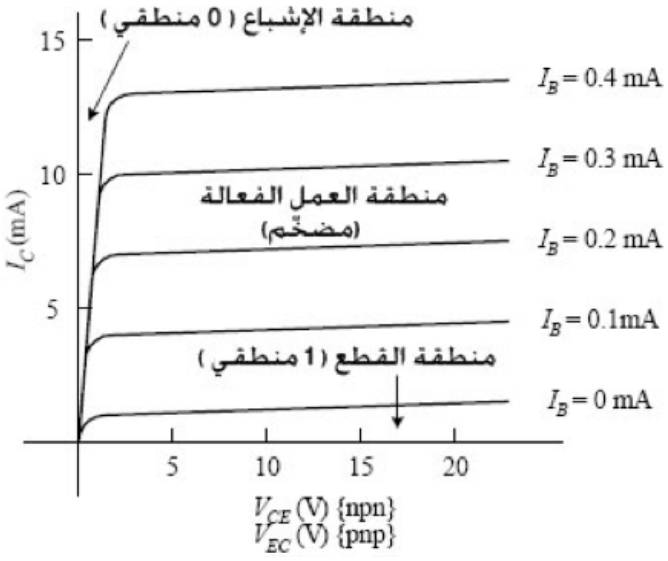
**٢- خصائص الترانزستور**

يوصِل الترانزستور تيارًا في الاتجاه الأمامي، ولا يوصِل تيارًا في الاتجاه العكسي.

تُقسَّم منطقة التوصيل إلى ثلاث مناطق، هي:

المنطقة الأولى: منطقة القطع التي لا يمر بها تيار. ويكون الترانزستور في حالة قطع إذا كان جهد (القاعدة — المشع) أقل من (٠,٦) فولت، وذلك في حالة ترانزستورات السليكون، وهي الأكثر استخدامًا.

المنطقة الثانية: منطقة التكبير، أو المنطقة الفعالة. المنطقة الثالثة: هي منطقة التشبع التي يمر بها أكبر تيار، انظر الشكل (٣-١٨).

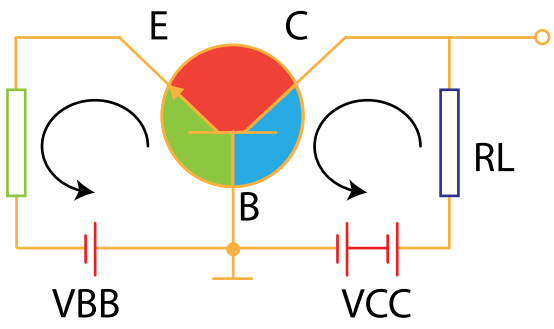



الشكل (٣-١٨).

**٣-الدارات الأساسية لتوصيل الترانزستور**

توجد ثلاث دارات أساسية لتوصيل الترانزستور، هي:

أ- دارة القاعدة المشتركة: يبين الشكل (٣-١٩) دارة القاعدة المشتركة للترانزستور، وفيها يكون دخول التيار بين الباعث والقاعدة، ويكون خروجه بين المجمع والقاعدة؛ ما يعني أن القاعدة مشتركة بين المدخل والمخرج.

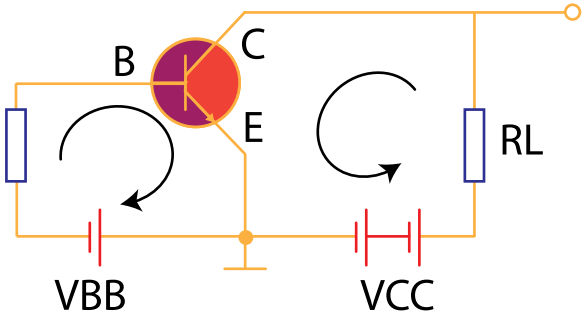



الشكل (٣-١٩): دارة القاعدة المشتركة.

**فكّر**

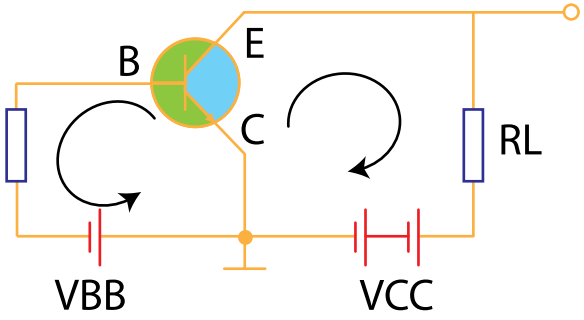
ما نوع الترانزستور المستخدم في الدارة؟ هل هو نوع (NPN) أم من نوع (PNP)؟

ب- دارة الباعث المشترك: تُعَدُّ هذه الدارة من أكثر الدارات المستخدمة للترانزستور، ويكون دخول التيار فيها بين الباعث والقاعدة، ويكون خروجه منها بين الباعث والمجمع؛ ما يعني أن الباعث مشترك بين المدخل والمخرج، كما في الشكل (٣-٢٠).




الشكل (٣-٢٠): دارة الباعث المشترك.

جـ- دارة المجمع المشترك: يبين الشكل (٣-٢١) دارة المجمع المشترك للترانزستور، ويكون دخول التيار فيها بين المجمع والقاعدة، ويكون خروجه منها بين المجمع والباعث؛ ما يعني أن المجمع مشترك بين المدخل والمخرج.



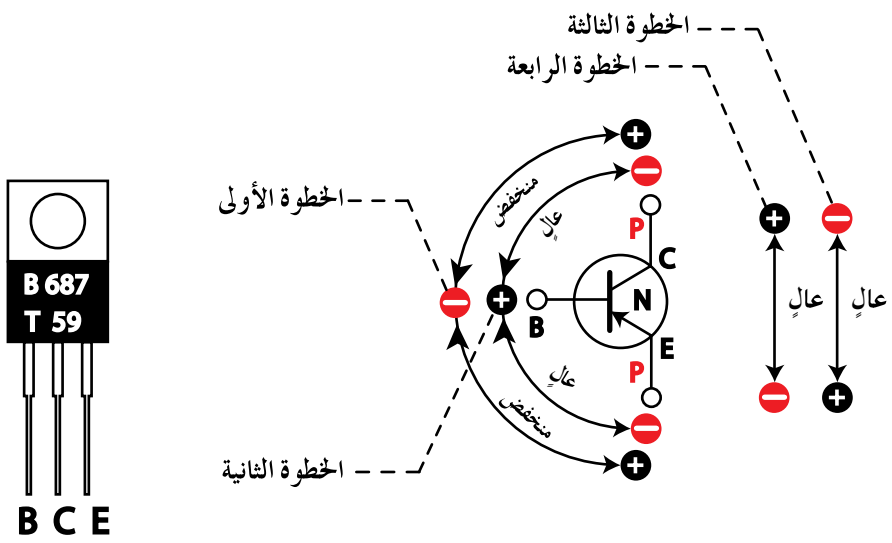

الشكل (٣-٢١): دارة المجمع المشترك.

**معلومة**

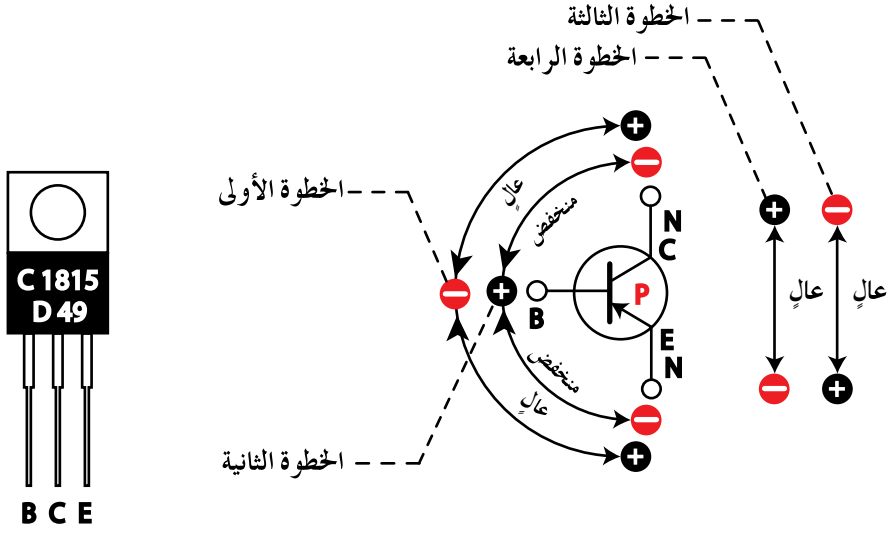
يُعَدُّ فحص الترانزستور إجراء روتينيًّا للتحقق من صلاحيته.

قد تختلف طريقة الفحص تبعًا لنوع الجهاز المستخدم؛ أي جهاز الأفوميتر الرقمي، أو جهاز الأفوميتر التناظري، انظر الشكل (٣-٢٢).

ملخص فحص الترانزستور الموجب (PNP)




ملخص فحص الترانزستور السالب (NPN)




(PNP) : يحتاج إلى شحنة سالبة.

(PNP) : يحتاج إلى شحنة موجبة (وهو الأكثر استعمالًا).

الشكل (٣-٢٢).

## التمارين العملية

### تحديد قطبية الترانزستور باستخدام جهاز الأفوميتر.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تفحص الترانزستور باستخدام جهاز الأوميتر.
- تُحدِّد أطراف الترانزستور باستخدام جهاز الأوميتر.
- تتحقق من صلاحية الترانزستور باستخدام جهاز الأوميتر.

**متطلبات تنفيذ التمرين**

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أفوميتر المؤشر (التناظري). | – ترانزستور من نوع (BC108’BCY70). |

**خطوات الأداء**

١– شغِّل جهاز الأفوميتر، وتحقَّق من صلاحيته.

٢– اضغط مفتاح الاختيار على تدريج الأوم.

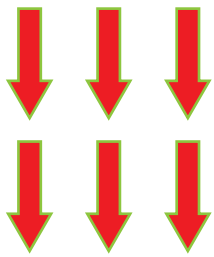
٣– صِلْ طرفين من أطراف الترانزستور بالجهاز (المجمع – القاعدة)، ثم (الباعث – القاعدة).

٤– دوِّن قراءة الجهاز في جدول خاص.

٥– أَعِد التجربة بتبديل أطراف الأفوميتر، ثم دوِّن قراءة الجهاز مرَّةً أخرى. ماذا تلاحظ؟

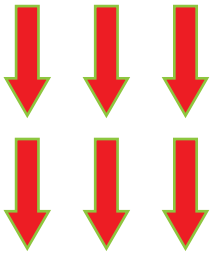
## استنتاج

- تكون المقاومة منخفضة بين القاعدة وكلٍّ من المجمع والباعث في حال التوصيل الأمامي.
- عند عكس الأقطاب تكون المقاومة مرتفعة.
- تكون المقاومة مرتفعة بين الباعث والمجمع في كلتا الحالتين.
- الترانزستور من نوع (**PNP**):
- عند تثبيت الطرف الأحمر (الموجب) من جهاز القياس (الأوميتر) بالقاعدة، وتثبيت الطرف الأسود (السالب) من جهاز القياس مرَّةً بالباعث ومرَّة أخرى بالمجمع، تكون مقاومة الجهاز منخفضة؛ ما يعني أن الترانزستور موجب (**PNP**).
- الترانزستور من نوع (**NPN**):
- عند تثبيت الطرف الأسود من جهاز القياس (الأوميتر) بالقاعدة، وتثبيت الطرف الأحمر من جهاز القياس مرَّةً بالباعث ومرَّة أخرى بالمجمع، تكون مقاومة الجهاز منخفضة؛ ما يعني أن الترانزستور سالب (**NPN**).
- يحدث العكس تمامًا في حال استخدام جهاز أفوميتر رقمي (**Digital**).

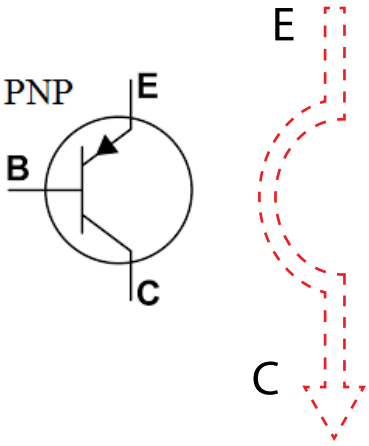


جهد القاعدة أقل من جهد الباعث بفولتية مقدارها (0.6)

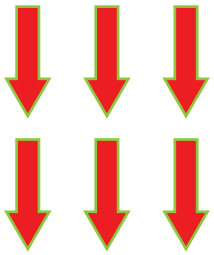
السماح بمرور تيار محدود



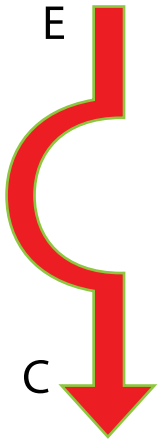
الفرق بين جهد القاعدة والباعث صفر



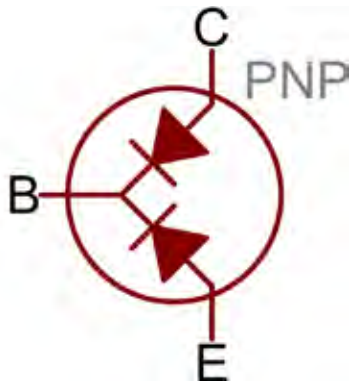

لا يسمح بمرور تيار



جهد القاعدة أكبر من جهد الباعث
بفولتية مقدارها (0.6)




السماح بمرور تيار كبير



# خامسًا: الثايرستور (Thyristor)

## النتاجات

- يتعرَّف تركيب الثايرستور.
- يتعرَّف خصائص الثايرستور.
- يفحص الثايرستور، ويُميِّز أطرافه.
- يُوصِّل الثايرستور بدارة كهربائية.
- يُعدِّد استخدامات الثايرستور.

**– هل استخدمت يومًا مصعدًا كهربائيًّا؟**

**– هل يجب أن تظل ضاغطًا على زر التشغيل حتى تصل إلى الطابق الذي تريد؟**

عند دخول المصعد يُحدَّد اتجاه الصعود أو النزول ومكانه عن طريق الضغط مرَّةً واحدة بصورة لحظية فقط، فيتحرك المصعد إلى حين وصول إشارة داخلية تُلزِمه بالتوقف في المكان المُحدَّد.

إذا قُطِع التيار الكهربائي عن المصعد في أثناء حركته، فماذا يحدث؟

## استكشف

- كيف يمكن التحكم في سرعة المحركات الكهربائية إلكترونيًّا؟

تُستخدَم عناصر إلكترونية للتحكم في سرعة المحركات الكهربائية، بحيث يتم التحكم في هذه العناصر عن طريق أوامر مُحدَّدة تُرسِلها دارة إلكترونية خاصة، ومن هذه العناصر الثايرستور.

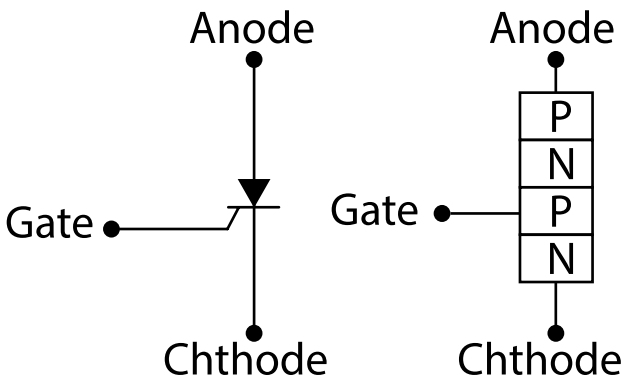
اقرأ.. وتعلم

**الثايرستور (Thyristor)**

عنصر إلكتروني يُستخدَم مفتاحًا كهربائيًّا مُتحكَّمًا فيه، يشبه الثنائي دايود في عمله، إلا أنه يمتاز عنه بوجود طرف إضافي للتحكم فيه (**Silicon Controlled Rectifier: SCR**).

## تركيب الثايرستور

يُوضِّح الشكل (٣–٢٢) تركيب الثايرستور. كم طبقة يتكوَّن منها هذا العنصر؟ ما ترتيب هذه الطبقات؟ يُوضِّح الشكل أيضًا الرمز الكهربائي المستخدم في المخططات الهندسية. ما أسماء أطراف الثايرستور؟




الشكل (٣–٢٢): تركيب الثايرستور.

## خصائص الثايرستور

يُستخدَم الثايرستور في تطبيقات عِدَّة، منها:

١– دارات توحيد التيار المتناوب.

٢– دارات عاكس الجهد المباشر إلى جهد متناوب.

٣– دارات التحكم في الإضاءة (**Light Dimming Circuits**).

٤– دارات وصل القدرة وفصلها (**Power Switches Circuits**).

٥– دارات التحكم في السرعة (**Speed Control Circuits**).

**استنتاج**

يصبح الثايرستور في حالة توصيل عند تسليط جهد قدح مناسب حسب نوع الثايرستور بشرط أن يكون جهد الأنود أعلى من جهد الكاثود. بعد عملية القدح يبقى الثايرستور في حالة التوصيل حتى يقل جهد الأنود عن مستوى جهد معين كاف لإبقائه في حالة التوصيل، علمًا بأن لكل ثايرستور خصائص تشغيلية صادرة عن الشركة المُصنِّعة.

## التمارين العملية

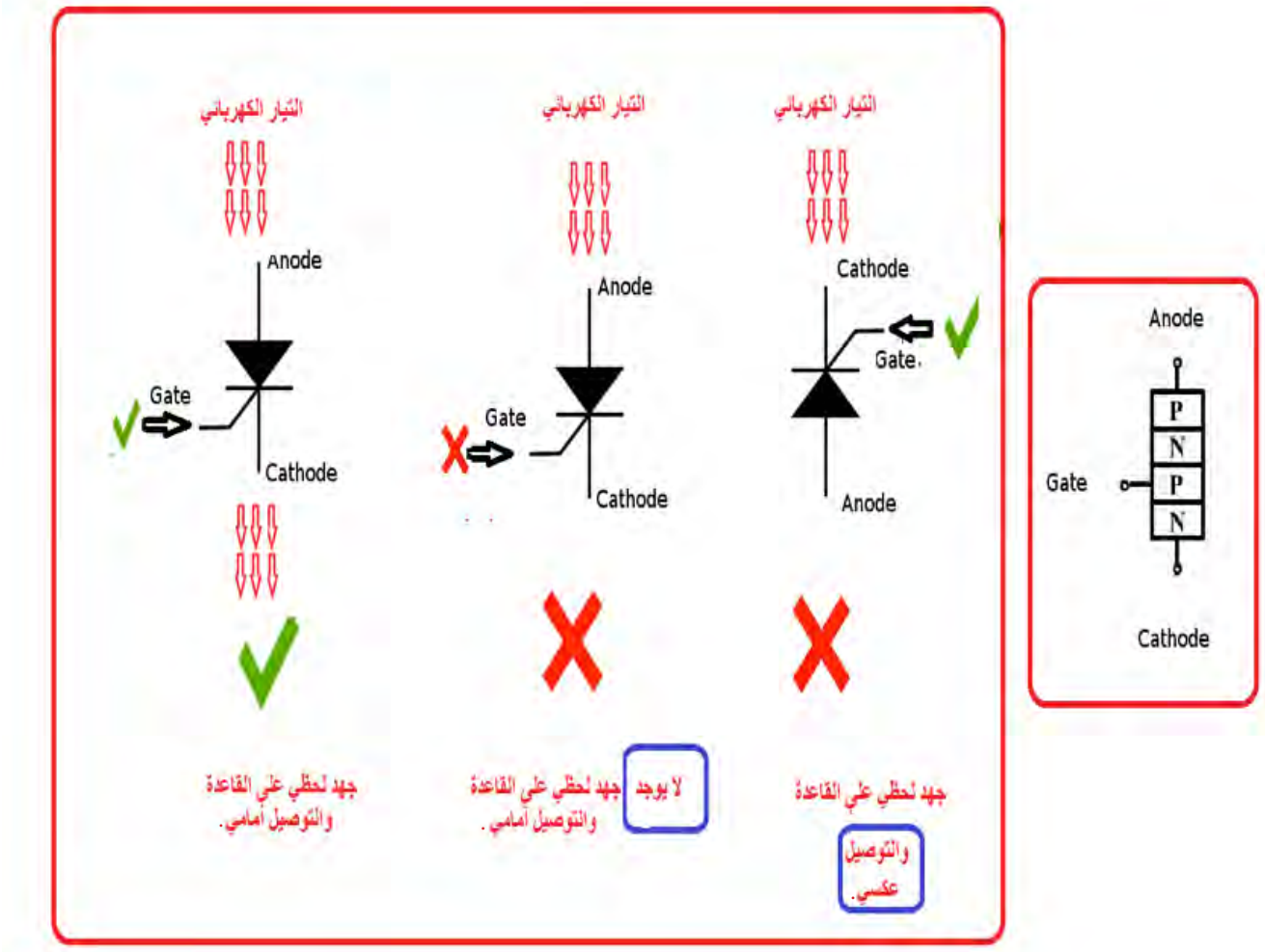
استخدام الثايرستور بوصفه مفتاحًا يُتحكَّم فيه.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُوصِّل دارة تحكم في حمل باستخدام الثايرستور.
- تُشغِّل الدارة.
- تتحقَّق من صلاحية الثايرستور.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – مصدر قدرة (0-15V)، ضواغط تشغيل وإيقاف. | – ثايرستور من نوع (BT 106)، حمل مقاومته (470 Ω.1W)، مقاومة (2.2KΩ.1W)، ثنائي مشع للضوء (LED)، أسلاك توصيل. |


التيار الكهربائي
Anode
Gate
Cathode
جهد لحظي علي القاعدة والتوصيل أمامي.
التيار الكهربائي
Anode
Gate
Cathode
لا يوجد جهد لحظي علي القاعدة والتوصيل أمامي.
التيار الكهربائي
Cathode
Gate
Anode
جهد لحظي علي القاعدة والتوصيل عكسي.
Anode
P
N
P
N
Gate
Cathode

# سادسًا: العاكس (Inverter)

## النتاجات

- يتعرَّف تركيب العاكس.
- يُوصِّل العاكس بدارة كهربائية.
- يُعدِّد استخدامات العاكس.

– إذا تحوَّل مسير إحدى السيارات من طريق مستوٍ إلى طريق مُتعرِّج، فماذا يحدث؟

–هل سيشعر السائق باهتزازات مفاجئة في أثناء القيادة؟

## استكشف

- ما نوع التيار الذي تُزوِّدنا به البطارية؟
- ما التيار اللازم لتشغيل المحرك الكهربائي لسيارة هجينة (هايبرد)؟
- كيف يمكن التوفيق بين تيار البطارية والتيار اللازم لتشغيل المحرك الكهربائي في سيارة هجينة (هايبرد)؟

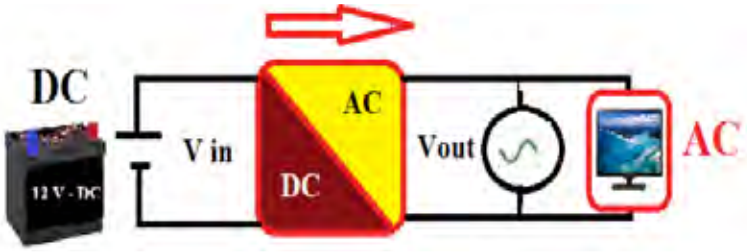
الشكل (٣–٢٣).

اقرأ.. وتعلم

## العاكس الكهربائي (Inverter)

جهاز إلكتروني يعتمد أساسًا على عناصر نصف ناقلة **(Semi–Conductor)**، لتحويل مصدر التيار المباشر **(DC Source)** إلى مصدر تيار متناوب **(AC Source)** أحادي الطور أو ثلاثي الطور، انظر الشكل (٣–٢٤)، والشكل (٣–٢٥).

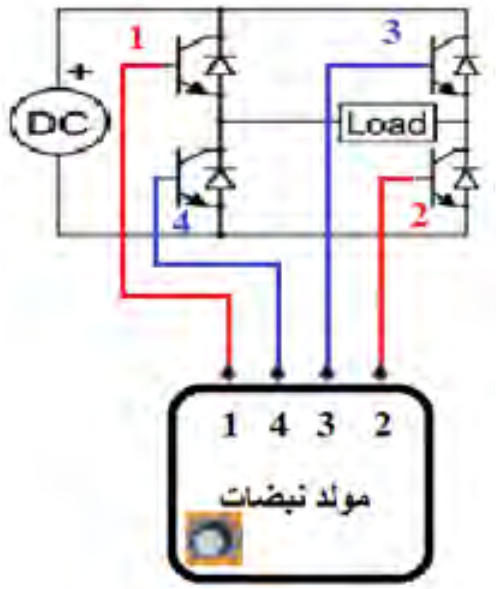
الشكل (٣–٢٤): مصدر تيار متناوب.




الشكل (٣–٢٥).

## تركيب العاكس الكهربائي

تتكوَّن بِنية العاكس الرئيسة من أربعة مفاتيح إلكترونية، يمكن التحكم في عملها عن طريق سلسلة من النبضات تؤدي إلى توليد موجة تيار متناوب حسب حاجة الحمل، انظر الشكل (٣–٢٦) الذي يُبيِّن تركيب عاكس أحادي الطور.




الشكل (٣–٢٦).

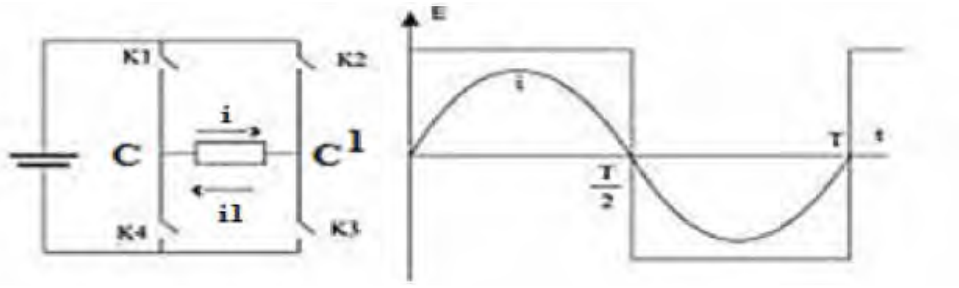
**فكّر**

**ما نوع المفاتيح الموجودة في الشكل ؟**

**نشاط**

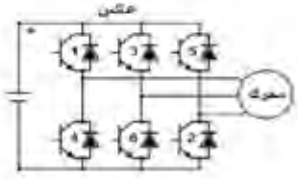
**ابحث في شبكة الإنترنت عن سبب وجود الثنائيات (Diodes) الموصولة على التوازي مع المفاتيح الإلكترونية.**

**مبدأ عمل العاكس الكهربائي:** يُوضِّح الشكل (٣-٢٧) مثالًا على عاكس يُزوِّد حملًا بتيار متناوب من تيار مباشر. فإذا تم توصيل المفتاحين (1) و(3) عن طريق تزويدهما بالنبضات اللازمة، فإن التيار يمر باتجاه ما، وينعكس هذا التيار في حال زُوِّد المفتاحان (2) و(4) بنبضات بدلًا من المفتاحين (1) و(3). ويؤدي تكرار هذا التزامن إلى الحصول على تيار متناوب يتناسب بالحمل.




الشكل (٣-٢٧).

**نشاط**



**وصِّل دارة عاكس أحادي الطور ذي قنطرة بدارة كهربائية، ثم راقب شكل الموجة الداخلة، وشكل الموجة الخارجة.**

## دارة عاكس ثلاثي الطور (Three Phase Inverter)

**فكّر**

**عاكس ثلاثي الطور موصول بمصدر تيار مباشر. كم عدد المفاتيح الإلكترونية التي تُستخدَم في توليد تيارات ثلاثية الطور؟**

**فكّر**

نفِّذ – بإشراف المعلِّم – التتابع الصحيح لتشغيل المفاتيح، مُبيِّنًا علاقته بالرسم المجاور.

## استخدامات العاكس الكهربائي

تُستخدَم العواكس في كثير من التطبيقات الصناعية، وهذه أهمها:

١– التحكم في سرعة المحركات الحثية (Speed Control of Induction Motor).

٢– مصادر تغذية القدرة غير المنقطعة (Uninterrupted Power Supply: USP).

٣– أنظمة الطاقة الشمسية (Solar Sestem).

## التمارين العملية

توصيل دارة عاكس أحادي الطور بدارة كهربائية.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُوصِّل دارة عاكس أحادي الطور بدارة كهربائية.
- تتحقَّق من خصائص العاكس عمليًّا.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – مولد نبضات، مصدر تيار مباشر، بطارية تيار مباشر (12) فولت (35 ) أمبير، جهاز عاكس قدرته (2000) وات، جهاز أفوميتر من النوع الرقمي، مصباح كهربائي (230) فولت، مفتاح كهربائي. | – أسلاك توصيل، حمل كهربائي. |

## خطوات الأداء

يُوضِّح الشكل المجاور تركيب العاكس الكهربائي الذي يحوي أربعة مفاتيح إلكترونية.

١ – صِلِ الدارة كما هو مُوضَّح في الشكل.

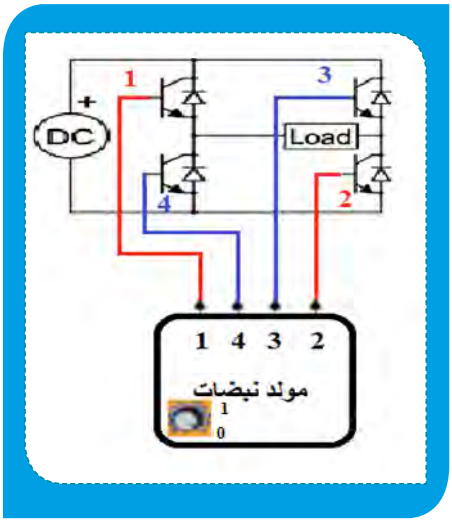
٢ – قِس الفولت على طرفي البطارية، وتحقَّق من ضبط مفتاح الاختيار على التدريج المناسب، ثم دوِّن النتيجة في الجدول التالي.

٣ – أغلق المفتاح الكهربائي، وتحقَّق من إضاءة المصباح.

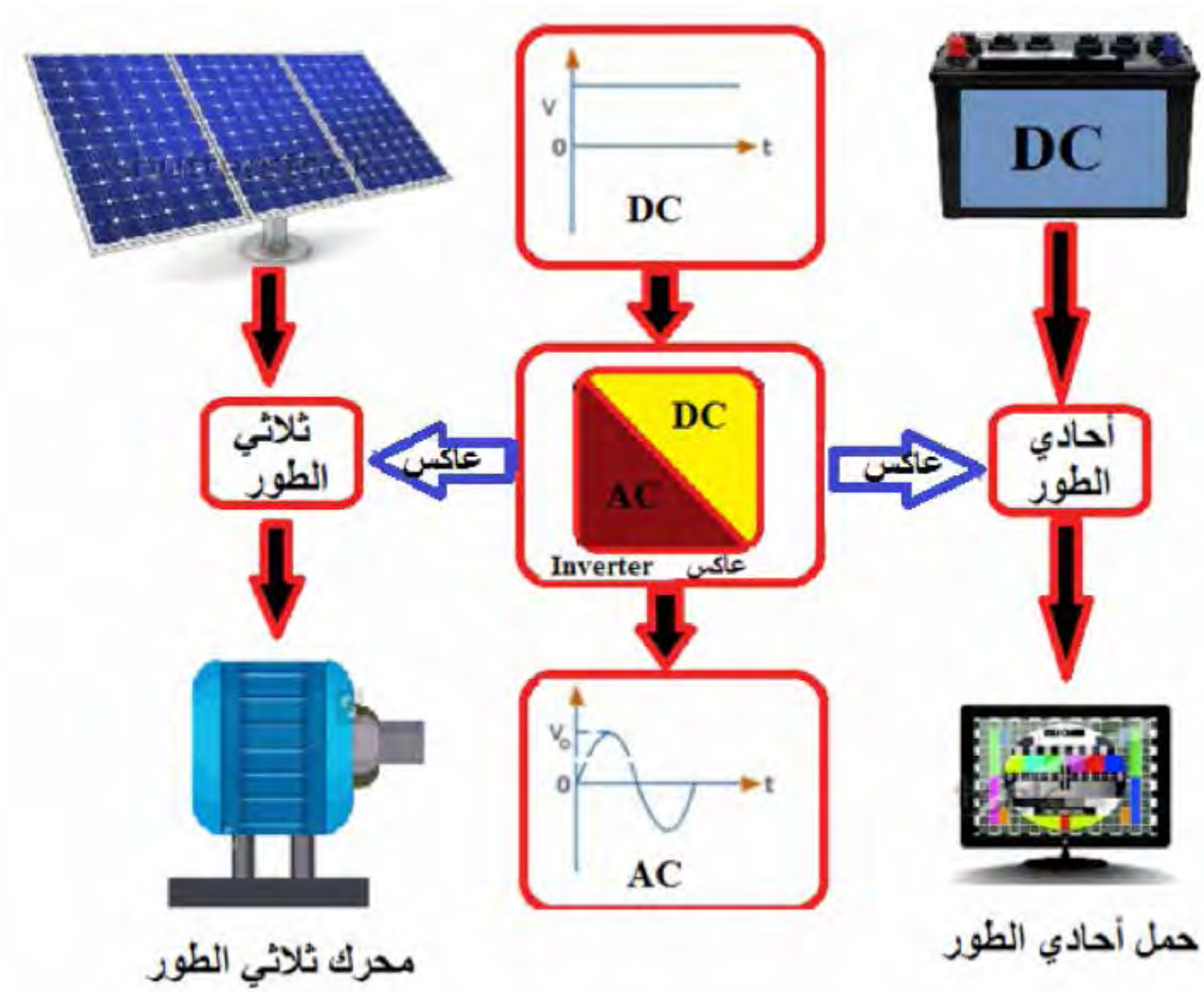
٤ – قِس الفولت الخارج من العاكس، وتحقَّق من ضبط مفتاح الاختيار على التدريج المناسب، ثم دوِّن ذلك في الجدول.

٥ – ماذا تستنتج؟

## الرسوم التوضيحية



| قيمة فولت مفتاح الاختيار ونوعه | قراءة جهاز الفولتميتر للبطارية | قراءة جهاز الفولتميتر للعاكس |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |




محرك ثلاثي الطور

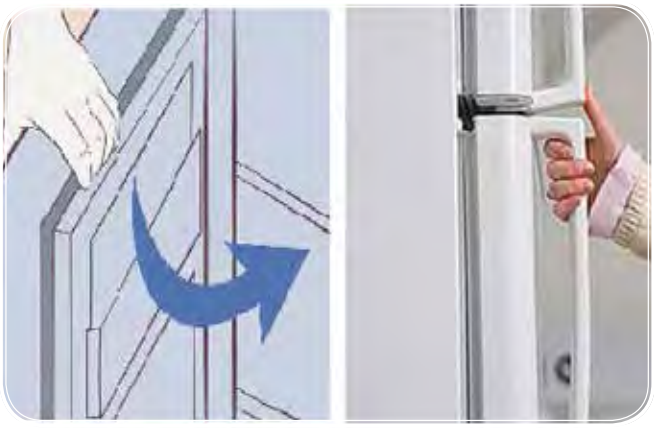
حمل أحادي الطور

# سابعًا: المغناطيسية

## النتاجات

- يُوصِّل دارة كهربائية تُوضِّح أثر التيار الكهربائي في توليد المجال المغناطيسي.
- يُحدِّد اتجاه المجال المغناطيسي في موصل باستخدام قاعدة اليد اليمنى.

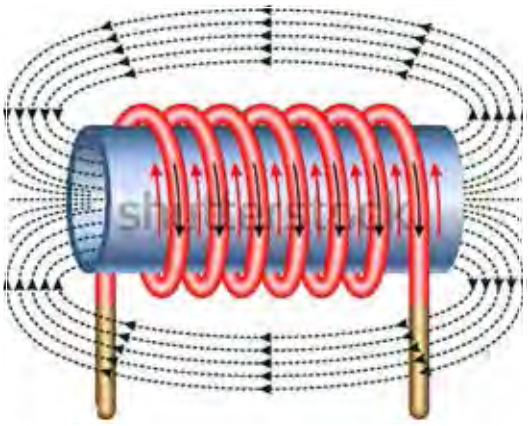
**هل أغلقت يومًا باب ثلاجة منزلية؟ هل وجدت ثقلًا عند فتحها مرَّة أخرى؟ هل فكّرت يومًا في سبب وجود الثقل عند فتح بابها بالرغم من أن إحكام إغلاق الباب يتم عن طريق شريط من البلاستيك؟**



## استكشف

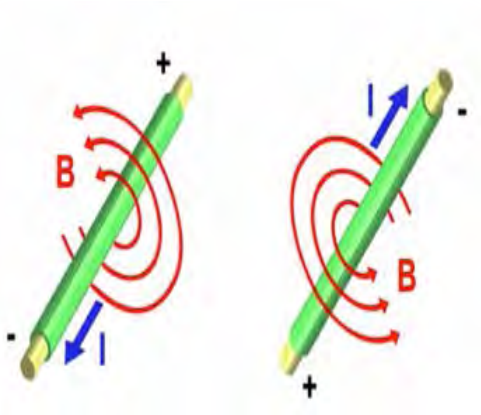
- إذا وضعنا لوحًا من الزجاج على قضيب مغناطيسي مستقيم، ثم نثرنا عليه برادة الحديد، وطرقنا على اللوح عِدّة طرقات خفيفة، فماذا تلاحظ؟

درست في سنوات سابقة وجود تأثير للمجال المغناطيسي في مادة الحديد، وأن المغناطيس محاط من الجِهات جميعها بمجال مغناطيسي، وأن خطوط المجال هذه تكون مغلقة؛ أي إنها تتابع مسارها خلال المغناطيس نفسه، انظر الشكل (٣-٢٨).



**الشكل (٣-٢٨): خطوط المجال المغناطيسي.**

إذا أحضرنا قطعة من الورق المقوى، ثم اخترقناها بموصل كهربائي من النحاس، ثم وضعنا برادة من الحديد الناعم على هذه القطعة، ثم أوصلنا بها تيارًا كهربائيًّا مباشرًا (بطارية) عن طريق مقاومة متغيرة تتحكم في قيمة التيار المار، فماذا تلاحظ؟




الشكل (٣-٢٩).

إذا زدنا قيمة التيار الكهربائي المار بالموصل، فماذا تلاحظ؟

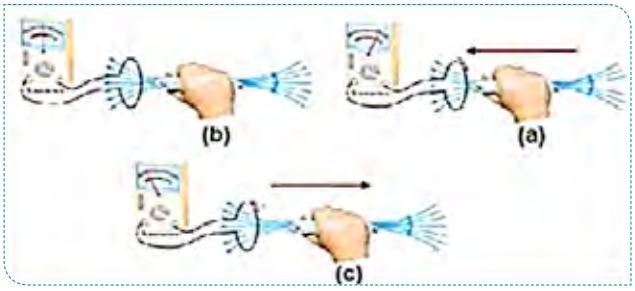
كلما زادت قيمة التيار زاد المجال المغناطيسي؛ ما يؤدي إلى تكاثف حلقات المجال المغناطيسي حول الموصل، والعكس صحيح، في ما يُعرَف بالتأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي، انظر الشكل (٣-٢٩).

تُستخدَم قاعدة اليد اليمنى في تحديد اتجاه خطوط المجال المغناطيسي المتولدة حول موصل مستقيم يسري فيه تيار كهربائي؛ فحين تقبض على الموصل بيدك اليمنى، وتمد إبهامك باتجاه مرور التيار في الموصل، يكون اتجاه بقية الأصابع الملتفة حول الموصل دالًّا على اتجاه المجال المغناطيسي.

## اقرأ.. وتعلم

اكتشف العالِم فارادي الحث المغناطيسي بعد تجربة وضع فيها موصلًا كهربائيًّا داخل مجال مغناطيسي؛ إذا لاحظ عدم تكوُّن تيار كهربائي في السلك عندما يكون ثابتًا أو متحركًا باتجاه يوازي اتجاه المجال المغناطيسي، وأنه يوجد تيار يتكوَّن في الدارة عندما يتحرك السلك في اتجاه الأعلى والأسفل؛ أي عندما يقطع السلك خطوط المجال المغناطيسي في أثناء الحركة. استنتج فارادي من هذه التجربة أنه لتوليد تيار كهاربائي في دارة داخل مجال مغناطيسي يجب أن يتحرك السلك؛ ليقطع خطوط المجال، أو يتحرك المجال المغناطيسي بحيث تقطع خطوطه

السلك، وقد سُميِّت طريقة توليد التيار الكهربائي في دارة مغلقة باستخدام هذه الطريقة الحث المغناطيسي، وسُمِّي التيار المُتكوِّن بهذه الطريقة القوة الدافعة الكهربائية الحثية (Emf)، انظر الشكل (٣-٣٠)، ومن الأمثلة على ذلك المحول الكهربائي.




**الشكل (٣-٣٠): التأثير الكهرومغناطيسي ( قانون فارادي).**

## قانون فارادي للحث الكهرومغناطيسي

تتناسب القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في أيِّ دارة مغلقة التي تتولد في ملف أو موصل تناسبًا طرديًّا مع المعدل الزمني في التغير الذي يقطع فيه الموصل خطوط الفيض المغناطيسي. تعتمد القوة الدافعة الكهربائية الناتجة أيضًا على معدل التغير في التدفق المغناطيسي الذي يقطع هذا الموصل. هل تلاحظ اختلافًا في القوة المغناطيسية عند اختلاف الزاوية بين الناقل واتجاه المجال المغناطيسي؟

# التمارين العملية

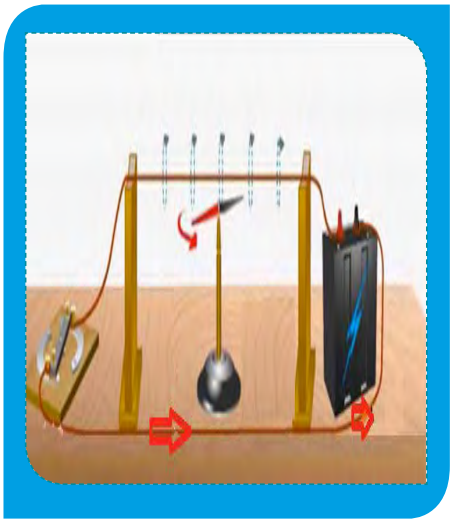
## أثر التيار الكهربائي في توليد المجال المغناطيسي.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

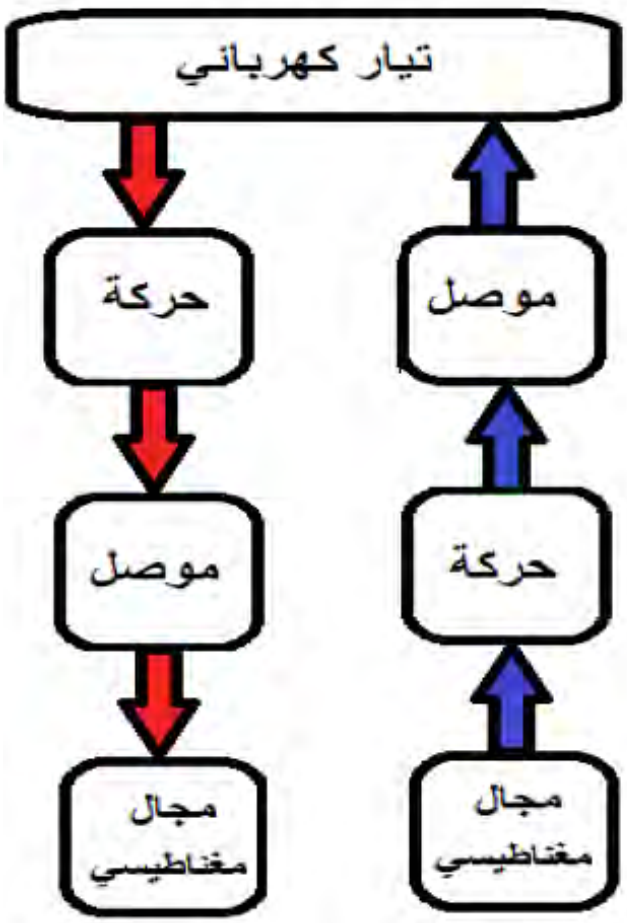
- تُحدِّد أثر التيار الكهربائي في توليد المجال المغناطيسي.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – مصدر تيار مباشر (بطارية)، بوصلة مغناطيسية. | – أسلاك توصيل، مفتاح تحكم، قاعدة خشبية. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– صِلِ الدارة المُبيَّنة في الشكل.<br>٢– أغلق مفتاح التحكم .<br>٣– حدِّد اتجاه تولد المجال المغناطيسي باستخدام البوصلة المغناطيسية.<br>٤– اعكس اتجاه التيار، وذلك بعكس أطراف المصدر الكهربائي.<br>٥– دوِّن ملاحظاتك.<br>٦– حدِّد اتجاه التيار والمجال المغناطيسي المتولد باستخدام قاعدة اليد اليمنى. |  |

## الخرائط المفاهيمية



# ثامنًا: الطاقة المتجددة

## النتاجات

- يتعرَّف مفهوم الطاقة المتجددة.
- يُعدِّد مصادر الطاقة المتجددة.
- يُعدِّد أنظمة التوليد بالطاقة الشمسية ومُكوِّناتها.
- يُوصِّل الخلايا الشمسية على التوالي، وعلى التوازي بمُكوِّنات النظام.
- يطبق تعليمات السلامة العامة والصحة المهنية في أثناء العمل.

**إذا انتهى المخزون الاستراتيجي العالمي للطاقة التقليدية غير المتجددة (البترول، والفحم الحجري، الصخر الزيتي)، فماذا يحدث؟**

## استكشف

- ما أثر استخدام الطاقة التقليدية في البيئة؟
- ما أثر استخدام هذه الطاقة في ظاهرة الاحتباس الحراري؟ انظر الشكل (٣–٣١).

**الشكل (٣–٣١).**

الطاقة المتجددة: طاقة نحصل عليها من مصدر طبيعي غير تقليدي مباشر لا ينضب (لا ينتهي)، ويحتاج فقط إلى تحويله من طاقة طبيعية إلى أخرى يسهل استخدامها عن طريق تقنيات العصر.

من أهم أشكال الطاقة المتجددة:

١– الطاقة الشمسية.

٢– طاقة الرياح.

٣– طاقة المساقط المائية.

٤– الطاقة الحيوية (Biomass)، مثل: الذرة، وفول الصويا، وقصب السكر.

٥– الطاقة الحرارية الجوفية، مثل حمامات ماعين.

٦– الزيت المستخدم بعد عملية القلي في المطاعم (Bio Desel).

**نشاط**

ابحث أنت وزملاؤك في شبكة الإنترنت عن أشكال أخرى للطاقة المتجددة.

### خصائص الطاقة المتجددة

١– مصدر متجدد لا ينضب.

٢– عدم إحداثها تلوُّثًا (صديقة للبيئة).

٣– مُجدية اقتصاديًّا في كثير من الاستخدامات، وذات عائد اقتصادي كبير.

٤– تحقيقها تطورًا في المجال الصناعي، والزراعي، والعسكري.

٥– استخدامها تقنيات غير معقدة، وإمكانية استخدامها بسهولة.

سنتطرق في هذه الوحدة إلى نوع واحد من أنواع الطاقة المتجددة، هو الطاقة الشمسية.

**الخرائط المفاهيمية**

– بناءً على الشكل التالي، أيُّ المصباحين يُعطي إشعاعًا أكثر؟

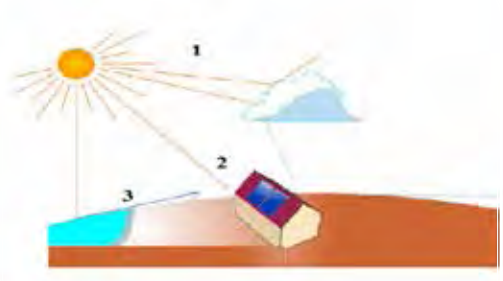
– إذا حرَّكت الضوء بزاوية مختلفة، فماذا تلاحظ على إشعاع المصباح؟ هل يتغير؟

– هل استخدمت آلة حاسبة تحتوي على خلية شمسية؟

– هل سبق أن فُرِّغت من الكهرباء كما هو حال الآلة التي تعمل بالبطاريات فقط؟

## استكشف

- هل تعتقد أن الإشعاعات جميعها تصل إلى الأرض مباشرة؟
- ما أنواع الإشعاع الشمسي الساقط من الشمس إلى الأرض؟ انظر الشكل (٣–٣٢).




الشكل (٣–٣٢).

اقرأ.. وتعلم

## الطاقة الشمسية

خلق الله الشمس، وجعل شعاعها مصدرًا للضياء على الأرض. وفي ظل بحث الإنسان المتواصل عن مصادر جديدة للطاقة تفي بحاجاته المتزايدة من تطبيقات الحياة المتطورة، اكتشف أن الطاقة الشمسية هي من أهم موارد الطاقة في العالَم؛ إذ تبلغ درجة حرارة الشمس (5800) كلفن تقريبًا، ويمكن استخدام هذه الطاقة في المجال الحراري، والمجال الضوئي.

**فكِّر**

**كيف يمكن استخدام الطاقة الشمسية في المجال الحراري؟**

### استخدام الطاقة الشمسية في المجال الضوئي

إن النجاح في استخدام الطاقة الشمسية يعتمد على مجموعة من العوامل المتكاملة، أهمها:

١- الموقع الجغرافي (قوة الإشعاع الشمسي، ودرجة الحرارة، وسرعة الرياح).

٢- توافق النظام الشمسي مع حجم المنشأة المراد تركيب النظام عليها.

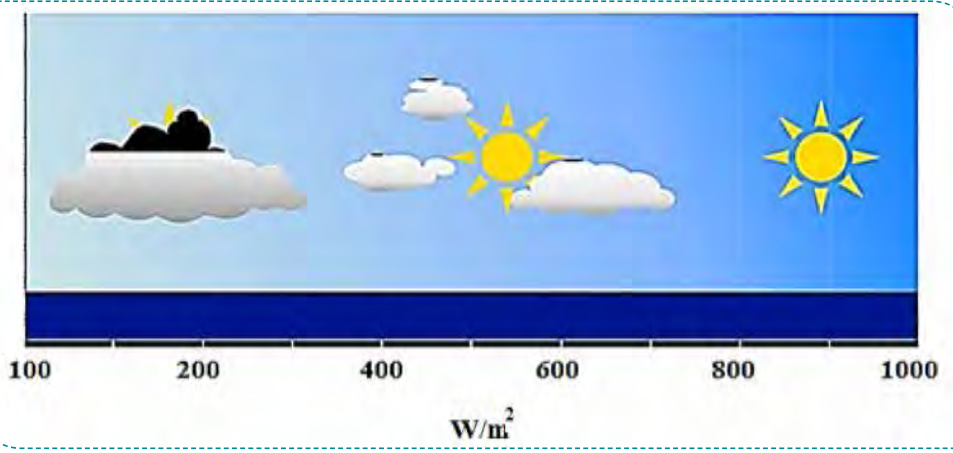
٣- نوعية المنتج وحجمه في النظام الشمسي (Solar System).

٤- جودة المُكوِّنا ت المُستخدَمة وكفاءتها.

تجدر الإشارة إلى أن أعلى نسبة إنتاج للقدرة الكهربائية من الإشعاع الشمسي على سطح الخلايا الشمسية في الأردن تُقدَّر بنحو ($1000W/m^2$).

### كتلة الهواء (Air Mass)

تُعرَّف كتلة الهواء بأنها طول المسار الذي يسلكه الضوء خلال طبقة الغلاف الجوي منسوبًا إلى أقصر طول ممكن (عندما تكون الشمس عمودية، وتبلغ قيمة كتلة الهواء واحدًا صحيحًا)، انظر الشكل (٣-٣٤).




الشكل (٣-٣٤): قيمة الإشعاع الشمسي (واط / متر مربع).

**فكِّر**

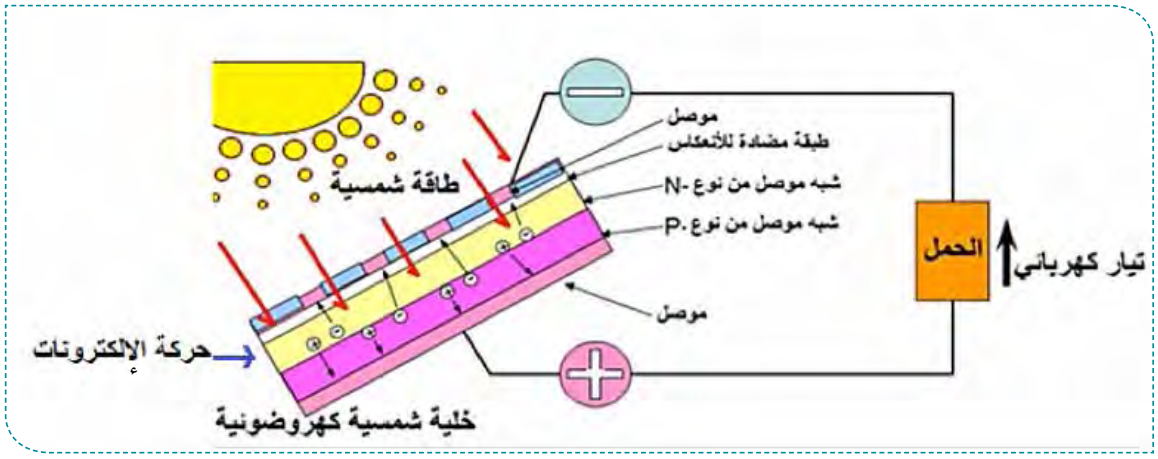
**هل يمكن أن تتغير كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلى سطح الأرض خلال أيام السنة؟**

**نشاط**

ابحث في شبكة الإنترنت عن أصل الزاوية التي تُركَّب عليها الخلايا الشمسية في الأردن، مُبيِّنًا قيمتها؟

## أجزاء نظام الطاقة الكهروضوئية

يتكوَّن النظام الكهروضوئي من مُكوِّنات عِدَّة، أهمها: الخلايا الفوتوضوئية، انظر الشكل (٣-٣٥).



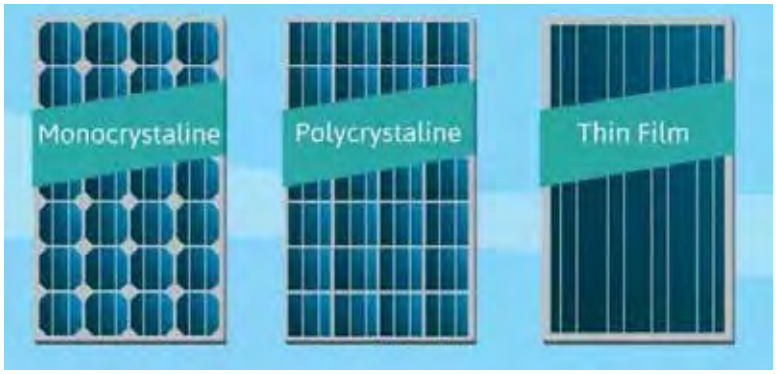

الشكل (٣-٣٥).

من أكثر أنواع الخلايا الشمسية شيوعًا:

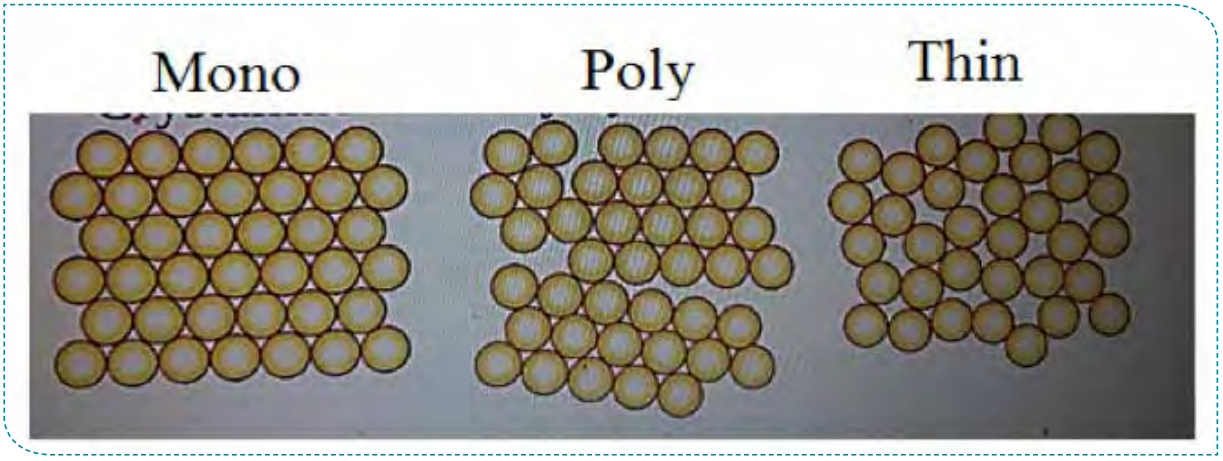
١- الخلايا أحادية التبلور (Mono Crystalline)، وهي أكثر كفاءة من أنواع الخلايا الأخرى.

٢- الخلايا عديدة التبلور (Poly Crystalline)، وهي أقل كفاءة من الخلايا أحادية التبلور.

٣- الخلايا المورفية (الطبقة الرقيقة: Thin Film)، وهي أقل كفاءة من الخلايا أحادية التبلور، والخلايا عديدة التبلور، ولكنها ذات كفاءة عالية تناسبًا مع درجات الحرارة المرتفعة، علمًا بأن كفاءة الخلايا تتغير باستمرار حسب التطور العلمي لكل نوع منها، كما في الشكل (٣-٣٦ / أ،ب).




الشكل (٣-٣٦/أ).



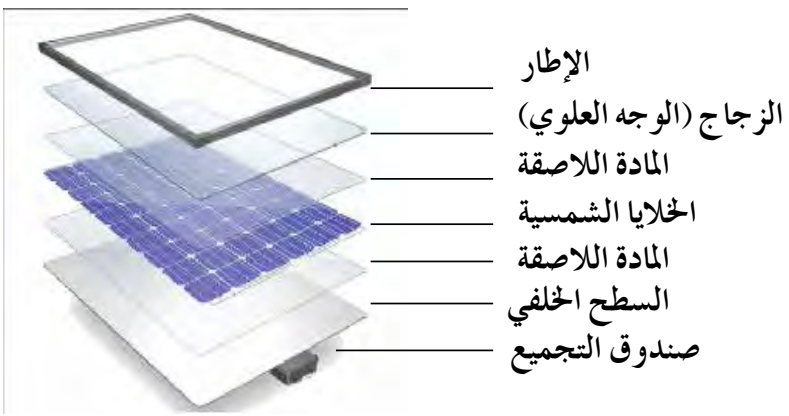

الشكل (٣-٣٦/ب).

**تذكَّر**

تخضع مواصفات الألواح الشمسية الكهروضوئية لظروف معيارية، هي (25°) سيلسيوس، وشدة إشعاع شمسي مقدارها (1000) واط/م$^2$، وكتلة هواء (**AM**) مقدارها (1.5).

**نشاط**

تختلف كفاءة الخلايا باختلاف عملية التطور الصناعي كل عام. ناقش أنت وزملاؤك المقصود بكفاءة الخلية، وعلاقتها بالإشعاع الشمسي.




مُكوِّنات اللوح الأساسية.

**نشاط**

ابحث في شبكة الإنترنت عن المواد التي تُستخدَم في المُكوِّنات الأساسية للخلية الشمسية.

أهم المواصفات العامة للألواح الشمسية (تختلف من نوع إلى آخر، وتُدوَّن معلومات اللوح على لوحة معلومات خاصة مُثبَّتة في الخلف):

| Max Power | wp 225 | قدرة اللوح بالواط | ناتج ضرب الفولت في الأمبير |
|---|---|---|---|
| Open Circuit (Voltage(VOC | 36.7 V | الحد الأعلى للفولت من دون أحمال. | يجب أخذ قياس جميع التوصيلات على أساس أعلى فولتية. |
| Short Circuit Current (Isc) | 8.12 A | الحد الأعلى للأمبير. | يجب أخذ قياس جميع التوصيلات على أساس أعلى أمبير. |
| Voltage at Max Power (Vmp) | 30 V | الحد الأعلى للفولت عند التحميل الكامل. | يكون أعلى فولت في الوضع الطبيعي القياسي عند اتصال اللوح بالأحمال. |
| Current at Max Power (Imp) | 7.5 A | الحد الأعلى للتيار عند التحميل الكامل. | يكون أعلى تيار في الوضع الطبيعي القياسي عند اتصال اللوح بالأحمال. |
| Module Efficiency | 13.8 % | كفاءة اللوح الشمسي. | تكون كفاءة اللوح نسبة إلى الوضع القياسي للإشعاع الشمسي. |
| Power tolerance | (+ /- )5% | نسبة الخطأ. | نسبة الزيادة في كفاءة الخلية، أو نسبة النقص في كفاءتها. |
| Maximum System Voltage | 1000 v | أعلى فولتية للنظام. | تكون أعلى فولتية مسموح بها للنظام عند توصيل الألواح على التوالي. |
| Fire Resistance Rating | Class c | درجة العزل الحراري للوح. | درجة الحرارة التي يمكن أن يتحملها اللوح بوجه عام. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Operating Temperature | -40CoTo +85 | درجة حرارة التشغيل. | درجة حرارة التشغيل التي يمكن لخلايا اللوح الشمسي العمل فيها. |
| Weight | 18 Kg | الوزن. | وزن اللوح كاملًا. |
| Dimmenions | (1650x992x40(mm | حجم الخلية. | طول الخلية، وعرضها، وارتفاعها. |
| Maximum series Fuse Rating | 15 A | مصهر الحماية. | يُعبِّر عن مصهر الحماية للتيار الذي يستطيع اللوح تحمله، وإذا زاد فقد يُؤثِّر في اللوح . |

**نشاط**

١- ابحث أنت وزملاؤك في شبكة الإنترنت عن سبب وجود صندوق التجميع في لوح الخلايا الشمسية.

٢- يوجد داخل هذا الصندوق مجموعة من ثنائيات ديود، ما الهدف من وجودها؟

**توصيل الألواح الفوتوضوئية.**

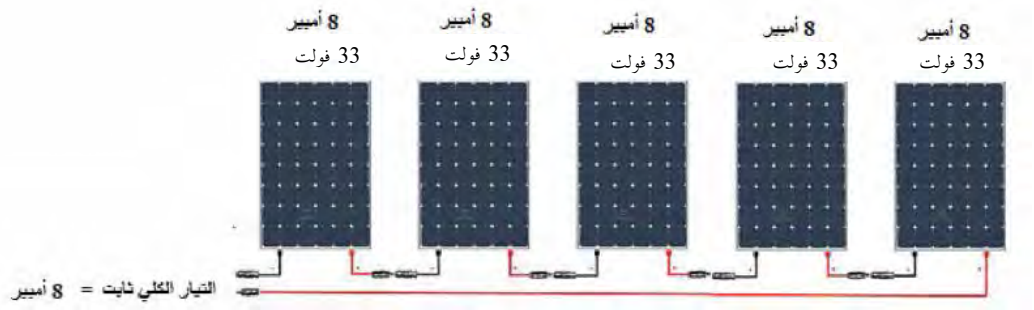
**فكِّر**

**بناءً على دراستك موضوع الدارة الكهربائية، ما نتيجة توصيل مجموعة من مصادر الجهد والتيار على التوالي، وعلى التوازي؟**

## توصيل الألواح الفوتوضوئية

### ١ - التوصيل على التوالي

تُستخدَم هذه الطريقة في حال زيادة فرق الجهد الناتج من الألواح، بحيث يوصَل الطرف الموجب للوح بالطرف السالب للوح الآخر بشكل متسلسل، انظر الشكل (٣-٣٧).




فرق الجهد الكلي = مجموع فولتيات الألواح = 165 فولت.

**الشكل (٣–٣٧).**

**تنبيه**

**يجب اختيار مواصفات متماثلة للألواح بحيث تكون القدرات جميعها متساوية.**

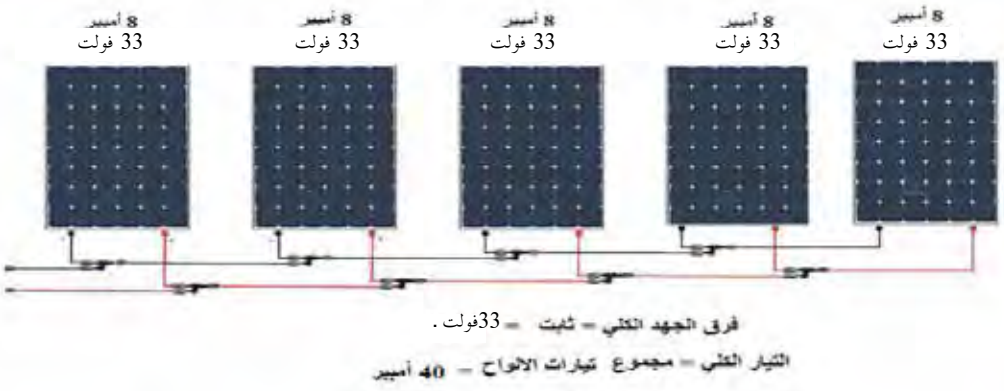
إن توصيل الطرف السالب بالطرف الموجب للوح نفسه قد يتسبَّب في تلف اللوح عند تعرُّضه لفوتونات الضوء.

**فكِّر**

إذا وُضِعت عِدَّة ألواح مختلفة القدرات معًا، فماذا يحدث؟

## ٢- التوصيل على التوازي

تُستخدَم هذه الطريقة في حال زيادة التيار الناتج من الألواح، بحيث يوصَل الطرف الموجب للوح بالطرف الموجب للوح الآخر، ويوصَل طرفه السالب بالطرف السالب للوح الآخر، انظر الشكل (٣–٣٨).




**الشكل (٣–٣٨).**

### ٣ -التوصيل المُركَّب

توصيل يجمع بين النوعين السابقين، ويُستخدَم في حال زيادة الفولتية والتيار معًا. ويُعَدُّ الأكثر استخدامًا في الأنظمة الشمسية، انظر الشكل (٣-٣٩).

الشكل (٣-٣٩).

**نشاط**

١- صِلْ مجموعة من الخلايا الشمسية على التوالي، وعلى التوازي، ثم استخدم جهاز الفولتميتر في تحديد قيمة الفولتية الناتجة.

٢- ناقش أنت وزملاؤك المحصلة (قدرة الخلايا الفوتوضوئية) في حالة التوصيل على التوالي، وحالة التوصيل على التوازي.

### العوامل المُؤثِّرة في كفاءة الخلايا الشمسية

١- درجة الحرارة. ٢ - الغبار. ٣ - الأوساخ. ٤ - الظل. ٥- سرعة الرياح. ٦ - نسبة سقوط الإشعاع الشمسي وزاويته.

**تحذير**

**لا يُنصَح بسكب المياه الباردة على الألواح الشمسية عند تعرُّضها لأشعة الشمس الحارة. علِّل ذلك.**

**فكِّر**

**ما الوقت المناسب لتنظيف الخلايا الشمسية؟**

## أنواع أنظمة الطاقة الشمسية

توجد ثلاثة أنواع من أنظمة الطاقة الشمسية المُستخدَمة في الأردن، هي:

١- **النظام غير المتصل بالشبكة الكهربائية الرئيسة (Off Grid Systems):** يتكوَّن هذا النظام من الأجهزة الرئيسة الآتية: الخلايا الفوتوضوئية، والبطاريات، ومُنظِّم الشحن، والعاكس (الإنفيرتر)، وأسلاك التوصيل، وقواطع الحماية، ونظام التأريض، انظر الشكل (٣-٤٠).

الشكل (٣-٤٠).

٢- **النظام المتصل بالشبكة الكهربائية الرئيسة (On Grid Connected Systems):** يتكوَّن هذا النظام من الأجهزة الرئيسة الآتية: الخلايا الفوتوضوئية، والعاكس (الإنفيرتر)، وأسلاك التوصيل، وقواطع الحماية، ونظام التأريض، وجهاز قياس الطاقة الكهربائية الخاص بشركة الكهرباء، انظر الشكل (٣-٤١).

الشكل (٣-٤١).

٣- **النظام المشترك بين النوعين السابقين (Systems Hybrid)**، انظر الشكل (٣-٤٢).

الشكل (٣-٤٢).

**نشاط**

ناقش زملاءك في كيفية استخدام كل نوع من أنواع الأنظمة الثلاثة.

**الفحوص اللازمة لاستخدام النظام الشمسي**

قبل تسلُّم أيِّ نظام شمسي مُركَّب، يجب التحقُّق من وظيفة النظام وتركيبه الفني، وذلك بعمل الفحوص الآتية:

**فحوص جهة التيار المباشر (DC)**

١- فحص القطبية.

٢- اختبار جهة الدارة المفتوحة (Open Circuit Voltage Test) على النحو الآتي:

أ- فحص الجهد لعينات عشوائية من الخلايا الشمسية، والتحقُّق من مطابقتها للقيم الصحيحة.

ب - فحص الجهد لكل مصفوفة منفردة.

جـ - فحص الجهد الكلي للنظام، والتحقُّق من مطابقة الجهد للقيم الصحيحة.

٣- اختبار وظيفة الأجهزة بالتيار المباشر (DC).

٤- فحص عازلية دارات التيار المباشر؛ بغية فحص العازلية بين القطبين الموجب والسالب الخارجين من الخلايا بعد فصل أطراف الخلايا الشمسية (فصل المصدر).

٥- فحص نظام التأريض الموضعي الخاص بتجهيزات طرف التيار المباشر (DC) باستخدام جهاز (Earth Tester)؛ على أن تكون قيمة المقاومة مطابقة للكود الأردني.

**فحوص جهة التيار المتناوب (AC)**

١- فحص العازلية من جهاز العاكس إلى لوحة العدادات، والتحقُّق من عازلية التمديدات الداخلية للمشترك.

٢- فحص الجهد والتيار الخارج من جهة العاكس.

٣- فحص أداء قاطع التسريب الأرضي للمشترك (ELCB) أو (RCCB)، والتحقُّق من عمله.

٤- فحص نظام تأريض المنزل باستخدام جهاز (Earth Tester)؛ على أن تكون قيمة المقاومة مطابقة للكود الأردني.

**نشاط**

ابحث في شبكة الإنترنت عن مواصفات الكود الأردني لأنظمة التأريض.

# التمارين العملية

## التمرين الأول

توصيل مجموعة من ألواح الطاقة الشمية على التوالي.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُوصِّل مجموعة من ألواح الطاقة الشمسية على التوالي، ثم تُدوِّن قيمة الفولتية والتيار الكلي للنظام.

متطلبات تنفيذ التمرين

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أفوميتر، قفافيز عازلة، صندوق عُدَد كهربائية. | – (4) ألواح للطاقة الشمسية. |

**خطوات الأداء**

١– صلْ ألواح الطاقة الشمسية على التوالي كما في الشكل المجاور، ثم استخدم جهاز الأفوميتر في قياس الفولت والتيار للنظام، ثم دوِّن النتائج في الجدول الآتي:

| فولتية اللوح | تيار اللوح | الفولتية الكلية للنظام | التيار الكلي للنظام |
|---|---|---|---|
| | | | |

**الرسوم التوضيحية**

## التمارين العملية

### التمرين الثاني

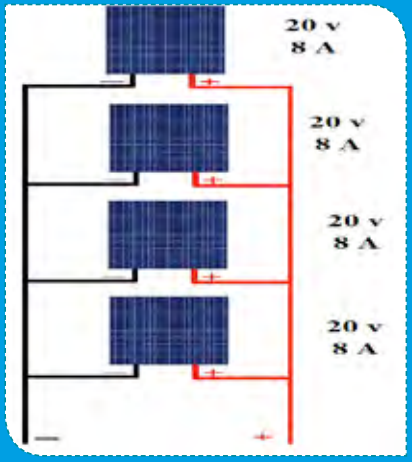
توصيل مجموعة من ألواح الطاقة الشمسية على التوازي.

**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تُوصِّل مجموعة من ألواح الطاقة الشمسية على التوازي، ثم تُدوِّن قيمة الفولتية والتيار الكلي للنظام.

**متطلبات تنفيذ التمرين**

| التجهيزات (الأدوات) | المواد الأولية |
|---|---|
| – جهاز أفوميتر، قفافيز عازلة، دفتر التدريب العملي، صندوق عُدَد كهربائية. | –(4) ألواح للطاقة الشمسية، وصلات خاصة بأنظمة الطاقة الشمسية، أسلاك خاصة بأنظمة الطاقة الشمسية. |

| خطوات الأداء | الرسوم التوضيحية |
|---|---|
| ١– صلْ ألواح الطاقة الشمسية على التوازي كما في الشَكل المجاور، ثم استخدم جهاز الأفومتر في قياس الفولت والتيار للنظام، ثم دوِّن النتائج في الجدول الآتي: |  |

| فولتية اللوح | تيار اللوح | الفولتية الكلية للنظام | التيار الكلي للنظام |
|---|---|---|---|
| | | | |

# التمارين العملية

## التمرين الثالث

قراءة مواصفات لوح شمسي.

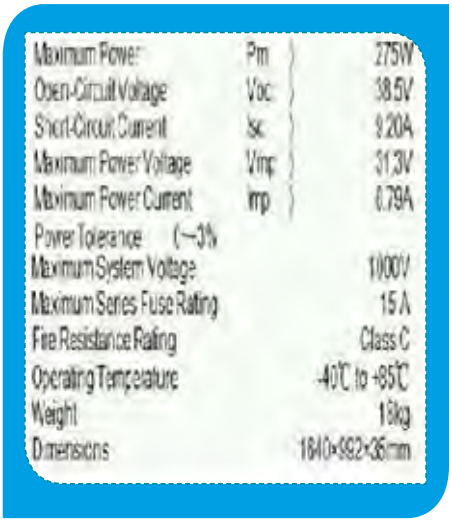
**يُتوقَّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:**

- تقرأ قراءة دقيقة المواصفات الخاصة باللوح الشمسي

متطلبات تنفيذ التمرين

معلومات خاصة بالألواح الشمسية.

| خطوات الأداء | المواد الأولية |
|---|---|
| – دوِّن مفهـوم مواصفات لوحة البيانات الظاهرة في الشكل المجاور حسب ما تعلَّمت سابقًا. | – لوحان للطاقة الشمسية. |



**فكّر**

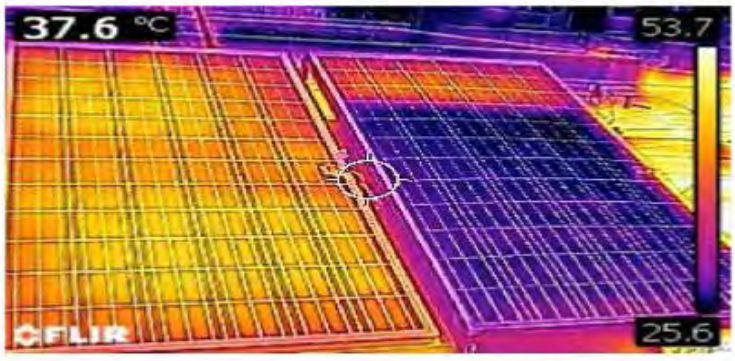
١ – أيُّ أوقات السنة فيها أكبر نسبة إشعاع شمسي ساقط على الأرض في الأردن؟

٢ – أيُّ أوقات اليوم فيها أكبر نسبة إشعاع شمسي ساقط على الأرض في الأردن؟

٣ – كم نظامًا للتأريض يلزم لتركيب النظام الكهروضوئي؟ ما فائدة وجود هذا النظام؟

٤ – ناقش زملاءك في كيفية حساب عدد الخلايا الضوئية المستخدمة في النظام المتصل بالشبكة الكهربائية الرئيسة (On Grid) للمنازل؟

٥ – ما أثر التبريد في الألواح الشمسية؟ كيف يمكن عمل نظام تبريد للخلايا؟

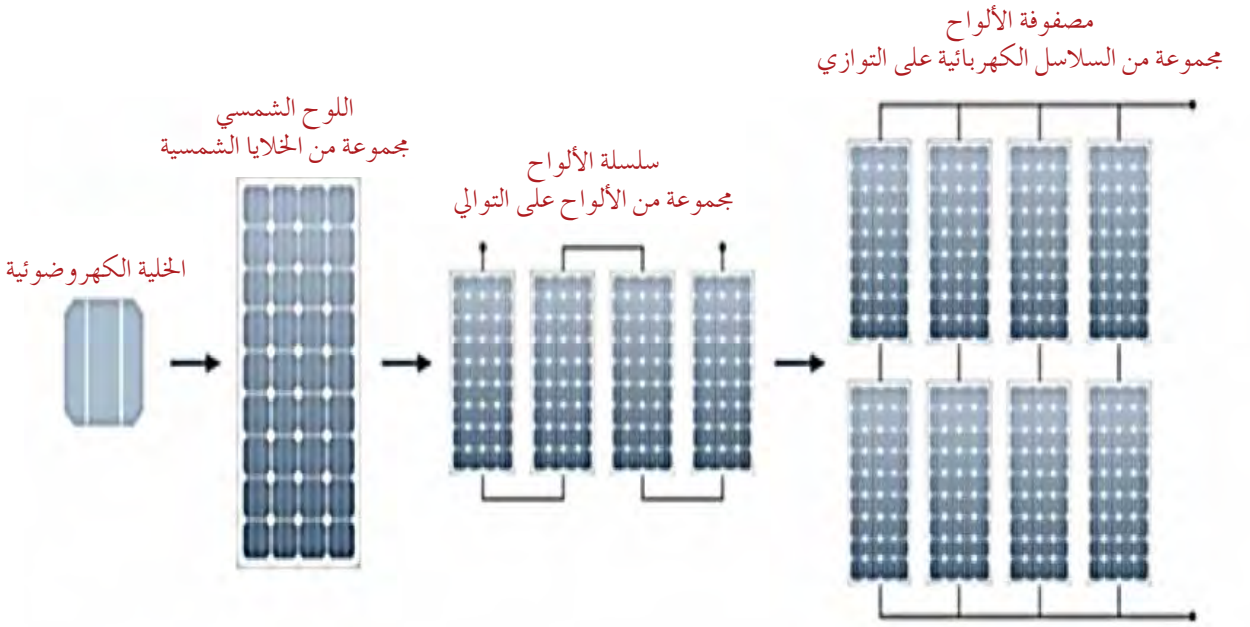


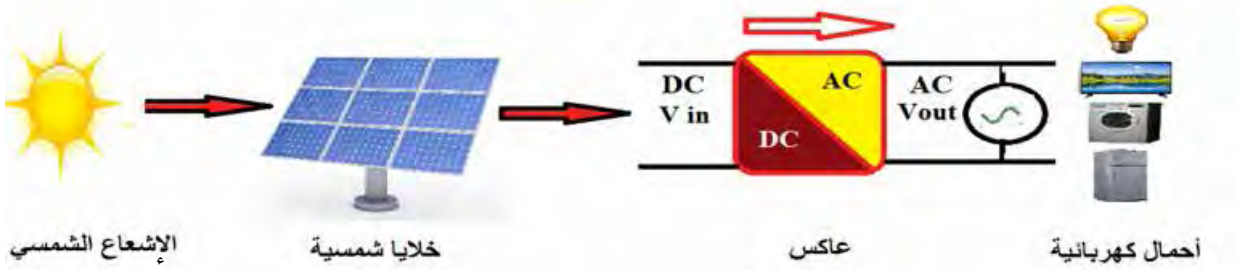

يوجد تبريد.

لا يوجد تبريد.

**نشاط**

**ابحث أنت وزملاؤك في شبكة الإنترنت عن أنواع البطاريات المستخدمة في نظام الطاقة الشمسية (Off Grid)، وعن المقصود بعمق تفريغ الشحن (D O D) الخاص بالبطاريات.**

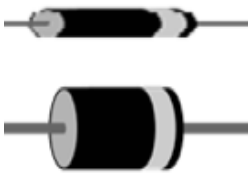

مصفوفة الألواح
مجموعة من السلاسل الكهربائية على التوازي
اللوح الشمسي
مجموعة من الخلايا الشمسية
سلسلة الألواح
مجموعة من الألواح على التوالي
الخلية الكهروضوئية


DC
V in
AC
DC
AC
Vout
الإشعاع الشمسي
خلايا شمسية
عاكس
أحمال كهربائية

## القياس والتقويم

★★★★★

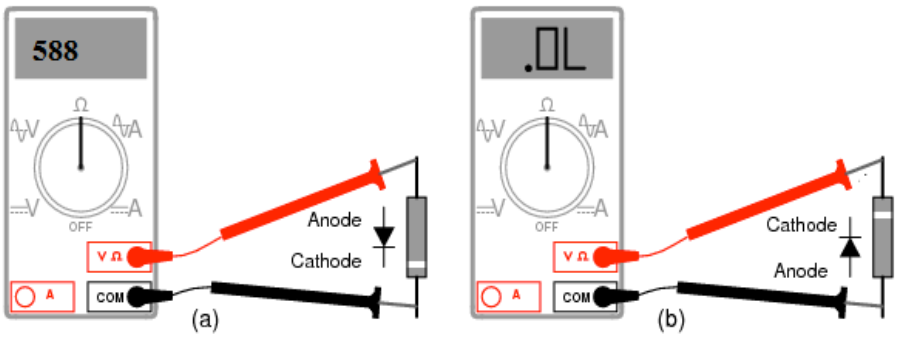
بناءً على دراستك موضوع الثنائي ديود، أجب عمّا يأتي:



١– أيُّ الثنائيين قدرته أعلى في الشكل المجاور؟

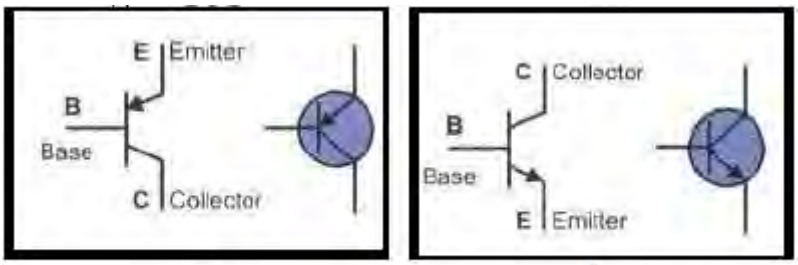
٢– كيف يمكن تحديد الطرف السالب والطرف الموجب للثنائي ديود بناءً على شكله الخارجي؟

٣– حدِّد مدى صلاحية الثنائي ديود الظاهر في الشكل الآتي:




٤– ما وظيفة الثنائي زينر في دارات تقويم التيار المتناوب؟

٥– بناءً على دراستك موضوع الترانزستور، أجب عمّا يلي مستعينًا بالشكلين الآتيين:

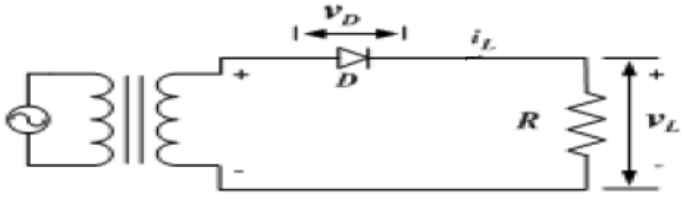



2 1

أ– اذكر أسماء أطراف الترنزستور الثلاثة باللغة العربية؟

ب– بالرجوع إلى اتجاه السهم في رمز الترانزستور، يكون الترانزستور رقم (1) من نوع .....، ويكون الترانزستور رقم (2 ) من نوع ..... .

٦– ادرس الدارة الظاهرة في الشكل المجاور، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

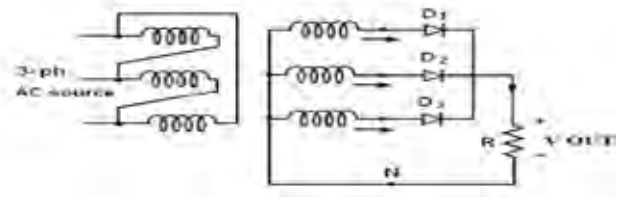



أ– ما نوع الدارة الظاهرة في الشكل؟

ب– حدِّد اتجاه التيار.

جـ– إذا كان مقدار الفولتية الداخلة في دارة تقويم نصف موجة أحادية الأطوار (٥) فولت، فما مقدار الفولتية الخارجة؟ علِّل ذلك.

٧– ادرس الدارة الظاهرة في الشكل المجاور، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:




أ– ما نوع الدارة؟

ب– ارسم شكل الموجة الخارجة.

جـ – ارسم دارة تقويم موجة كاملة باستخدام (Center Tapped Transformer).

٨- بناءً على دراستك موضوع الثايرستور، أجب عمّا يأتي:

أ - اذكر ثلاثة من التطبيقات يُستخدَم فيها الثايرستور.

ب- اذكر أسماء أطراف الثايرستور.

جـ- ما شروط عمل الثايرستور؟

د- عرِّف العاكس الكهربائي.

هـ- ما عدد المفاتيح الإلكترونية التي تُستخدَم في العاكس لإنتاج تيار متناوب أحادي الطور؟

٩- اذكر ثلاثة استخدامات للعاكس الكهربائي.

١٠- ما أثر زيادة التيار الكهربائي في الدارة المغناطيسية؟

١١- ما تأثير المجال المغناطيسي في برادة الحديد، إذا كانت:

أ - قريبة من المركز؟

ب- بعيدة عن المركز؟

١٢-حدِّد اتجاه المجال المغناطيسي في الشكل الآتي باستخدام قاعدة اليد اليمنى.

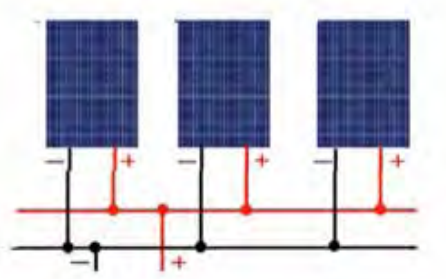
١٣- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(١) إذا كانت فولتية كل خلية (12) فولت في الشكل الآتي، فإن المجموع الكلي للنظام هو:

أ- 12 v dc  ب - 48 v ac  جـ - 48 v dc  د - 12 a v c

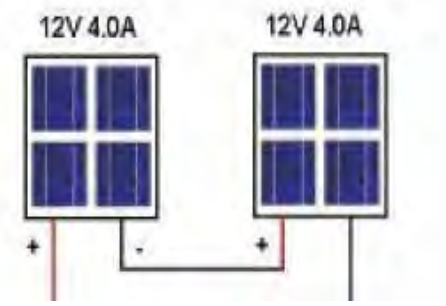
(٢) إذا كانت فولتية كل خلية (330) فولت في الشكل الآتي، فإن مجموع الفولتيات الكلي للنظام:

أ- 1000 v dc  ب- 330 v dc  جـ- 72 v dc  د- 330 v ac



(٣) إذا كانت فولتية كل خلية (12) V، وقيمة التيار (A4) في الشكل الآتي، فإن قدرة الخلايا الكلية للنظام هي:

أ- 96 w  ب- 196 w  جـ- 48 w  د- 12 w




(٤) عند قياس فرق الجهد الناتج من الخلية الشمسية باستخدام جهاز الأفوميتر، يجب وضع المؤشر على:

أ- DC volt  ب- AC volt  جـ- DC Ampewr  د- AC Ampewr

| مسرد المصطلحات | |
|---|---|
| Adequateness | ملاءمة |
| Analog Input | مدخل تشابهي |
| Analog Output | مخرج تشابهي |
| Arc Welding Transformer | محول لحام |
| Arcing Time | زمن دوام القوس الكهربائي |
| Arithmetic Operations | عمليات حسابية |
| Autotransformer | محول ذاتي |
| Auxiliary Relay | مرحل مساعد |
| Cartridge Type Fuse | مصهر خرطوشي |
| Circuit Breaker | قاطع كهربائي |
| Consistency | متانة |
| Contactor | مفتاح تلامسي |
| Control Circuit | دارة تحكم |
| Control Device | جهاز تحكم |
| Core Type | نوع القلب |
| Counting | عَدٌّ |
| Current Transformer | محول تيار |
| Cut off Current | تيار قطع |
| Data | بيانات |
| Delta – Delta Connection | توصيلة (مثلث — مثلث) |
| Delta – Star Connection | توصيلة (مثلث — نجمة) |
| Digital Input | مدخل رقمي |
| Digital Output | مخرج رقمي |
| Down-counter | عداد تنازلي |
| Drop Out Current | تيار إرجاع |

| | |
|---|---|
| Dynamic Braking | كبح دينامي |
| Electrical Sensor | مجس كهربائي |
| Float Switch | طافية كهربائية |
| Function Block Diagram | مخطط صندوقي وظيفي |
| Fuse | مصهر |
| Fuse Link | وصلة مصهر |
| Fusing Current | تيار صهر |
| Fusing Factor | معامل انصهار المصهر |
| Graphical Language | لغة رسومية |
| Hardware | مكونات صُلْبة |
| High Frequency Transformers | محولات التردد العالي |
| Input Scan | فحص حالة المداخل |
| Inputs Module | وحدات إدخال |
| Instantaneous Relay | مرحل لحظي |
| Instruction List | لائحة التعليمات |
| Instrument Transformer | محول قياس |
| Inverse Time Relay | مرحل ذو زمن عكسي |
| Iron Losses | مفاقيد حديدية |
| kinetic Energy | طاقة حركية |
| KVA Rating | مقرر المحول |
| Ladder Diagram | مخطط سلمي |
| Limit Switch | مفتاح حدّي |
| Locked Rotor | حشر العضو الدوّار |
| Logic | منطق |
| Magnetic and Thermal Breaker | قاطع حراري مغناطيسي |
| Magnetic  Breaker | قاطع مغناطيسي |
| Main Relay | مرحل أساسي |

| | |
|---|---|
| Measuring Relay | مرحل قياس |
| Melting Time | زمن الصهر |
| Memory | ذاكرة |
| Microprocessor | معالج دقيق |
| Mutual Induction | حثّ متبادل |
| Nameplate | لوحة اسمية |
| (Normally Closed contact (NCC | ملامس مغلق في الوضع الطبيعي |
| (Normally Open contact (NOC | ملامس مفتوح في الوضع الطبيعي |
| Off Delay Timer | مؤقتات تأخير الفصل |
| On Delay Timer | مؤقتات تأخير الوصل |
| On/Off Delay Timer | مؤقتات تأخير الوصل والفصل |
| Open Circuit Test | فحص الدارة المفتوحة |
| Output Scan | فحص حالة المخارج |
| Output Module | وحدات الخرج |
| Over Current | فرط التيار |
| Over Current Protection Relay | مرحل حماية من ارتفاع التيار |
| Overload | زيادة الحمل |
| Phase Failure Protection | حماية من انقطاع الطور |
| Photo Electric Sensor | مجس كهروضوئي |
| Photocell | خلية ضوئية |
| Power Losses in Transformers | مفاقيد القدرة في المحولات الكهربائية |
| Power Rating | مقرر القدرة |
| Power Transformer | محول قدرة |
| Preset Value | قيمة الضبط المسبقة |
| Pressure Switch | مفتاح التحكم في الضغط |
| Pressure Transmitter | مجس التحكم في الضغط |
| Primary Relay | مرحل أولي |

| | |
|---|---|
| Programmable Logic Controller (PLC) | الحاكم المنطقي المبرمج |
| Programming device | جهاز البرمجة |
| Prospective Current | التيار المتوقع |
| Protective Relay | مرحل حماية |
| Proximity Sensor | مجس اقترابي |
| Push Button | ضواغط التشغيل والإيقاف |
| RAM – Random Access Memory | الذاكرة المتطايرة |
| Rated Carrying Current | التيار المقرر للكبل |
| Rated Current | التيار المقنن |
| (Read Only Memory (ROM | ذاكرة القراءة فقط |
| Recovery Voltage | فولتية الاستعادة |
| Relay | مرحل |
| Reliability | اعتمادية |
| Retentive On Delay Timers | مؤقتات تأخير الوصل الاحتفاظية |
| Rung | درجة |
| Scanning | مسح |
| Secondary Relay | مرحل ثانوي |
| Selection of Fuses | اختيار المصهرات |
| Selectivity | الانتقائية |
| Self-diagnostic | تشخيص ذاتي |
| Semi – Enclosed Rewireable Fuse | مصهر شبه مغلق قابل للتغيير |
| Semiconductors | أشباه الموصلات |
| sensitivity | حساسية |
| Sequence | تتابع |
| Shell type | نوع هيكلي |
| Short Circuit | دارة قصر |
| Short Circuit Current | تيار قصر |

| | |
|---|---|
| Short circuit test | فحص دارة القصر |
| Software | برمجيات |
| Speed | سرعة |
| Star – Delta Connection | توصيلة (نجمة — مثلث) |
| Star – Star Connection | توصيلة (نجمة — نجمة) |
| Static Relay | مرحل استاتي |
| Step down Transformer | محول خافض للفولتية |
| Step Up Transformer | محول رافع للفولتية |
| Structural text | نص بنيوي |
| Protections Systems | أنظمة حماية |
| Tap changer | مبدل فولتية |
| Textural language | لغة تركيبية |
| Thermal Relay | مرحل حراري |
| Thermocouple | مجس ازدواج حراري |
| Time delay Relay | مرحل تأخير زمني |
| Timer and Counter | مؤقت وعداد |
| Timing | توقيت |
| Total Operating Time | زمن التشغيل الكلي |
| Transformer Efficiency | كفاءة المحول |
| Truth Table | جدول الحقيقة |
| Unbalanced Power Supply | مصدر قدرة غير متزن |
| Under and Over Frequency Relay | الحماية من انخفاض التردد وارتفاعه |
| Under and Over Voltage Protection | الحماية من انخفاض الفولتية وارتفاعها |
| Up/Down Counter | عداد تصاعدي/ تنازلي |
| Up Counter | عداد تصاعدي |
| Voltage Rating | الفولتية المقررة |
| Voltage Transformer | محول فولتية |

تم بحمد اللّه