إدارة المناهج والكتب المدرسية

كهرباء المركبات

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 على البريد

الإلكتروني: Email: 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 (٢٠٢٠/١٧)، تاريخ ٢٠٢٠/٥/٤م، بدءًا من العام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠٢١م.

حقوق الطبع جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمان – الأردن ص ب: (١٩٣٠)

الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(٢٠٢٠/٧/٢٣٧١)
ISBN: 978-9957-84-960-3

اللجنة الضابطة لتأليف هذا الكتاب

د. أسامة كامل جرادات — م. عادل أحمد ممتاز
د. زبيدة حسن أبوشويمة — م. حمد عزات أحمرو
م. باسل محمود غضية — م. عبد الناصر سعيد حماد
بكر صالح عليان — م. عبد المجيد حسين أبو هنية
م. حمّاد محمد أبو الرشتة

اللجنة الفنية

د. زايد حسن عكور

التحرير العلمي: م. حمّاد محمد أبو الرشتة — التصميم: عائد فؤاد سمور
التحرير اللغوي: د. خليل إبراهيم القعيسي — التحرير الفني: أنس خليل الجرابعة
الإنتاج: سليمان أحمد الخلايلة

دقق الطباعة وراجعها: م. حمّاد محمد أبو الرشتة

الطبعة الأولى (التجريبية) ١٤٤١هـ/ ٢٠٢٠م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٦
المسوغات	٨
إرشادات الطلبة	٩
الوحدة الأولى: أساسيات الكهرباء	١٣
أولًا: أساسيات الكهرباء	١٦
البادئات القياسية في النظام العالمي للموحدات (Si)	١٨
العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي	١٩
المواد الموصلة للكهرباء والمواد العازلة للكهرباء والمواد شبه الموصلة للكهرباء	٢٠
التمرين الأول: التعرف إلى العُدَد والأدوات المستعملة في مشغل كهرباء المركبات	٢٤
الدارة الكهربائية البسيطة	٢٨
فرق الجهد والتيار والمقاومة	٢٩
الدلالة الرقمية لألوان المقاومات	٤١
طرائق توصيل المقاومات الكهربائية	٤٧
التمرين الثاني: توصيل مجموعة من المقاومات: (توصيل على التوالي، توصيل على التوازي، توصيل مركب)، وقياس قيمة المقاومة المكافئة	٥٤
قانون أوم	٥٧
التمرين الثالث: التحقق من قانون أوم	٦٠
القدرة والطاقة الكهربائية	٦٣
الرموز الكهربائية ودلالاتها	٦٥
ثانيًا: أجهزة القياس	٦٧
التعرف إلى جهاز القياس التناظري	٦٨
استعمال جهاز الأفوميتر الرقمي للقياس	٧١
التمرين الرابع: استعمال جهاز الأفوميتر التناظري لقياس المقاومة	٧٣

الموضوع	الصفحة

التمرين الخامس: استعمال جهاز الأفوميتر التناظري لقياس فرق الجهد الكهربائي ٧٧
التمرين السادس: استعمال جهاز الأفوميتر التناظري لقياس التيار ٨١
قياس شدة التيار في الدارة الكهربائية مستعملًا جهاز الكلامبميتر ٨٤
وظائف جهاز فحص الأعطال وتشخيصها ٨٧
الأسلاك الكهربائية في المركبات ٨٧
التمرين السابع: التعرف إلى الأسلاك وطرائق توصيلها ولحامها ٩١
القياس والتقويم ٩٥
الوحدة الثانية: مصدر الطاقة الكهربائية (المراكم) ٩٧
أولًا :أنواع المراكم، خصائصها وتركيبها ١٠٠
مكونات المراكم الرصاصية ١٠٥
تحضير المحلول الحمضي الخاص بالمراكم ١٠٩
التمرين الأول: نزع المركم عن المركبة ١١٠
التمرين الثاني: فحص مستوى المحلول داخل المراكم ١١٣
قياس كثافة المحلول ١١٦
التمرين الثالث: قياس كثافة محلول المراكم ١١٨
شحن المراكم الرصاصية ١٢١
التمرين الرابع: فحص فولتية المركم ١٢٤
التمرين الخامس: شحن المركم شحنًا بطيئًا ١٢٧
التمرين السادس: شحن المركم شحنًا سريعًا ١٣٢
أعطال المراكم الرصاصية ١٣٧
التمرين السابع: فحص المركم عند التحميل ١٣٨
التمرين الثامن: تشخيص أعطال المراكم وتصليحها ١٤٢
المراكم القلوية ١٤٥

الموضوع	الصفحة

ثانيًا: توصيل المراكم (التوالي، التوازي) والخصائص الفنية للمراكم ١٥١
سعة المركم ١٥٦
الخصائص الفنية للمراكم والعوامل المؤثرة في اختيار المركم المناسب ١٥٨
صيانة المراكم ١٦١
تخزين المراكم ١٦٣
ثالثًا: استعمال الأجهزة الحديثة في فحص المراكم واكتشاف الأعطال ١٦٥
التمرين التاسع: استعمال جهاز قارىء البيانات الفنية في فحص المركم ١٦٨
القياس والتقويم ١٧٢
الوحدة الثالثة: أنظمة الإنارة في المركبات ١٧٤
أولًا: المصابيح المستعملة في المركبات ١٧٧
تصنيف المصابيح حسب التركيب ١٧٩
تصنيف المصابيح حسب الاستعمال ١٨٦
التمرين الأول: تحديد مواقع المصابيح في المركبة ١٩٢
التمرين الثاني: نزع المصابيح الأمامية والخلفية وإعادة تركيبها ١٩٥
ثانيًا: أنظمة الإنارة في المركبات وتوصيلاتها ٢٠٠
المصهرات المستعملة في المركبة ٢٠١
التمرين الثالث: نزع المصهرات عن صندوق المصهرات، وتفقدها وفحصها وإعادة تركيبها ٢٠٧
المرحلات ٢١٠
التمرين الرابع: نزع المرحلات وفحصها وتحديد صلاحيتها ٢١٦
دارات الإنارة في المركبات ٢١٩
دارة الإنارة الأمامية الرئيسة ٢١٩
التمرين الخامس: بناء دارة المصابيح الأمامية ذات المرحلات ٢٢٢
دارة إنارة مصابيح توقف المركبة ٢٢٥
التمرين السادس: بناء دارة مصابيح التوقف ٢٢٧

الموضوع	الصفحة

دارة إنارة الرجوع إلى الخلف ---- ٢٣٠
التمرين السابع: بناء دارة الرجوع إلى الخلف ---- ٢٣٢
دارة الإنارة الخافتة ---- ٢٣٥
التمرين الثامن: بناء دارة الإنارة الخافتة ---- ٢٣٧
دارة مصابيح الإشارة (الغمازات) ---- ٢٤٠
التمرين التاسع: بناء دارة مصابيح الإشارة ---- ٢٤٣
دارة مصابيح غرفة القيادة ---- ٢٤٦
التمرين العاشر: بناء دارة مصابيح غرفة القيادة ---- ٢٤٩
دارة مصابيح الضباب ---- ٢٥١
التمرين الحادي عشر: بناء دارة مصابيح الضباب ---- ٢٥٣
التمرين الثاني عشر: بناء دارة المصابيح الأمامية (مصابيح الزنون) ---- ٢٥٦
معايرة المصابيح (الأضواء) الأمامية ---- ٢٥٨
التمرين الثالث عشر (أ): معايرة المصابيح الأمامية وضبطها مستعملًا جهاز المعايرة ---- ٢٥٩
التمرين الثالث عشر (ب): معايرة إنارة المصابيح الأمامية وضبطها مستعملًا الشريط اللاصق والنقاط المرجعية ---- ٢٦٢
تشخيص أعطال أنظمة الإنارة، وبيان أسبابها وطرائق علاجها ---- ٢٦٥
أنظمة الإنارة الإلكترونية الحديثة في المركبة ---- ٢٦٨
القياس والتقويم ---- ٢٧١
قائمة المصطلحات ---- ٢٧٤

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيّدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، أمّا بعد، انطلاقًا من رؤية وزارة التربية والتعليم، وانسجامًا مع أهدافها بتطوير التعليم، جاء تطوير منهاج الكهرباء بدعم من الوكالة الكورية للتنمية الدولية (KOICA)، والوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)؛ ليواكب التغيير المتسارع والتطور التكنولوجي المستمر، فأوكل تنفيذ هذا المنهاج إلى مركز هندسة العقول للتدريب والاستشارات لتنفيذه، بإشراف كادر متخصص من الخبراء والفنيين التابعين لوزارة التربية والتعليم الأردنية، وَفْقًا لمنهجية التدريب المبني على أساس وحدة الكفاية (CBT)، وأُعدّت المواد التعليمية والتدريبية وَفْقًا لمنهجية (5Es) ما يحقق المعايير المهنية لسوق العمل، ويؤدي إلى تقليل الفجوة التدريبية بين التدريب والممارسة في سوق العمل في مجال كهرباء المركبات؛ لإكساب الطلبة المهارات الأدائية والنظرية والاتجاهية كلها، المتعلقة بمهنة كهرباء المركبات، وقد طوّرت الوزارة المناهج تماشيًا مع حاجات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتع بمهارات حياتية ومهنية، مبنية على أساس كفايات سوق العمل، حيث يرتكز إعداد هذا المنهاج على المعرفة العلمية والخبرات العمليّة، ودمج المعرفة النظرية بالتطبيق العملي عَبْرَ إستراتيجيات تعليمية وتدريبية حديثة (5Es)، حيث تعتمد هذه الإستراتيجية المتبعة في إعداد المنهاج على الطالب (المتدرب) محورًا للعملية التعلمية، فحرصنا على أن يتميزوا بالبحث عن المعرفة وأن يحللوها لتتولد لديهم معرفة جيدة، ويتواصلوا مع الآخرين بطرائق متعددة بصورة لائقة، ملتزمين أخلاقيات العمل الجماعي، ويمارسوا التفكير الناقد والإبداعي في حل المشكلات بصورة علمية، مستثمرين ذلك في اتخاذ القرارات.

قُسّم الصف الحادي عشر ست وحدات دراسية، يتعرّف الطالب في الوحدة الأولى أساسيات الكهرباء، وفي الوحدة الثانية مصدر الطاقة الكهربائية (المراكم)، وفي الوحدة الثالثة أنظمة الإنارة في المركبات، وفي الوحدة الرابعة أساسيات الإلكترونيات، والوحدة الخامسة نظام التوليد والشحن، والوحدة السادسة نظام بدء الحركة (السلف).

وقد روعي في هذا الكتاب إدراج كثير من الصور، والرسوم التوضيحية، والأشكال، والجداول،

والأنشطة، والقضايا البحثية، والزيارات الميدانية؛ ليحصل الطالب على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوعة، وأُتبع الكتاب بالمصطلحات الإنجليزية؛ لتسهيل مهمة الدارسين والمهتمين وخاصة عمليات البحث.

مرّ هذا الكتاب بمراحل عدةّ حتى أُنجز بالصورة التي بين أيديكم، بدأت بدراسة الحاجات وتحليلها، وتمثلت بالمسح الميداني الذي نُفّذ عَبْر حصر الكفايات المهنية لتخصص كهرباء المركبات، التي يحتاجها القطاعان: العام والخاص، ثم وضع هذه الكفايات بما يسمى الإطار العام للتخصص، ووضع النتاجات العامة والخاصة، وتطوير الخطة الدراسية، ثم إعداد محتوى التعلم (كتاب الطالب)، كمرحلة أولى يتبعه دليل المعلم، وأخيرًا، المنهاج.

الشكر الجزيل لكل من أسهم وشارك في إبراز هذه الكتاب، ليكون أحد مصادر المعرفة المتاحة للجميع، سواء العاملون في وزارة التربية والتعليم أو العاملون في القطاعين: الحكومي والخاص، ونخص بالذكر لجنة الإشراف على هذا الكتاب، التي أدّت دورًا كبيرًا في إبراز سمات التطوير لتحقيق هدف إحداث التنمية الشاملة.

والله وليّ التوفيق

المسوغات:

يُعدّ التعليم الثانوي الصناعي أحد فروع التعليم المهني، الذي تتبناه وزارة التربية والتعليم، لإعداد الكوادر المهنية المدربة دعمًا للاقتصاد الوطني الأردني. تخصص كهرباء المركبات من التخصصات الضرورية المهمة، التي تسعى إلى تطوير مهارات التفكير لدى الطلبة وحل المشكلات التي تواجههم، وإغنائهم بالمعرفة النظرية، والمهارات العملية، والاتجاهات، والقيم الإيجابية، ما يمكنهم من إيحاد حلول مبتكرة للمشكلات التي تواجههم، واتخاذ القرار الصيح بشأنها عند مزاولتهم المهن في الحياة العملية.

بهذا التخصص، نسعى إلى غرس مبادي ء العمل، وقيمه، واحترامها لدى الطلبة، وَفْقًا لتعاليم الديت الإسلامي، وقيمها الإنسانية، والأخلاق العربية، بالإضافة إلى إعداد الطلبة للعمل وتأمين الحياة الكريمة لهم، مسلحين بكفايات فنية متميزة، تمكنهم من مواجهة تحديات العصر، وتؤمن لهم حياة كريمة.

يُعدّ هذا التخصص رافدًا مهمًّا للكوادر الفنية المؤهلة القادرة على التكيف مع المتطلبات الحالية والمستقبلية، والحاجات المتغيرة، ما يؤثر إيجابًا في سوق العمل، ويسهم في إعداد طلبة قادريين على إدارة الوقت واستثماره، وربط المعرفة الفنية والنظرية والمهارات التي تلقوها بحياتهم العملية، ما يحقق رؤية وزارة التربية والتعليم. في مجال الاقتصاد المبني على المعرفة.

إن تخصص كهرباء المركبات معني بتزويد الطلبة بما يأتي:

- معارف ومهارات أساسية في مجال كهرباء المركبات.
- مهارات تخصصية لإجراء التشخيص والفحص، والصيانة، حسب معايير الشركة الصانعة.
- مهارات العمل الأساسية وقيمه، التي تنمي اتجاهات جديدة في تقدير المهنة وأخلاقياتها، والتعامل مع الآخرين بإيجابية.
- مهارات واتجاهات تساعدهم على التعلم الذاتي، والتعلم مدى الحياة.
- مهارات التفكير الإبداعي، التي تساعدهم على فهم ما يحيط بهم من تقنيات العصر في مجال كهرباء المركبات، وكيفية التعامل مع هذه التقنيات.

إرشادات للطلبة :

إرشادات مهنية	إداريات	احذر من

الكفاية التقنية Technical Competence

إن الكفاية التقنية تركز على نقل المعرفة عَبْر عمل المشروع، وتنفيذ المشاريع عمومًا يعتمد على الخطوات الست الآتية:

إرشادات مهنية

عليك العمل عَبْر أسلوب المشاريع في ست خطوات، وهي كما يأتي:

١ - الحصول على المعلومات Informing

بناءً على تعريف المشروع، يجب أن يحصل المتدربون على صورة واضحة للحل النهائي بما في ذلك التفاصيل. ويتحقق ذلك عَبْرَ تحليل وثائق المشروع تحليلًا منهجيًّا وطرح الأسئلة إذا لزم الأمر.

من الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

- ماذا يفترض أن أفعل؟
- هل فهمت المهمة المطلوبة بصورة دقيقة؟

٢ - التخطيط Planning

التخطيط يعني أن تُعِدّ نفسك عقليًّا وتتوقع التنفيذ الفعلي، ويتطلب التخطيط الكفاءة في معالجة أمر المشروع وتنظيم خطواته.

والأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

- كيف أمضي قدمًا في تحقيق المهمة المطلوبة؟
- ما المعلومات المطلوبة؟
- ما المساعدات المتاحة؟

٣- اتخاذ القرار Deciding

بعد مرحلة التخطيط، يقرر المتدربون الوسائل المساعدة الضرورية والمطلوبة، مثل: ما أوراق البيانات اللازمة لمعالجة مهمة المشاريع؟ هل المهمة المطلوبة ستنفذ فرديًّا أم جماعيًّا؟

ومن الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة؟

- ما الأدوات والمستلزمات التي ستُستعمل في التمرين؟
- هل استُعملت مصادر المعلومات المتوافرة جميعها؟
- هل التزمت متطلبات السلامة؟

٤- التنفيذ Executing

تُنفّذ المهمة بعد تطبيق الخطوات السابقة.

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

بعد إنتاج الحل المكتوب، يجب إجراء فحص أو الطعن بالنتائج التي توصّل إليها.

من الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

هل اخترت التسلسل الصحيح لإنجاز المهمة؟

٥- التدقيق Checking

يفحص المتدربون النتائج، من الممكن مقارنة النتيجة بوثائق الشركة المصنعة، ويجب التحقق من القياسات لمعرفة ما إذا كانت القراءات واقعية أم لا.

من الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

- هل أنجزت أهداف المشروع؟
- هل اقتنع المدّرب والمعلم بالنتائج؟

٦- التقييم Evaluation

في مرحلة التقييم النهائية، ينبغي لنا استعمال المقارنة بين وثائق ترتيب المشروع والنتائج العملية من حيث الأداء والقيم، أساسًا لإجراء تقييم خارجي أو تقييم ذاتي، وينبغي لنا تحليل الأخطاء وأسبابها وإمكانية تجنبها في المشاريع المستقبلية. ويجب أن يتعلم المتدرب تقييم قوته، وضعفه، وتطوير معايير الجودة الموضوعية للتطبيق في طريقة عمله التي ستكسبه أخيرًا الكفاءة الشخصية، ويمكن إنهاء هذا التقييم عَبْرَ المناقشة في التقنية.

أخلاقيات العمل في مهنة كهرباء المركبات

أخلاقيات مهنة كهرباء المركبات مجموعة من القواعد والآداب السلوكية والأخلاقية، التي يجب أن تصاحب العاملين في مهنة كهرباء المركبات في تعاملاتهم مع الزبائن، والتجار، وزملاء المهنة الآخرين، وتجاه المجتمع كله، هي قيمة تعتمد على العمل الجاد والاجتهاد، وتعبّر عن الإيمان بفائدة العمل الأخلاقية، وعن قدرته على تعزيز الشخصية، حيث إن أخلاقيات المهنة جزء من منظومة الأخلاق عمومًا، ومَن يمارس مهنة كهرباء المركبات، يواجه أنواعًا خاصة من المحكمات ذوات الطبيعة الأخلاقية، ويتعين عليه أن يتعلم مواجهتها منهجيًّا، من هذه القواعد والآداب التي يجب على المتدرب التزامها:

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 المسكونة.

٥- تجنب الممارسات المدمرة للبيئة أو الضارة بالمجتمع.

٦- تجنب الرشوة، والمنافسة غير الشريفة.

٧- تجنب أعمال ذات مردودٍ ماليٍّ متدنٍ نتيجة ضغط التنافس، مما يترتب عليه تقديم خدمة ذات مستوى متدنٍ.

١ الوحدة الأولى

أساسيات الكهرباء

المحاور الفرعية

أولًا: أساسيات الكهرباء.

ثانيًا: أجهزة القياس.

ثالثًا: المعدات والعُدد اليدوية.

النتاجات

يتوقع من الطالب أن:

- يتعرّف مفهوم التيار المستمر، وطرائق توليده، واستعمالاته.
- يتعرّف مفهوم المتغيرات الكهربائية: (المقاومة، والتيار، والفولتية).
- يتعرّف طرائق توصيل المقاومات: (التوالي، التوازي، المركّب).
- يتعرّف مكونات الدارة الكهربائية البسيطة (المفتوحة والمغلقة).
- يحسب المتغيرات في الدارة الكهربائية الأساسية، مستعملًا قانون أوم.
- يتعرّف مفهوم القدرة والطاقة الكهربائية.
- يتعرّف الأمور الواجب مراعاتها عند استعمال أجهزة القياس الكهربائية.
- يتعرّف الرموز المستعملة في أجهزة القياس.
- يتعرّف أنواع الأجهزة المستعملة.
- يتعرّف أنواع العُدد اليدوية.
- يتعرّف أنواع المعدات المستعملة.
- يستعين بتكنولوجيا المعلومات عند استقصاء المعرفة الحديثة، في مجال أجهزة القياس.

الأنشطة والتمارين

يتوقع من الطالب أن:

- يضبط جهاز الأفوميتر لقياس المتغيرات الكهربائية الأساسية: (المقاومة، والتيار، والفولتية).
- يوصل مجموعة من المقاومات: (التوالي، التوازي، والمركّب)، ويقيس قيمة المقاومة المكافئة.
- يقيس قيم مقاومات مختلفة، مستعملًا (الأوميتر)، ويقارنها بالقيم المقروءة عَبْر الألوان.
- يقيس قيمة التيار وفرق الجهد الكهربائي لدارة كهربائية بسيطة، مستعملًا الأميتر، والفولتميتر.
- يتحقق من قانون أوم.
- يضبط جهاز الأفوميتر قبل استعماله في القياس.
- يتعرّف الأسلاك وطرائق توصيلها، ولحامها.
- يلتزم قواعد الأمن والسلامة المهنية.

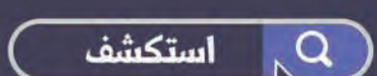
أولًا: أساسيات الكهرباء

النتاجات

- يبني دارات التيار المستمر، ويقيس متغيراتها.
- يستعمل جهاز الأفوميتر.

تعليمات السلامة العامة:

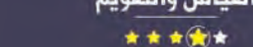
- ☑ أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ تمرين الاستكشاف، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.



روابط التعلم الإلكتروني:

للاستزادة ارجع إلى القرص المدمج (CD) المرفق بالكتاب، وشاهد المحتوى الخاص بأساسيات الكهرباء.

القياس والتقويم



اكتشف العالم البريطاني مايكل فاراداي إمكانية توليد الكهرباء في عام ١٨٢٠م، عَبْر تحريك سلك موصل بين قطبي مغناطيس؛ ما يؤدي إلى تحرك الإلكترونات المشحونة في السّلك، وتكون حركة الإلكترونات سالبة الشحنة الكهربائيّة محكومة بقوى التّجاذب بينها وبين الجسيمات المشحونة بشحنة موجبة، وقوى التّنافر التي تنشأ بينها وبين الجُسَيْمات المشحونة بشحنة سالبة، فقد بدأ تاريخ الكهرباء مع المخترع ويليام جيلبرت، إذ عكف هذا العالم على دراسة علم الكهرباء، وكانت الكهرباء قبل ذلك الوقت محصورة في امتلاك الحجر خصائص مغناطيسية، وأن فرك العنبر والنفث فيه، من شأنه أن يجذب أجزاء من الأشياء لبدء مرحلة الالتصاق، بعد ذلك وسع عديد من المخترعين الأوروبيين، مثل: أوتو فون من ألمانيا، وتشارلز فرانسوا من فرنسا، وستيفن من بريطانيا نطاق المعرفة، وصولًا إلى اكتشاف توماس أديسون مخترع اللمبة المضيئة، فقد اضطر الناس قبل اختراع الكهرباء، إلى البحث عن الطاقة في أي مكان عندما يحتاجونها، كانوا يحرقون الأخشاب أو الفحم أحيانًا طلبًا للدفء، وطهي الطعام، إلا أن الأمور تغيرت بعد اختراع الكهرباء، حيث أتيحت صناعة الطاقة في مكان واحد، ثم نقلها مسافات طويلة، وأتيح تشغيل السيارة بالطاقة بواسطة البنزين، وشحن الهاتف المحمول، حتى أصبحت الكهرباء من أهم الاختراعات التي غيرت حياتنا نحو الأفضل، وأصبحت جزءًا من حياتنا اليومية، لا يمكن الآن أن نعيش من دون كهرباء، ولا يمكننا الاستغناء عن المصابيح الكهربائيّة، وعن معظم الأجهزة الكهربائيّة في بيوتنا، ومكاتبنا، وعن الأجهزة الطبيّة التي يعتمد تشغيلها على الكهرباء، من ثمَّ؛ أصبح ترشيد استعمالها ضرورة ملحة؛ فقد أمر الدين الإسلامي بعدم التبذير؛ وترشيد استهلاك الطاقة يحافظ على ديمومتها، وجني فوائد كثيرة تعود على الفرد والمجتمع إذا رُشّد استهلاك الطاقة حسب الأصول، الطّاقة الكهربائيّة.

البادئات القياسية في النظام العالمي للوحدات (SI)

تُستعمل البادئات القياسية في النظام العالمي للوحدات (SI) بناءً على الجدول الآتي:

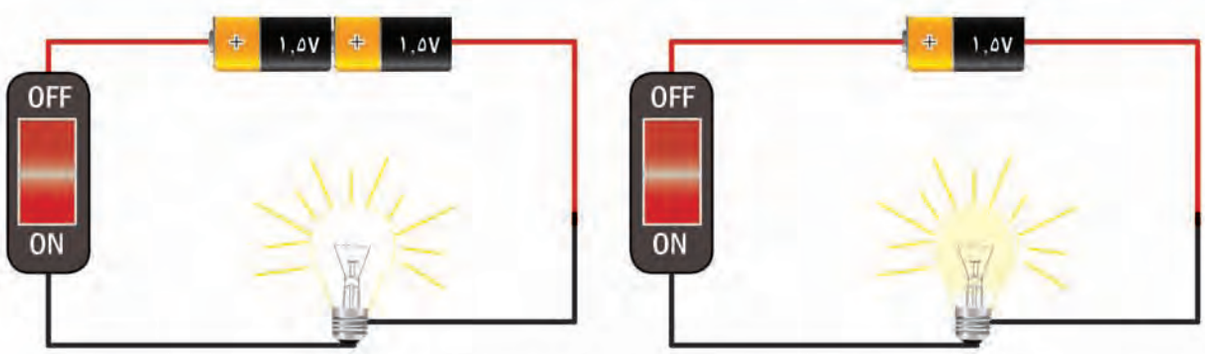
البادئات (الرمز)	القوة	المنزلة العشرية (الصورة العددية)
بيكو	10^{-12}	جزء من ترليون
نانو	10^{-9}	جزء من مليار
مايكرو	10^{-6}	جزء من مليون
ميللي	10^{-3}	جزء من ألف
سنتي	10^{-2}	جزء من مائة
ديسي	10^{-1}	جزء من عشرة
ديكا	10^{1}	عشرة
هكتو	10^{2}	مئة
كيلو	10^{3}	ألف
ميغا	10^{6}	مليون
جيجا	10^{9}	مليار
تيرا	10^{10}	تريليون

أساسيات الكهرباء

ما التيار الكهربائي المستمر، وما الفرق بينه وبين التيار الكهربائي المتناوب؟

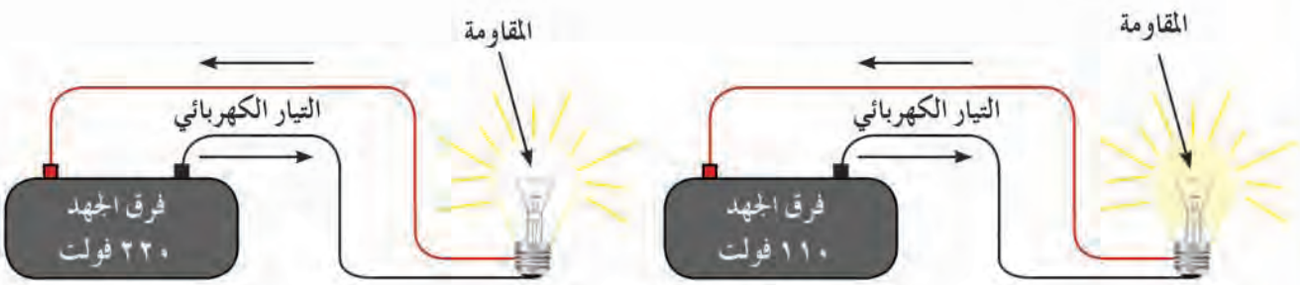
العلاقة بين فرق الجهد والتيّار الكهربائي

لو كانت لديك دارة كهربائية بسيطة مكونة من: مصباح، وبطارية، وأسلاك توصيل، ومفتاح كهربائي، ماذا تتوقع أن يحصل لو أضفنا بطارية أخرى إلى الدارة، كما في الشكل (١-١)؟



الشكل (١-١): دارة كهربائية بسيطة.

لعلك لاحظت أن إنارة المصباح أصبحت أقوى عندما أضفنا بطارية أخرى، ما يدل على أن شدة التيار الكهربائي المار في الدارة قد ازدادت،كما في الشكل (١-٢)، بسبب زيادة فولتية المصدر، وعَبْرَ بطاقة التعلم بعنوان: (اقرأ وتعلم)، ستتعرف العلاقة بين الفولتية، والتيّار الكهربائي، والمقاومة الكهربائية في الدارات الكهربائية والإلكترونية، والمفاهيم والقوانين ذات الصلة بالموضوع.



فرق جهد منخفض = تيارًا منخفضًا

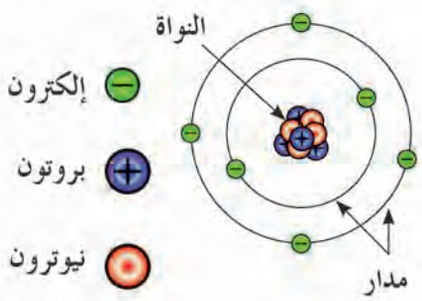
فرق جهد مرتفع = تيارًا منخفضًا

الشكل (١-٢): العلاقة بين الفولتية والتيار.

اقرأ.. وتعلم

المواد الموصلة للكهرباء، والمواد العازلة للكهرباء، والمواد شبه الموصلة للكهرباء

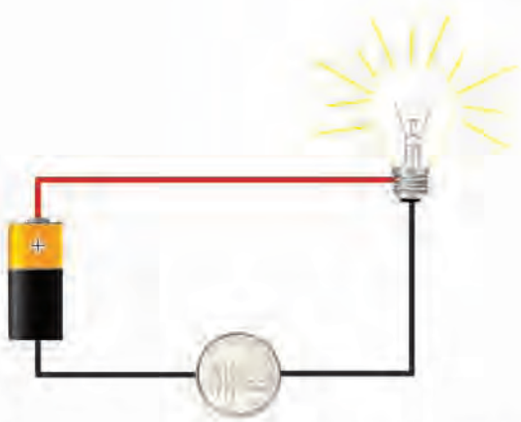
تُعدّ الذرة أصغر جزء في المادة حيث، وتتشكل الذرة من الشحنات السالبة (الإلكترونات)، التي تدور حول نواة موجبة الشحنة في المركز، وتكون الذرة متعادلة الشحنة بحالتها الطبيعية، وتصبح الذرة مشحونة بشحنة موجبة إذا فقدت إلكترونًا أو أكثر، وتسمى الذرة المشحونة بشحنة موجبة (أيونًا موجبًا)، وتصبح الذرة سالبة الشحنة، إذا اكتسبت إلكترونات جديدة، وتسمى الذرة المشحونة بشحنة سالبة (أيونًا سالبًا) ، وكلما ازداد عدد الإلكترونات الحرة في الذرة، ازدادت الموصلية الكهربائية لتلك المادة، يبين الشكل (١-٣) مكونات الذرة.



الشكل (١-٣): مكونات الذرة.

المواد الموصلة للكهرباء (Conductive Materials)

هي تلك المواد التي يمكن للإلكترونات في المدار الخارجي فيها أن تتحرر من ذراتها وتتحرك حركة عشوائية بين الذرات، وإذا تعرضت لفرق جهد، كوّنت الإلكترونات تيارًا كهربيًّا، أي أن المواد الموصلة، هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عَبْرَها كما في الشكل (١-٤)؛ لأن هذه المواد تحتوي عددًا كبيرًا من الإلكترونات الحرة، ومن أهم المواد الموصلة للتيار الكهربائي المعادن؛ لأن المعادن تحتوي عددًا هائلًا من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة، تحت تأثير قوة خارجية كمصدر جهد كهربائي، ومن أشهرها: الفضة، والنحاس، والذهب والألمنيوم، حيث يستعمل معدن النحاس بكثرة في الدارات والتوصيلات الكهربائية، و نادرًا ما تُستعمل الفضة أو الذهب بسبب ارتفاع ثمنها، وتختلف المواد الموصلة عن بعضها في درجة التوصيل للكهرباء ، فمثلاً معدن الفضة من أفضل المعادن توصيلًا للكهرباء يليه معدن النحاس، وقد رتب العلماء المعادن في جدول حسب درجة توصيلها ، والأساس المتبع في هذا الترتيب هو خاصية فيزيائية يسميها العلماء (الموصلية)، وهي خاصية من خصائص أية مادة تمثل قدرة هذه المادة على توصيل التيار الكهربائي ، فتكون المواد ذات الموصلية الكهربائية المرتفعة ذات قدرةٍ أعلى على تمرير التيار الكهربائي، وتتأثر الموصلية الكهربائية للمواد بتغير درجة الحرارة، فبعض المواد تزداد الموصلية الكهربائية لها عند رفع درجة حرارتها، مثل: السيلكون والجرمانيوم، وبعض المواد تزداد الموصلية الكهربائية فيها عند خفض درجة حرارتها مثل المعادن.



الشكل(١-٤): المواد الموصلة تسمح بمرور التيار الكهربائي عَبْرَها.

المواد العازلة للكهرباء (Insulating Materials)

مادة لا تسمح للتيّار الكهربائي بالمرور عَبْرَها، لذا؛ تُعزل الأسلاك الكهربائية بالمواد العازلة كما في الشكل (١-٥)، ومن أشهر المواد العازلة للكهرباء: الخشب، والبلاستيك، والمطاط، والهواء، فلا يمكن أن تجد حبلًا أو خيطًا مستعملًا لتوصيل التيار الكهربائي في دارة كهربائية، حيث إن الحبل والخيط مصنوعان من مواد عازلة للكهرباء، وللمواد العازلة أهمية كبيرة في تكنولوجيا الكهرباء؛ فهي توفر الحماية اللازمة للإنسان والممتلكات من مخاطر الكهرباء، لذا؛ تُستعمل المواد العازلة مثل البلاستيك؛ لتغطية الكابلات الكهربائية وحمايتها، وتُستعمل في صناعة المفاتيح الكهربائية، وعزل ملفات المحركات الكهربائية، وغيرها كثير من الاستعمالات الهامة للمواد العازلة في علم الكهرباء، لكن، من الضروري جدًّا معرفة أن هذه المواد تنهار(تفقد عازليتها)، إذا وضعت تحت تأثير فولتية كهربائية عالية جدًّا، وتسمى هذه القيمة من الفولتية فولتية الانهيار، وتُعدّ مادة البولي فينيل كلورايد (P. V. C)، المادة الخام الأكثر استعمالًا في صناعة المواد العازلة للكهرباء؛ لأنها عازلة جيدة للكهرباء، وعازلة جيدة للماء والرطوبة، ولديها استقرار كيميائي جيد ، ومقاومة للتآكل، و تُستعمل مادة البولي أثيلين التشابكي (Cross Linked Poly- Ethylene)(X.L.P.E)، في عزل الكابلات الكهربائية من الخارج ؛ لحماية الإنسان من الصعقات الكهربائية.

الشكل(١-٥): أسلاك كهربائية معزولة.

المواد شبه الموصلة (Semi-conductive Materials)

هي المواد التي تكون عازلة عند درجة حرارة الصفر المطلق، كلما ارتفعت درجة حرارتها، تخلّت عن عازليتها، من أهم المواد شبه الموصلة: السيلكون والجرمانيوم، وقد استُفيد من المواد شبه الموصلة في صناعة الإلكترونيات، مثل: الترانزستور، والخلايا الشمسية، والصمامات الثنائية (Diode)، والثنائيات الباعثة للضوء (L.E.D.S)، كما في الشكل (١-٦)، وتُعدّ ألواح الطاقة الشمسية من أهم مجالات استعمال المواد شبه الموصلة، حيث تحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

الشكل(١-٦): المواد شبه الموصلة للكهرباء.

فكّر

أي مصباح سيضيء من المصابيح الآتية؟ لماذا؟

نشاط للبحث والتفكير

ابحث في المراجع المختلفة عن: المواد الموصلة للتيار الكهربائي، والمواد رديئة التوصيل للتيار الكهربائي، والمواد شبه الموصلة للتيار الكهربائي، ثم أعدّ تقريرًا بذلك، وناقش زملاءك ومعلمك فيه، ثم دوّن ملاحظاتك في سِجّل الملاحظات.

التمارين العملية

التمرين الأول

التعرف إلى العُدَد والأدوات المستعملة في مشغل كهرباء المركبات.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تتعرف العُدَد والأدوات المستعملة في مشغل كهرباء المركبات.

يتوقع من المتدربين التزام التعليمات وشروط السلامة المهنية وقوانينها الآتية:

- معرفة قوانين السلامة المهنية الخاصة في بيئتي العمل والتدريب.
- معرفة دلالات لوحات السلامة المهنية.
- تطبيق توجيهات المسؤولين الخاصة بالسلامة المهنية.
- معرفة أنواع المخاطر المحتملة في بيئة العمل.
- معرفة طرائق الوقاية من المخاطر المحتملة في بيئة العمل وتطبيقاتها.
- التأكد من توافر معدات السلامة المهنية وتجهيزاتها، والتقيد التام بارتدائها في أثناء العمل.
- تقييم المخاطر وتخمينها وتحليلها.
- التأكد من أن مخارج الطوارئ سالكة وآمنة.
- التأكد من سلامة معدات مكافحة الحريق، وتوافرها بكميات مناسبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- متطلبات السلامة والصحة المهنية الخاصة بالمهنة. ٢- عُدد وأدوات خاصة في مهنة كهرباء المركبات.	

خطوات الأداء

١- ارتداء القفازات عند البدء بالعمل داخل مشغل كهرباء المركبات، انظر إلى الشكل (١).

٢- ارتداء الكمامات عند بدء العمل داخل المشغل؛ تفاديًا لاستنشاق أية غازات ناتجة عن المركبة في أثناء العمل، مثل: الغازات الناتجة عن خلايا المراكم عند صيانتها. انظر إلى الشكل (٢).

٣- ارتداء حذاء مناسب للعمل داخل المشغل، منعًا للانزلاق ومنع التوصيل الكهربائي بأرضية المشغل. انظر إلى الشكل (٣).

٤- التعرف إلى أنواع المفكات جميعها، المستعملة لفك البراغي وتثبيتها عند فك أجزاء المركبة وتركيبها. وحاليًا يتوافر المفك الكهربائي في المشاغل. انظر إلى الشكل (٤).

٥- استعمال مفاتيح الشق والرنك؛ لفك البراغي والصواميل وتثبيتها، انظر إلى الشكل (٥).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

٦- استعمال المفاتيح المجوفة البوكس؛ (sockets)؛ لفك البراغي والصواميل وربطها. انظر إلى الشكل (٥).

٧- استعمال القطاعة؛ لقطع الأسلاك وتعريتها، انظر إلى الشكل (٥).

٨- استعمال الملزمة؛ لتثبيت القِطَع على طاولة العمل، انظر إلى الشكل (٦).

٩- استعمال معدات السحب؛ لنزع المحامل (البيل)، انظر إلى الشكل (٧).

١٠- استعمال أدوات التزييت.

١١- استعمال المطرقة، إذا احتجنا للطرق على الأجزاء طرقًا خفيفًا.

١٢- استعمال الرافعة الهيدروليكية؛ لرفع المركبة إذا لزم الأمر. انظر إلى الشكل (٨).

الشكل (٥)

الشكل (٦)

الشكل (٧)

الشكل (٨)

الأنشطة العملية

اكتب تقريرًا مفصلًا عن: الأدوات، والعُدَد، والآلات المستعملة في مهنة كهرباء المركبات، مشتركًا أنت وزملاؤك فيه، ثم ناقش مدربك فيه.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل خطوة من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	فحص عراية الأسلاك.		
٢	فك البراغي والمرابط مستعملًا المفكات الموجودة في المشغل.		
٣	فحص المثقب داخل المشغل.		
٤	تنفيذ التجربة مراعيًا السلامة العامة.		

الدارة الكهربائية البسيطة

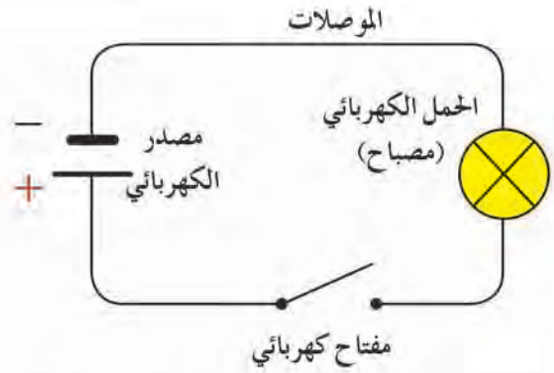
تتكون الدارة الكهربائية في أبسط صورها من المكونات الأساسية الآتية:

١- المصدر الكهربائي (Electrical Source): مصدر مرور التيار الكهربائي بسبب فرق الجهد بين طرفي المصدر، مثل: البطارية، ومولد الكهرباء .

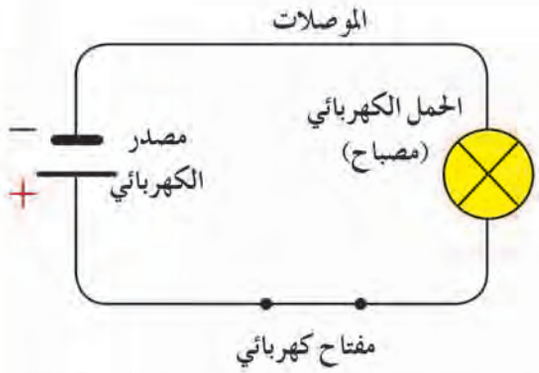
٢- الحِمْل الكهربائي (Electrical Load): يمثل جميع الأجهزة الكهربائية التي تستهلك الطاقة الكهربائية، وتحولها إلى طاقات أخرى مفيدة ونافعة، مثل: (المصباح، والتلفاز، والثلاجة، والمحركات الكهربائية، وغيرها).

٣- الموصلات (Conductors): تمثل الممرات التي يمر عبْرها التيار الكهربائي من المصدر إلى الأحمال الكهربائية، غالبًا ما تصنع من أسلاك نحاس أو ألمنيوم، ويُعدّ السلك النحاسي من أفضل الموصلات المستعملة في الدارات الكهربائية.

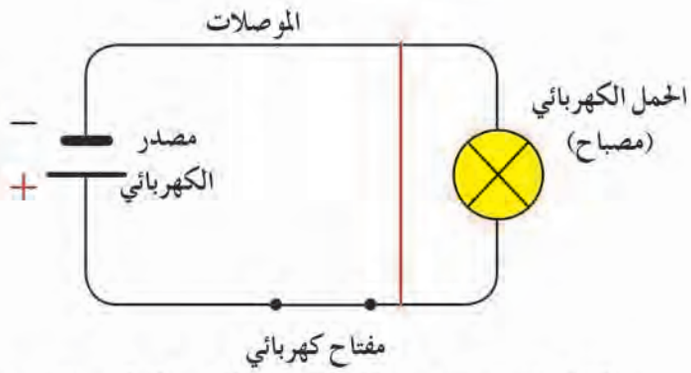
وتكون الدارة الكهربائية مغلقة كوْن جميع عناصر الدارة موصولة ببعضها بالموصلات الكهربائية، بحيث يمر التيار الكهربائي في الدارة المغلقة وهي تؤدي وظيفتها، وتكون الدارة مفتوحة عندما ينقطع اتصال أحد مكوناتها ويمنع مرور التيار الكهربائي عَبْرها، ويمكن إضافة مفتاح للدارة؛ لفتح الدارة أو إغلاقها، وتكون الدارة في حالة قصر (Short circuit)، عندما تكون الدارة ذات مقاومة صغيرة جدًّا مقتربة من الصفر، وتحدث دارة القصر إذا حصل اتصال مباشر بين طرفي المصدر، فيمر التيار الكهربائي بين طرفي المصدر دون المرور بالأحمال الكهربائية ودون المرور عَبْرَ المقاومات الكهربائية؛ لأن هذا بحسب قانون أوم يعني أن قيمة التيار ستكون كبيرة جدًّا مقتربة من اللانهاية، ومرور تيار شديد في أسلاك ذات مقاومة محدودة يسبب احتراق الأسلاك، أو انفجار الأجهزة، ولذلك تضاف عناصر حماية مثل المصهرات (Fuses)؛ لحماية الدارة من التيار الزائد في حال حدوث دارة قصر، يبين الشكل (١-٧- أ) الدارة الكهربائية البسيطة المفتوحة، ويبين الشكل (١-٧- ب) الدارة الكهربائية البسيطة المغلقة، كما يبين الشكل (١- ٧ - جـ): دارة كهربائية بسيطة في حالة القصر (شورت).



الشكل (١-٧-أ): الدارة الكهربائية البسيطة المفتوحة.



الشكل (١-٧-ب) الدارة الكهربائية البسيطة المغلقة.



الشكل (١-٧-جـ): دارة كهربائية بسيطة في حالة القصر (شورت).

فرق الجهد والتيار والمقاومة

فرق الجهد:

يعرف فرق الجهد أنه كمية الطاقة التي تدفع الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب، ويسمى أحيانًا الجهد الكهربائي، ويمكن تعريف الجهد عند أية نقطة في المجال الكهربائي أنها الشغل المبذول (بالجول)؛ لتحريك كولوم واحد من الشحنات الكهربائية بين نقطتين في المجال، أي أن كل (١) فولت، يساوي (١) جول من الشغل لكل (١) كولوم من الشحنة، وينتج عن حركة الشحنات تحويل الطاقة الكهربائية إلى أنواع أخرى من أنواع الطاقة، مثل: الطاقة الحرارية (مثل المكواة الكهربائية)، أو الطاقة الضوئية (مثل المصباح)، أو إلى طاقة حركية (كما في المحرك الكهربائي)، ويقاس الجهد بوحدة الفولت (**V**)، وهو الحرف الأول من كلمة (**Voltage**)، ويرمز إليه بالعربية بالحرف (ف)، و يمكن تعريف الفولت أيضًا أنه القوة اللازمة لتحريك تيار مقداره (١) أمبير، عبر موصل مقاومته (١) أوم، و يُمكن التعبير عنها أيضًا بوحدة (جول/كولوم)، ويتم الحصول على الفولتية من مصادر عدة مثل:

١-المصادر الكيميائية مثل المراكم الجافة، والمراكم السائلة (بطاريات المركبات): حيث تُنتَجُ الطاقة الكهربائية من التفاعلات الكيميائية في هذه المراكم.

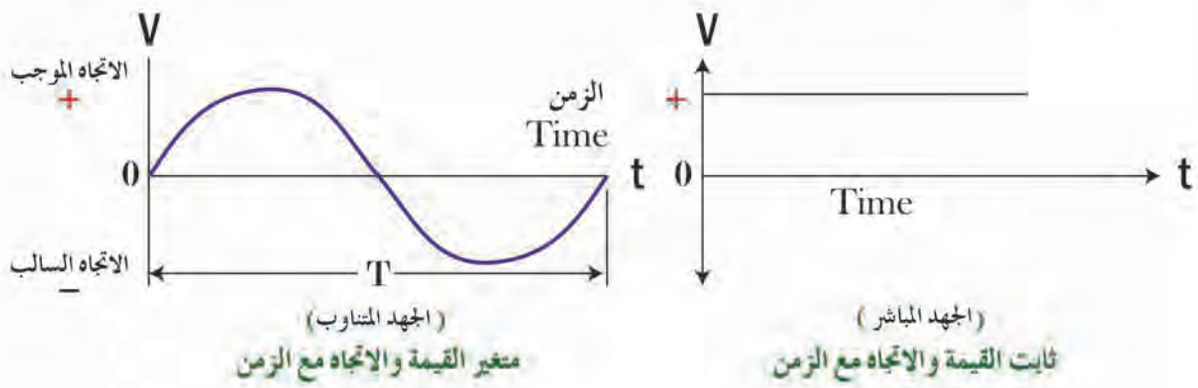
٢-المصادر الطبيعية، مثل: الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الجوفية، والطاقة الحركية لمياه السدود، والأنهار، والبحار، والشلالات.

٣-الطاقة النووية: تُنتَجُ الكهرباء من المفاعلات النووية.

ويتوافر الجهد الكهربائي بنوعين رئيسين، هما:

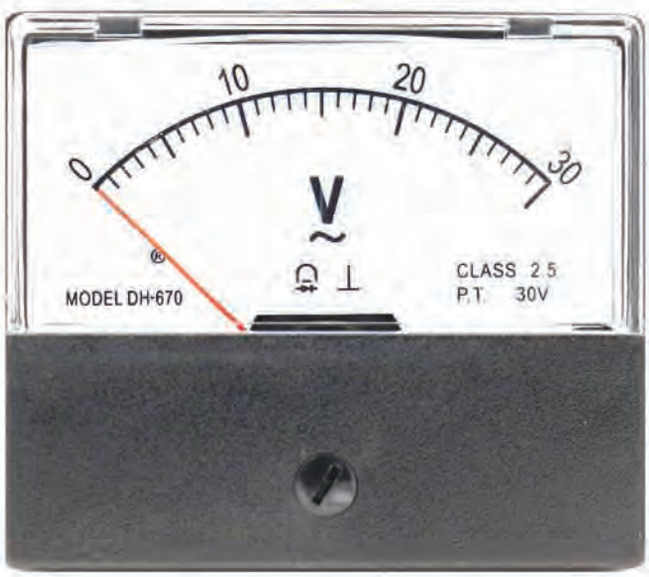
١-الجهد الكهربائي المباشر (**Direct Current Voltage**): هو الجهد الذي له قيمة ثابتة مع الزمن، أو هو الجهد الكهربائي الذي ينتج عنه تيار مباشر، وتكون قيمة تردده صفرًا، ويرمز إليه بالرمز (**DCV**).

٢-الجهد الكهربائي المتناوب (**Alternative Current Voltage**): هو الجهد الذي تتغير قيمته مع الزمن، وهو الجهد الكهربائي الذي ينتج عنه التيار الكهربائي المتناوب، ويرمز إليه بالرمز (**ACV**)، ويبين الشكل (١-٨) مقارنة بين منحنى الجهد الكهربائي المتناوب، والجهد الكهربائي المباشر.



الشكل (١-٨): مقارنة بين منحنى الجهد الكهربائي المتناوب، والجهد الكهربائي المباشر.

يستعمل جهاز الفولتميتر (**Voltmeter**) لقياس الفولتية، وهو مصطلح مركب من كلمتين: (فولت): وهي وحدة قياس الجهد الكهربائي، وميتر: هو جهاز القياس، حيث يوصل الفولت ميتر على التوازي في الدارة المراد قياس الجهد عليها، ولكي لا يؤثر جهاز القياس في الدارة الكهربائية، يجب أن تكون مقاومة الفولت ميتر الداخلية أكبر ما يمكن، ويجب الحذر عند قياس الجهد الكهربائي واتخاذ الاحتياطات كلها للوقاية من المخاطر الكهربائية؛ لأن قياس الجهد الكهربائي يتم في حالة التشغيل، ووجود مصدر كهربائي، يبين الشكل (١-٩)، جهاز قياس الفولتية (الجهد الكهربائي).



الشكل (١-٩): جهاز قياس الفولتية (الفولتميتر).

التيار الكهربائي

يعرّف التيار الكهربائي أنه: سيل من الشحنات الكهربائية تمر في موصل في وحدة الزمن، أو سيل من الإلكترونات الحرة التي تمر في موصل بفعل تأثير قوة دافعة خارجية، فالتيار الكهربائي يمثل معدل مرور الشحنات الكهربائية عبر دارةٍ ما خلال مدة زمنية معينة، وتقاس شدة التيار الكهربائي بوحدة الأمبير (**A**) وهو الحرف الأول من كلمة (**Ampere**)، ويعرف الأمبير أنه كمية من الشحنة مقدارها (١ كولوم)، تمر في موصل في زمن مقداره (١ ثانية)، ويرمز إلى التيار الكهربائي بالرمز (ت) باللغة العربية، أو بالرمز (**I**) باللغة الإنجليزية، ويتوافر التيار الكهربائي بنوعين رئيسين، هما: التيار المستمر (التيار المباشر)، والتيار المتناوب (التيّار المتردد)، وسوف

تتعرف في هذه الوحدة التيار المستمر وطرائق توليده واستعمالاته؛ لأن هذا التيار هو الذي تعمل بواسطته المركبات، أما النوع الآخر(التيار المتناوب)، فيُستعمل في المنازل والمباني ولا يستعمل في المركبات، ولكن يحتاج العاملون في مجال كهرباء المركبات إلى المعرفة الجيدة بأساسيات التيار المتناوب؛ لأن المركبات الحديثة التي تعمل بالكهرباء تُشحَن بمحول كهربائي خاص عَبْر تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر، وفي المركبات الهجينة يولّد تيار كهربائي متناوب، يُحوّل إلى تيار مباشر (مستمر)، ثم يُخزّن في المراكم ذات الجهد العالي.

١- التيّار المستمر (المباشر) (**Direct Current**): يرمز إلى التيّار المستمر بالرمز (**DC**)، ويسمى أيضًا التيار المباشر، ويعرّف التيار المستمر (المباشر) أنه: تدفق ثابت للإلكترونات من منطقة ذات جهد عالٍ (القطب السالب)، إلى أخرى ذات جهد أقل (القطب الموجب)، إذًا، فهو ثابت الشدة وموحد الاتجاه مع الزمن، أي أنه يمر في اتجاه واحد فقط، يبين الشكل (١-١٠)، منحنى التيار المستمر مع الزمن.

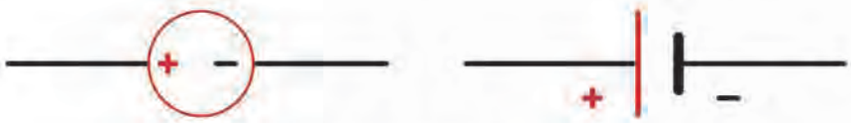
الشكل (١-١٠): منحنى التيار المستمر.

يظهر التيار المستمر في عديدٍ من التطبيقات المنخفضة الجهد، خصوصًا تلك التي تعمل بالمراكم التي تولد تيارًا مستمرًا فقط، كذلك في أنظمة الطاقة الشمسية، حيث إنّ الخلايا الشمسية بإمكانها توليد تيار كهربائي مستمر فقط، ويكون اتجاه مرور التيار داخل البطارية من القطب السالب إلى الموجب، واتجاه التيار اصطلاحيًّا في الدارات الكهربائية من الموجب إلى السالب ويسمى التيّار الاصطلاحي، (أي: أنه ضد اتجاهه داخل المركم)، وتُقسّم مصادر التيّار الكهربائي المستمر أربعة أقسام، هي:

أ - المراكم (البطاريات): حيث تُنتج الطاقة الكهربائية من التفاعلات الكيميائية.

ب- مولدات التيّار المستمر (**Dc. Generators**): وهي آلات تحوّل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية بواسطة التأثير الكهرومغناطيسي.

جـ- التقويم (التوحيد) (**Rectification**): وهي دارات كهربائية تحوّل التيّار المتناوب إلى تيّار مستمر. ويرمز إلى مصدر التيّار المستمر بأحد الرمزين الآتيين في الشكل (١-١١).



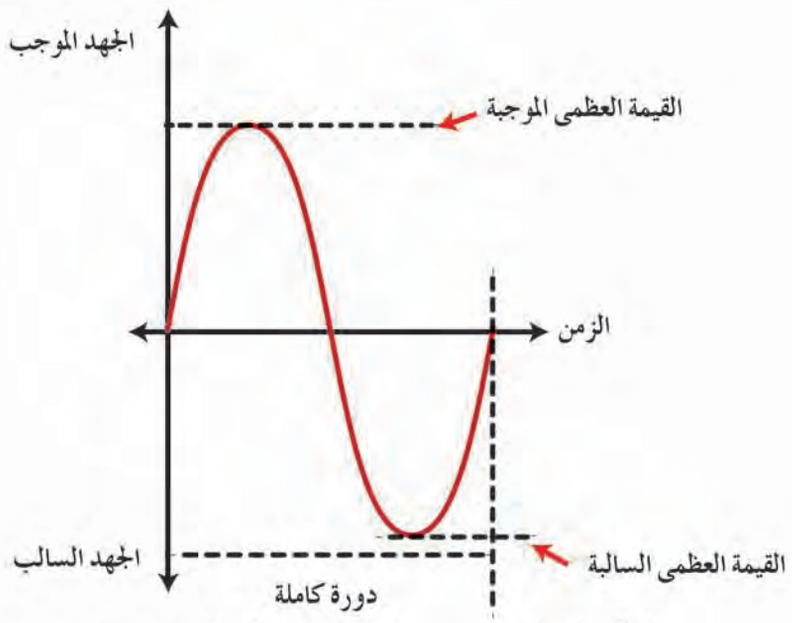
الشكل (١-١١): رمزا مصدر التيار المستمر.

د-الخلايا الشمسية: هي عناصر شبه موصلة تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

٢- التيّار المتناوب (المتردّد) (**Alternative Current**): هو التيار الكهربائي ذو الاستعمال الشائع في البيوت والمصانع، يرمز إلى التيار المتناوب بالرمز (**AC**)، وهو تيّار كهربائي تتغير قيمته واتجاهه مع تغير الزمن، وقد يكون أحادي الطور (**single phase**)، أو ثلاثي الأطوار(**three phase**)، يُشغل التيّار المتناوب أحادي الطور في الأردن الأحمال التي تعمل بفرق جهد مقداره: (٢٢٠-٢٤٠) فولت، أما التيّار المتناوب ثلاثي الأطوار، فيعمل على تشغيل الأحمال التي تعمل بفرق جهد مقداره (٣٨٠-٤٠٠) فولت، ويكون تردد هذا التيار دوريًّا، لأنه بعد مدة من الزمن مقدارها (**T**) يتكرر تغير التيّار وهذه المدة الزمنية تسمى (زمن الدورة)، أي أن مدة الدورة هي المدة الزمنية التي تستغرقها الدورة الواحدة للتيّار المتناوب، ويسمى عدد الدورات في الثانية الواحدة التردد (**Frequency**)، وهو يساوي مقلوب مدة الدورة، أي أن التردد يعطى بالعلاقة: (التردد = $\frac{١}{\text{الزمن الدوري}}$).

ويقاس التردد بوحدة تسمى (الهيرتز)، ويرمز إليها بالرمز (**HZ**)، وقيم التردد الشائعة هي (٥٠هيرتز، و٦٠ هيرتز)، والتردد المستعمل في الأردن ومعظم دول العالم هو (٥٠ هيرتز)، أما الولايات المتحدة الأمريكية، فتستعمل التردد (٦٠ هيرتز). ويرمز إلى مصدر التيّار المتناوب بالرمز (—~—).

يبين الشكل (١-١٢)، منحنى التيار المتردد (شكل الموجة الجيبية).



الشكل (١-١٢) : منحنى التيار المتردد (شكل الموجة الجيبية).

ويستعمل جهاز (الأميتر) لقياس شدة التيار الكهربائي المار في موصل، وعند استعمال هذا الجهاز، يجب توصيل جهاز القياس على التوالي مع الحِمْل، ويجب ضبط الجهاز ومعايرته قبل القراءة، وعدم لمس أقطاب الجهاز في أثناء الفحص؛ وذلك لوجود مصدر تيار، كما يجب ضبط مفتاح الاختيار على أعلى قيمة مدى للتدريج، ثم تخفيض المدى حسب الحاجة، وتكون مقاومة جهاز الأميتر الداخلية أقل ما يمكن؛ لعدم التأثير في دقة القياس.

يُستعمل جهاز قياس التيار الكهربائي ذو الفك المتحرك (Clamp meter) لقياس شدة التيار الكهربائي المتردد المار في موصل دون الحاجة إلى توصيله على التوالي مع الحِمْل الكهربائي، ويقاس بإغلاق الفك المتحرك حول الموصل (السلك الكهربائي) المراد فحص التيار المار فيه؛ بحيث يوضع كل موصل وحده داخل الفك؛ لأنه إذا جُمع بين أكثر من موصل داخل حلقة الفك، فسوف يلغي أحدهما المجال الكهربائي للموصل الآخر أو يؤثر

الشكل(١-١٣): جهاز قياس التيار الكهربائي ذو الفك المتحرك (كلامبميتر).

فيه، وتصبح محصلتهما (صفرًا) أو (تتأثر دقة القياس)، وفي هذه الحالة لا يستطيع الجهاز قياس القيمة، يبين الشكل (١-١٣)، جهاز قياس التيار الكهربائي ذا الفك المتحرك.

المقاومة الكهربائية (Electric Resistance)

هي مقدار ما تبديه المواد لمقاومة مرور التيار الكهربائي فيها (إعاقة مرور التيار)، وهي من أهم عناصر الحماية في الدارات الكهربائية، لأنها تُنظم شدة التيار بما يتناسب مع حاجة الأحمال الكهربائية ؛ لا يخلو جهاز كهربائي من مقاومات كهربائية في لوحاته الإلكترونية، ويرمز إلى المقاومة الكهربائية بالرمز (م) باللغة العربية، وبالرمز (R) باللغة الإنجليزية، وتقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم (Ohm) التي يرمز إليها بالرمز اللاتيني(Ω)، والموصل الذي مقاومته أوم واحد (1Ω)، هو الموصل القادر على تمرير تيّار كهربائي شدته واحد أمبير، إذا كان فرق الجهد بين طرفيه قيمته واحد فولت، ويُعرّف الأوم أنه: المقاومة الناشئة في دارة كهربائية عندما يحدث فرق الجهد مقداره فولت واحد، وتيار قيمته واحدًا أمبير، وتُمثل المقاومة الدارات الكهربائية مستعملاً الرمز الهندسي: (R)، وتصنف المقاومات الكهربائية كما يأتي:

١- **المقاومات الثابتة (Fixed resistors)**: المقاومة الكهربائية الثابتة هي مقاومة غير قابلة للمعايرة والضبط (لا يمكن تغييرها أو التحكم في قيمتها)، فتبقى قيمتها ثابتة لا تتغير، وتكتب هذه القيمة على جسم المقاومة بصورة مباشرة (بالأرقام) أو بصورة غير مباشرة (بالألوان)، مثل المقاومات الكربونية، وتندرج الأنواع الموضحة في الشكل (١-١٤)، تحت تصنيف المقاومات الثابتة.

الشكل(١-١٤): مقاومات ثابتة (كربونية).

أنواع المقاومات الثابتة:

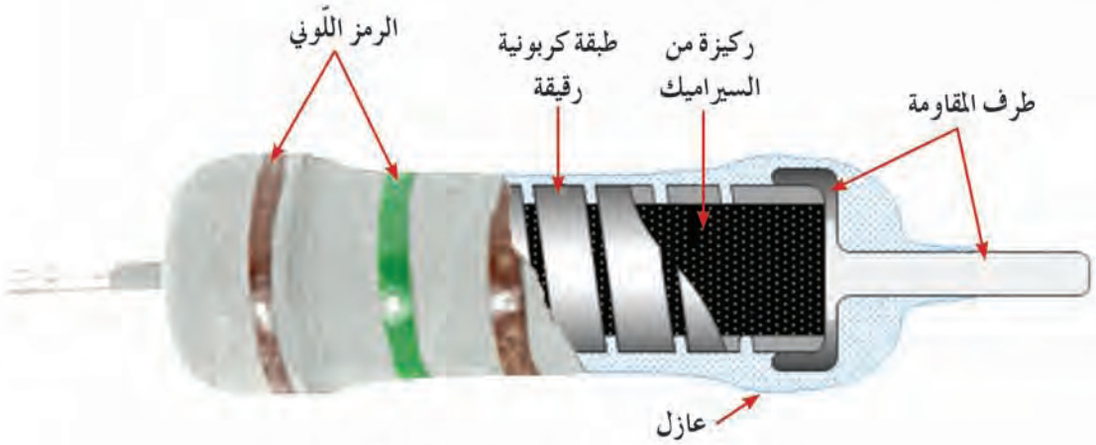
أ- **المقاومة الكربونية (Carbon Resistor)**: هي المقاومة التي تُصنع فيها المادة الموصلة من الكربون، وغالبًا ما تكون قيمة هذه المقاومات كبيرة، يبين الشكل (١-١٥) أحد أشكال المقاومات الكربونية.

الشكل(١-١٥): أحد أشكال المقاومات الكربونية

ب- **المقاومة السلكية (Wire Resistor)**: هي المقاومة التي تكون المادة الموصلة فيها سلكًا من التنجستون، أو الكروم، أو النيكل، ملفوفًا على جسم مقاومته (مادة عازلة مصنوعة من البورسلين، أو الباكليت، أو السيراميك)، تتراوح قيمتها من (١) أوم، وقد تصل إلى (٢٠٠ كيلو أوم)، أو أكثر، وتتحمل درجة حرارة تصل إلى (٣٥٠سيليسيوس)، ويجب أن تكون هناك مسافة بين كل لفه من لفات السلك، يبين الشكل(١-١٦)، أحد أشكال المقاومات السلكية.

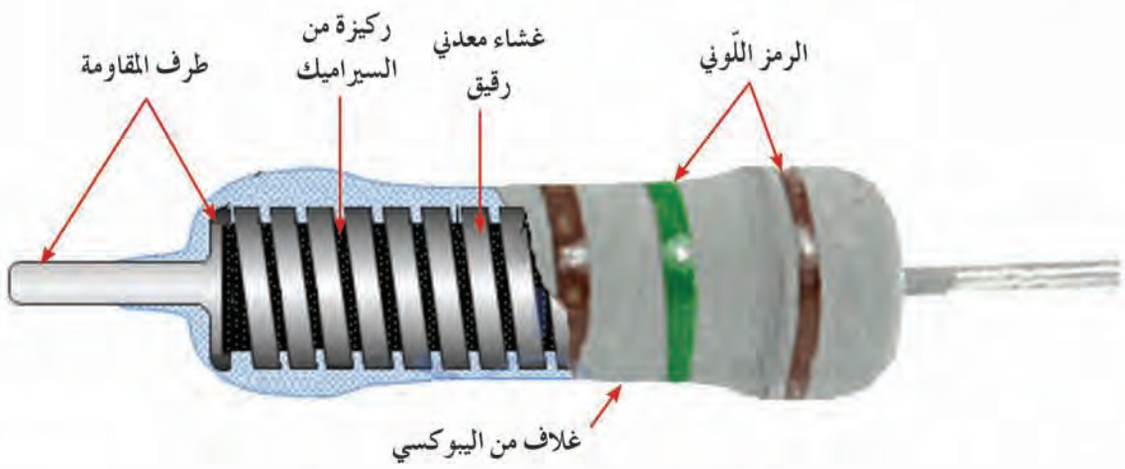
الشكل(١-١٦): أحد أشكال المقاومات السلكية.

جـ- **المقاومة ذات الغشاء الكربوني الرقيق (Carbon Film Resistors)**: تحتوي هذه المقاومة قلبًا مصنوعًا من مادة عازلة (خزفية) عالية الجودة تسمى الركيزة، وطبقة رقيقة جدًّا من الكربون حول المادة العازلة، تُستعمل هذه الأنواع من المقاومات على نطاق واسع في الدوائر الإلكترونية، كما في الشكل (١-١٧).



الشكل (١-١٧): المقاومة ذات الغشاء الكربوني الرقيق.

د- **المقاومة ذات الغشاء المعدني الرقيق (Metal Film Resistors)**: تحتوي هذه المقاومة قلبًا مصنوعًا من مادة عازلة (خزفية) عالية الجودة تسمى الركيزة، وطبقة رقيقة جدًّا من المعدن حول المادة العازلة، وغالبًا ما يُصنع هذا الغشاء الرقيق من خليط من أكاسيد المعادن، والنيكل كروم، أو من الزجاج المعدني (وهو خليط من الزجاج والمعادن)، كما في الشكل (١-١٨).



الشكل (١-١٨): المقاومة ذات الغشاء المعدني الرقيق.

هـ- **المقاومة ذات الغشاء السميك (Film Resistors Thick)**: مبدأ عمل المقاومة ذات الغشاء السميك، يشبه عمل المقاومة ذات الغشاء الرقيق، لكن الفرق أن المقاومة ذات الغشاء السميك تحتوي غشاء سميكًا من المواد العازلة تحيط بالقلب، ومن الأمثلة على المقاومات ذات الغشاء السميك المقاومة الشبكية (**Network Resistor**): هي شبكة من المقاومات توضع في غلاف واحد أسود اللون بأرجل عموديه، بدايتها تكون حرة، وتكون نهايتها موصله بنقطه واحده، يبين الشكل (١-١٩) أحد أشكال المقاومات الشبكية.

الشكل(١-١٩): شكل من أشكال المقاومات الشبكية (ذات الغشاء السميك).

عندما تتلف المقاومة الكربونية، تظهر آثار الحرق على جسمها الخارجي، ويتسبب تلف المقاومة بفتح الدارة الكهربائية (**Open Circuit**)، يبين الشكل (١-٢٠) تلف المقاومة الكربونية.

الشكل (١-٢٠): تلف المقاومة الكربونية.

٢- **المقاومات المتغيرة (Variable Resistors)**: المقاومة الكهربائية المتغيرة هي المقاومة التي يمكن أن تتغير قيمتها يدويًّا، أو تلقائيًّا تبعًا لتغير درجات الحرارة، أو تبعًا لتغير شدة الضوء، أو غيرها من المتغيرات، تتراوح قيمتها بين الصفر أوم تزداد بالتدريج يدويًّا حتى تصل قيمتها العظمى، ويمكن تثبيتها على قيمة معينة، وقد تصل قيمتها إلى (١٠) ميجا أوم، ومن أشهر أنواع المقاومات المتغيرة ما يأتي:

أ- البوتنشوميتر (**Potentiometers**): هي مقاومة متغيرة القيمة وقابلة للضبط يدويًّا، تُستعمل هذه المقاومة للتحكم في مستوى الجهد في الدارة الكهربائية، يتم التحكم في قيمة هذه المقاومة عَبْر تدوير عمود التحكم يدويًّا، كما في الشكل (١-٢١).

الشكل (١-٢١): مقاومة متغيرة القيمة وقابلة للضبط يدويًّا.

ب- الريوستات (**Rheostats**): وهي مقاومة سلكية متغيرة القيمة وقابلة للضبط يدويًّا، تتكون من نواة (قلب) من الخزف المغلف بقشرة عازلة، ومن الأمثلة عليها المقاومة السلكية: (**Wirewound resistors**)، حيث تصنع من لفات عدة من سلك معزول، ومعامل مقاومتها الحرارية منخفضة، ولوقاية مكونات المقاومة من تأثيرات الوسط المحيط، تغطى بطبقة واقية من الطلاء الزجاجي، يبين الشكل (١-٢٢) أحد أشكال المقاومات السلكية المتغيرة.

الشكل (١-٢٢): أحد أشكال المقاومات السلكية المتغيرة (ريوستات).

جـ- المقاومات الضوئية (**Photo Resistors**): تصنع هذه المقاومات من مواد حساسة للضوء مثل سلفيد الكاديوم ، كلما تغيرت شدة الضوء، تغيرت قيمة هذه المقاومة، وكلما تغيرت شدة الإضاءة الساقطة عليها، تغيرت قيمة المقاومة، يبين الشكل (١-٢٣) المقاومة الضوئية.

الشكل(١-٢٣): المقاومة الضوئية.

د- المقاومات الحرارية (**Thermal Resistors**) (ثيرميستور)، كلما تغيرت درجة الحرارة، تغيرت قيمة هذه المقاومة، ومن أنواعها :

١. المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب (**Positive Temperature Coeffecient**)، وهي مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة الحرارة، تغلف هذه المقاومة بالسيراميك أو البوليمر، وهذا النوع من المقاومات ترتفع مقاومته بارتفاع درجة الحرارة، وتستعمل عنصر الثايرمستور لحماية الأجهزة من ارتفاع الحرارة، مثل حماية المعالجات في الحاسوب، يبين الشكل (١-٢٤)، المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب.

الشكل(١-٢٤): المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب (PTC).

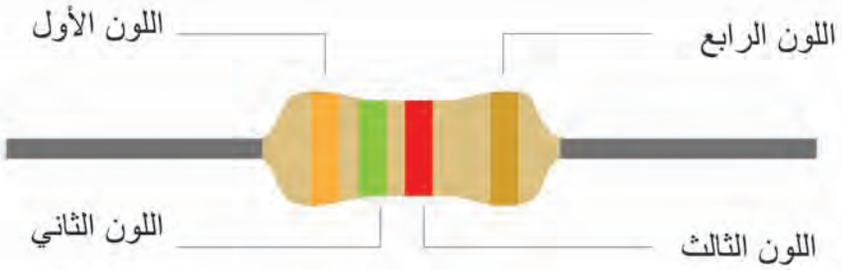
٢ . المقاومات ذوات المعامل الحراري السالب (Negative Temperature Coeffecient)
حيث تقل قيمتها بزيادة درجة الحرارة، وكلما ارتفعت درجة الحرارة، انخفضت قيمة المقاومة، وتُستعمل هذه المقاومة للحماية في تحديد اندفاع التيارات وحماية الأجهزة، كما في الشكل (١-٢٥)

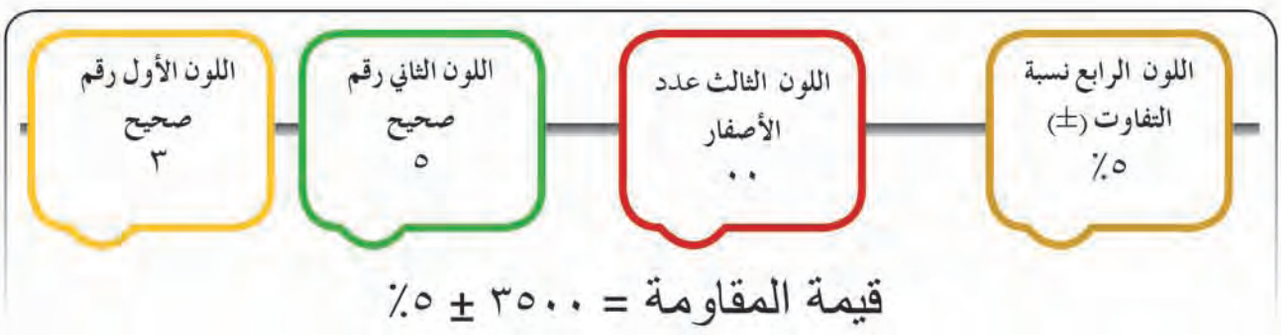
الشكل(١-٢٥): المقاومات ذوات المعامل الحراري السالب (NTC).

الدلالة الرقمية لألوان المقاومات

تُصنع بعض المقاومات بوضع حلقات دائرية ملونة عليها تُمكننا عَبْرَ هذه الألوان من معرفة قيمة المقاومة؛ يصعب كتابة قيمة المقاومة الكهربائية عليها لصغر حجمها، ويدل كل لون على قيمة معينة، وتُقرأ قيمة المقاومة من الشمال إلى اليمين، وتصنع بألوان عدة، سنذكر منها نوعين:

١ - **مقاومة لها أربعة ألوان:** يدل اللون الأول والثاني من الشمال على رقم اللون، واللون الثالث على القيمة المضروبة (عدد الأصفار). ويبعد اللون الرابع عن بقية الألوان؛ ليعبّر عن نسبة التفاوت (نسبة الخطأ) في القيمة (±)، كما في الشكل (١-٢٦).





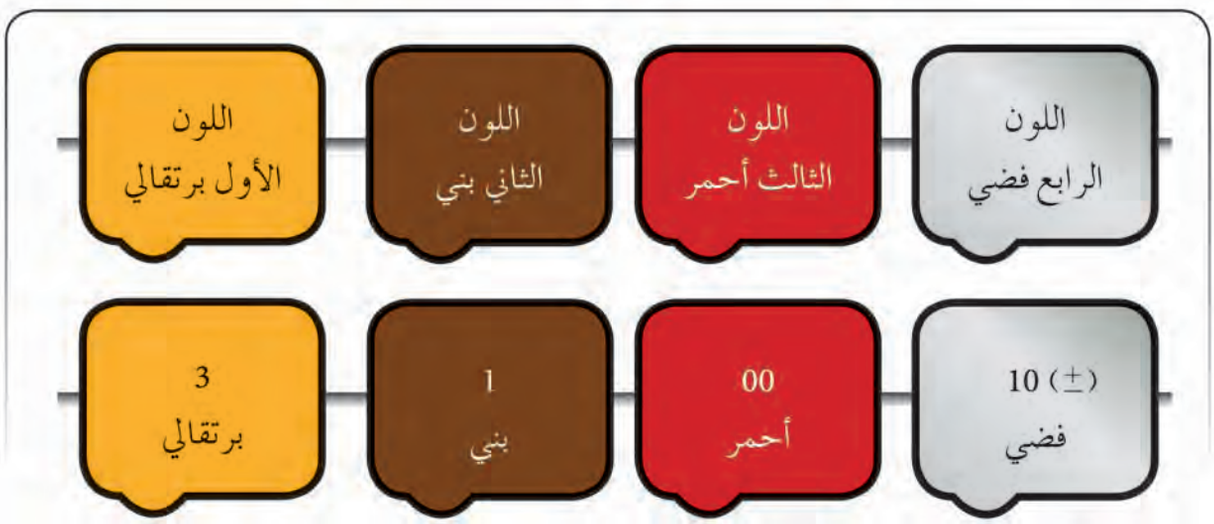
قيمة المقاومة = ٣٥٠٠ ± ٥٪

النطاق اللوني الرابع		النطاق اللوني الثالث		النطاق اللوني الثاني		النطاق اللوني الأول	
ذهبي	٥٪	فضي	X٠,٠١	أسود	٠	أسود	٠
فضي	١٠٪	ذهبي	X٠,١	بني	١	بني	١
		أسود	X١	أحمر	٢	أحمر	٢
		بني	X١٠	برتقالي	٣	برتقالي	٣
		أحمر	X١٠٠	أصفر	٤	أصفر	٤
		برتقالي	X١،٠٠٠	أخضر	٥	أخضر	٥
		أصفر	X١٠،٠٠٠	أزرق	٦	أزرق	٦
		أخضر	X١٠٠،٠٠٠	بنفسجي	٧	بنفسجي	٧
		أزرق	X١،٠٠٠،٠٠٠	رمادي	٨	رمادي	٨
				أبيض	٩	أبيض	٩

الشكل(١-٢٦): مقاومة لها أربعة ألوان.

مثال

مقاومة كربونية تتكون من أربعة أرقام، كما في الشكل (١-٢٧)، احسب قيمتها بواسطة لونها.



الشكل (١-٢٧): مقاومة كربونية تتكون من أربعة أرقام.

اللون الأول برتقالي = (٣)	٣
اللون الثاني بني = (١)	١
(اللون الثالث أحمر) بمعنى أن تضرب القيمة في ١٠٠	X ١٠٠
اللون الرابع فضي فتكون نسبة الخطأ ١٠(±)	١٠(±)

ذلك يعني أن المقاومة ١٠ ±% ٣١٠٠ = ٣١٠٠.

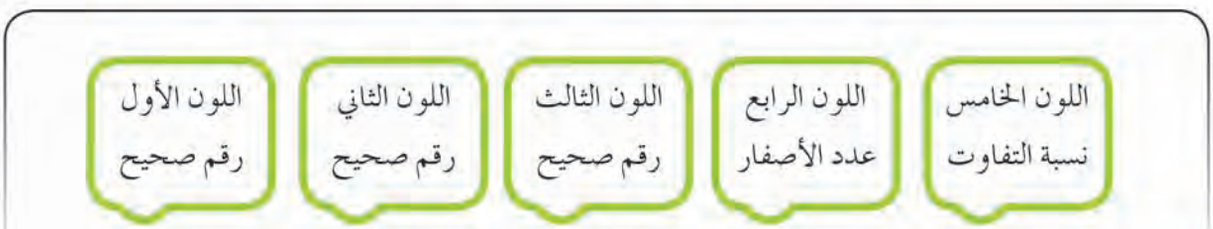
وإذًا، تكون قيمة المقاومة (إما ٣١٠٠ + ٣١٠ = ٣٤١٠)، وإما (٣١٠٠ − ٣١٠ = ٢٧٩٠).

أي أن قيمة المقاومة تتراوح بين (٢٧٩٠Ω و ٣٤١٠Ω).

فكر

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

٢- مقاومة لها خمسة ألوان: وفيها تدل الألوان: الأول، والثاني، والثالث، على رقم اللون، والرقم الرابع على القيمة المضروبة (عدد الأصفار) ويبتعد اللون الخامس عن بقية الألوان، ليعبّر عن نسبة التفاوت في القيمة، كما في الشكل (١-٢٨).



الشكل (١-٢٨).

مثال

مقاومة كربونية تتكون من خمسة أرقام، كما في الشكل (١-٢٩)، احسب قيمتها بواسطة اللون.

اللون الأول وهو البني، قيمته في الجدول(1)	1
اللون الثاني وهو الأخضر، قيمته في الجدول (5)	5
اللون الثالث وهو الأسود، قيمته في الجدول (0)	0
اللون الرابع وهو البرتقالي، وهو معامل الضرب، قيمته في الجدول (3)	000
اللون الخامس وهو الذهبي، وهو نسبة التفاوت في القيمة، قيمته في الجدول ٪5	±5%

الشكل (١-٢٩): مقاومة كربونية تتكون من خمسة أرقام.

$R = 1000 \times 150 = R$ $150\text{k}\Omega = 150000\Omega$ (±5 %)

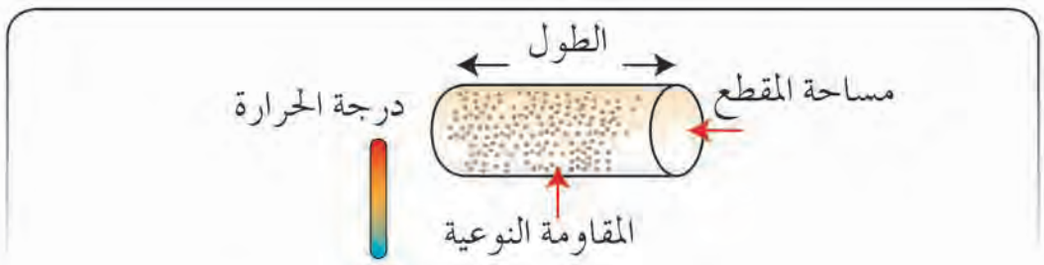
$150000\ \Omega \times 5\% = 7500\Omega$ تحسب لي فابة: قيمة المقاومة $= 150000\ \Omega \pm 7500\Omega$

تذكر ($1\text{k}\Omega = 1000\Omega$)

نشاط:

ابحث في (الإنترنت) عن برنامج خاص لحساب قيمة المقاومات بواسطة الألوان.

العوامل المؤثرة في اختيار قيمة المقاومة. انظر إلى الشكل (١-٣٠).



الشكل (١-٣٠): العوامل المؤثرة في اختيار قيمة المقاومة.

تعتمد قيمة المقاومة للماده على أربعة عوامل، وهي:

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، وكلما زادت مساحة مقطع الموصل، قلّت مقاومته.
نوع مادة الموصل	المقاومة النوعية للمادة (Resistivity) (المقاومية)، وحدة قياسها (أوم متر) ويرمز إليها بالرمز(ρ).
درجة حرارة الموصل	تتغير مقاومة المادة بتغير درجة حرارة الموصل ، ويعبّر عن هذا التغير بالمعامل الحراري للمادة، وعمومًا، تزداد مقاومة المعادن بازدياد درجة حرارتها، وتدعى هذه المواد، المواد ذوات المعامل الحراري الموجب.

نشاط

ابحث في (الإنترنت) عن المقاومات ذوات المعامل الحراري السالب .

تذكر

تُحسب مقاومة الموصل بالقانون الآتي:

$$\text{مقاومة السلك} = \frac{\text{المقاومة النوعية} \times \text{طول السلك}}{\text{مساحة المقطع}} \qquad R = \rho \frac{l}{A}$$

مقاومة الموصل (R)	وتقاس بوحدة (الأوم)
المقاومة النوعية (ρ)	وتقاس بوحدة أوممتر
مساحة مقطع الموصل (A)	وتقاس بوحدة المتر المربع (م^2)
طول الموصل (L)	وتقاس بوحدة (المتر)

فكر

لو أُحضر موصل من النحاس مساحة مقطعه (١,٥) ملم^2، وآخر مساحة مقطعه أنهما تكون بقابيه أل؟ (٢,٥)لمم^2 بهما اطول ثفخمه.

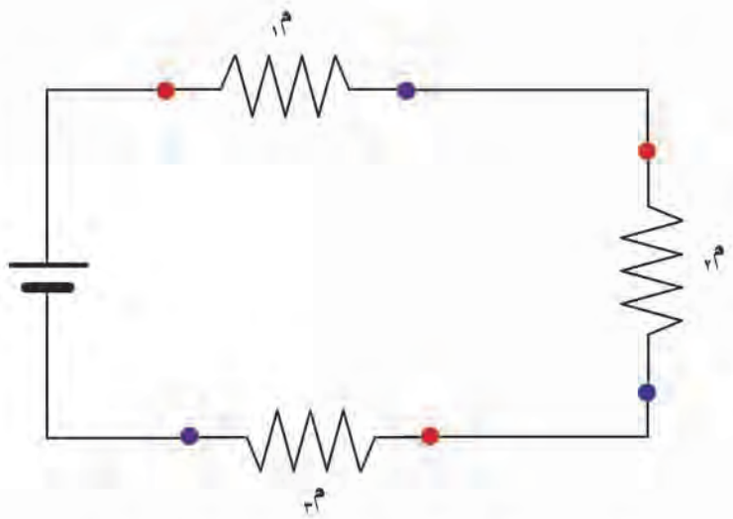
الموصلية (Conductance)

تُعرف الموصلية أنها عكس المقاومة، وتعبّر عن قدرة المادة على تمرير التيار الكهربائي، ويُرمز إليها بالحرف (G)، وهي معكوس كلمة أوم (Ohm)، وحديثًا اعتُمدت وحدة (Siemens) لقياس الموصلية، ويرمز إليها بالرمز (S)ويمكن حسابها رياضيًّا بالعلاقة: $G = \frac{1}{R}$

طرائق توصيل المقاومات الكهربائية

تُوصل الأحمال الكهربائية بثلاث طرائق، وهي كالآتي:

١- **التوصيل على التوالي**: عند توصيل المقاومات على التوالي، تُوصل نهاية كل مقاومة ببداية المقاومة التي تليها، حيث تُوصل نهاية المقاومة الأولى ($م_١$) ببداية المقاومة الثانية ($م_٢$)، ثم توصل نهاية المقاومة الثانية ($م_٢$) ببداية المقاومة الثالثة ($م_٣$)، وهكذا، يبين الشكل (١-٣١) دارة مكونة من مصدر كهربائي وثلاث مقاومات (المقاومة هنا تمثل الحِمْل الكهربائي) موصولة على التوالي.



(١-٣١): دارة مكونة من مصدر كهربائي وثلاث مقاومات.

خواص توصيل المقاومات على التوالي:

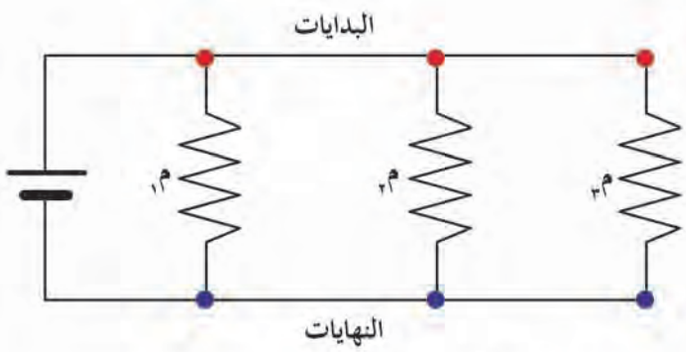
أ – قيمة التيار متساوية في المقاومات كلها.

ب– يكون الجهد الكلي مساويًا مجموع الجهود الفرعية، أي أن جهد المصدر يتوزع على المقاومات كلها حسب قيمة كل مقاومة.

جـ– تكون المقاومة الكلية أكبر من المقاومات كلها، وتساوي مجموع المقاومات الفرعية جميعها في الدارة، $م_ك = م_1 + م_2 + م_3 + ... + م_ن$ (حيث ن عدد المقاومات).

ملاحظة: المقاومة الكلية المكافئة تكون أكبر من المقاومة الكبرى في الدارة.

٢- **التوصيل على التوازي:** أما عند توصيل المقاومات على التوازي، فتوصل كل البدايات ببعضها وكل النهايات ببعضها، يبين الشكل (١-٣٢)، دارة مكونة من مصدر كهربائي وثلاث مقاومات (المقاومة هنا تمثل الحِمْل الكهربائي) موصولة على التوازي:



الشكل (١-٣٢): ثلاث مقاومات على التوازي.

خواص توصيل المقاومات على التوازي:

أ – تقع كل المقاومات تحت تأثير الجهد نفسه (الجهد على المقاومات جميعها يكون متساويًا، ويساوي جهد المصدر).

ب– يكون التيار الكلي مساويًا مجموع التيارات في الفروع المتوازية.

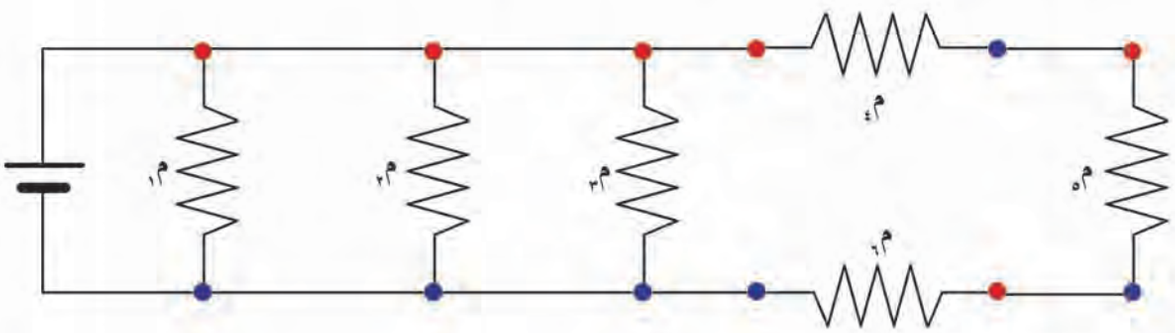
جـ– مقلوب المقاومة الكلية يساوى مجموع مقلوب المقاومات الفرعية.

حيث $\frac{١}{م_ك} = \frac{١}{م_1} + \frac{١}{م_2} + \frac{١}{م_3} + ... + \frac{١}{م_ن}$ (حيث ن عدد المقاومات).

د – تكون المقاومة الكلية أصغر من المقاومة الصغرى في الدارة.

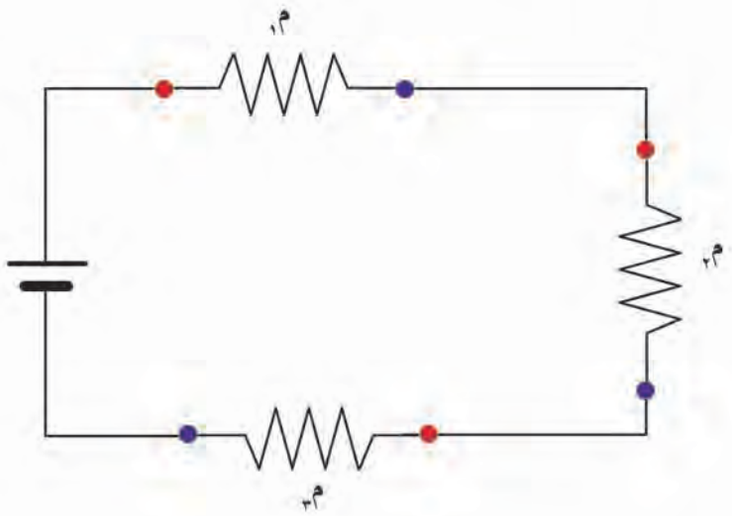
ملاحظة: المقاومة الكلية المكافئة تكون أصغر من المقاومة الصغرى في الدارة.

٣- **التوصيل المركب**: عند توصيل بعض المقاومات على التوالي، وبعضها الآخر على التوازي في نفس الدارة الكهربائية يسمى هذا النوع التوصيل المركب للمقاومات الكهربائية، أي أنها خليط من التوالي والتوازي معًا، وتُحسَب المقاومة الكلية بتبسيط الدارة الكلية عَبْرَ حساب المقاومة المكافئة لكل مجموعة من المقاومات الموصولة وَفْقًا لأحد النوعين من أنواع التوصيل، وهما: التوالي والتوازي، يبين الشكل (١-٣٣)، التوصيل المركب للمقاومات.



الشكل (١-٣٣): التوصيل المركب للمقاومات.

مثال(١): ثلاث مقاومات موصولة ببعضها على التوالي، قيمها: ($م_١$=٢) أوم، و($م_٢$=٥) أوم، و($م_٣$=٧) أوم، احسب قيمة المقاومة الكلية:



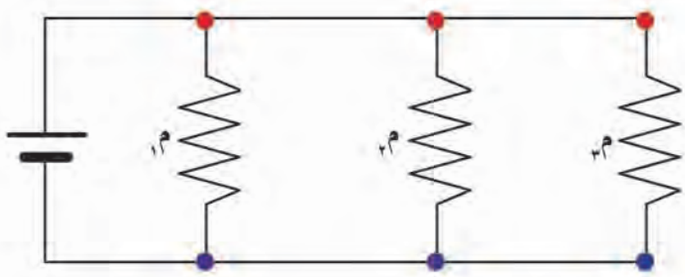
الحل:

$$م_ك = م_١ + م_٢ + م_٣$$

$$م_ك = ٢ + ٥ + ٧$$

$$م_ك = (١٤) \text{ أوم}$$

مثال (٢): إذا وُصّلت ثلاث مقاومات على التوازي، قيمها:($م_١$=٢) أوم، ($م_٢$=٣) أوم، ($م_٣$=٤) أوم، فاحسب قيمة المقاومة الكلية (المقاومة المكافئة) للدارة الآتية:



الحل:

أولًا: نكتب العلاقة الرياضية:

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{م_{١}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{٣}}$$

ثانيًا: نعوض قيم المقاومات الثلاثة:

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{٢} + \frac{١}{٣} + \frac{١}{٤}$$

ثالثًا: نوحّد المقامات عَبْر إيجاد المضاعف المشترك الأصغر للمقامات الثلاث (وهو أصغر رقم يقبل القسمة على (٢، ٣، ٤) معًا) دون باقٍ، وهو العدد (١٢)

رابعًا: نقسم العدد (١٢) على مقام الكسر الأول، ثم نقسمه على مقام الكسر الثاني، ثم نقسمه على مقام الكسر الثالث، فنجد أن:

١٢ ÷ ٢ = ٦

١٢ ÷ ٣ = ٤

١٢ ÷ ٤ = ٣

خامسًا: نضرب الناتج في كل بسط، كما يأتي:

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{٢} + \frac{١}{٣} + \frac{١}{٤}$$

٦ ٤ ٣

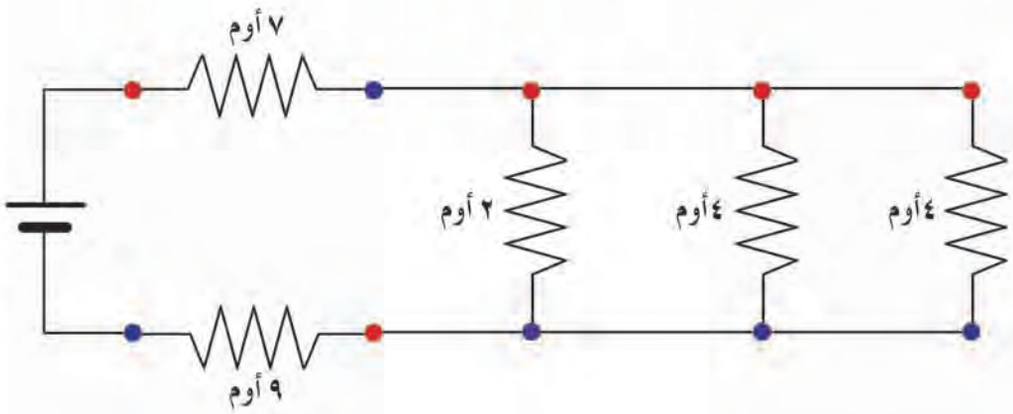
$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{٦}{١٢} + \frac{٤}{١٢} + \frac{٣}{١٢}$$

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{٦ + ٤ + ٣}{١٢} = \frac{١٣}{١٢}$$

$$\frac{م_{ك}}{١} = \frac{١٢}{١٣}$$

المقاومة الكلية ($م_{ك}$) = (٠,٩) أوم

مثال (٣): جد المقاومة الكلية (م ك) للدارة المبينة في الشكل الآتي:



الحل:

أولًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث الموصولة على التوازي، وهي المقاومات: (٤، ٤، ٢)

كما تعلمت في المثال رقم (٢):

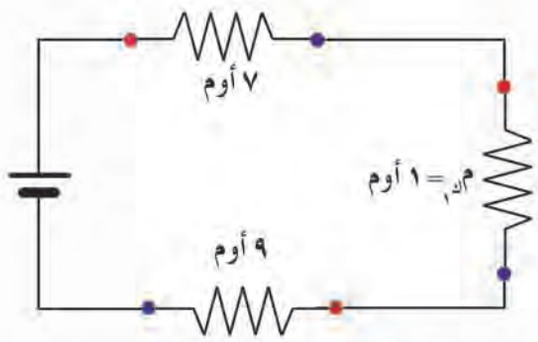
$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{٢} + \frac{١}{٤} + \frac{١}{٤}$$

المضاعف المشترك الأصغر للمقامات: (٤، ٤، ٢)، هو العدد (٤).

$$\frac{١}{م_{ك_{١}}} = \frac{٢}{٤} + \frac{١}{٤} + \frac{١}{٤}$$

$$\frac{١}{م_{ك_{١}}} = \frac{٢ + ١ + ١}{٤} \longleftarrow \frac{م_{ك_{١}}}{١} = \frac{٤}{٤} = ١ \text{ أوم}$$

ثانيًا: نستبدل المقاومة المكافئة بالمقاومات الموصولة على التوازي، فتصبح الدارة كما في الشكل الآتي:



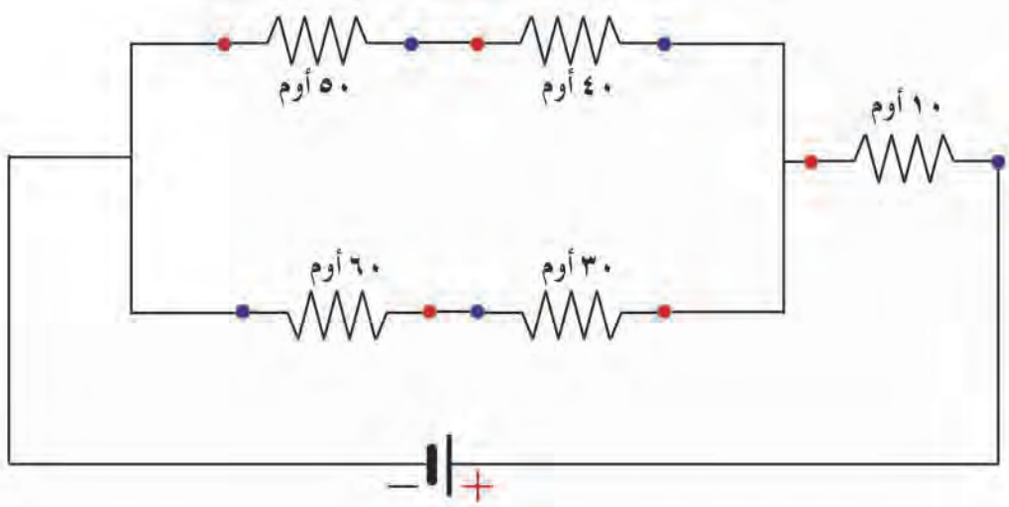
ثالثًا: نجد قيمة المقاومة الكلية للدارة المبسطة.

$$م_ك = م_{ك١} + ٧ + ٩$$

$$م_ك = ١ + ٧ + ٩$$

$$م_ك = ١٧ \text{ أوم}$$

مثال (٤): احسب المقاومة الكلية المكافئة للمقاومات (١٠، ٦٠، ٥٠، ٤٠، ٣٠) أوم الموصولة معًا في الدارة المبينة في الشكل الآتي، بإهمال مقاومة المصدر، مهملين مقاومتي المصدر والأسلاك.



الحل:

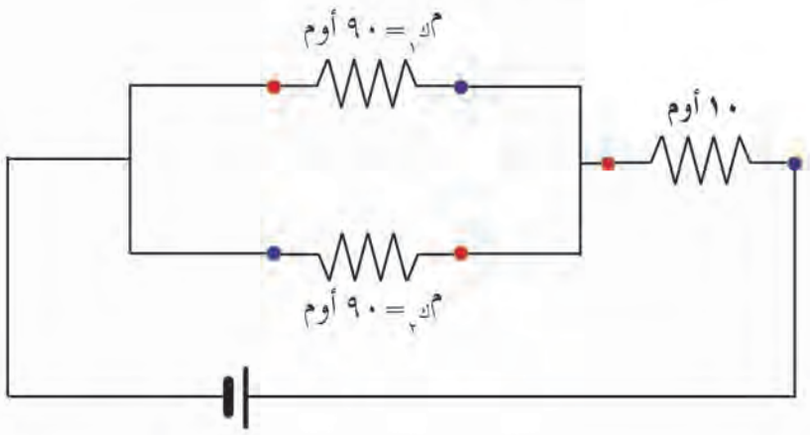
أولًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (٤٠، ٥٠) الموصلتين على التوالي.

$$م_{ك١} = ٤٠ + ٥٠ = ٩٠ \text{ أوم}$$

ثانيًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (٦٠، ٣٠) الموصلتين على التوالي.

$م_{ك_٢} = ٣٠ + ٦٠ = ٩٠$ أوم

ثالثًا: نرسم الدارة المبسطة التي كما في الشكل الآتي.

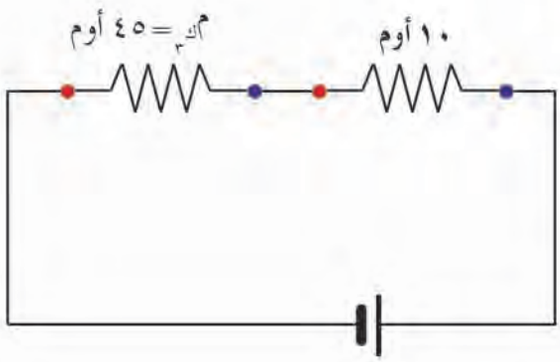


رابعًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين ($م_{ك_١}$ ، $م_{ك_٢}$)، الموصلتين على التوازي.

$$\frac{١}{م_{ك_٣}} = \frac{١}{م_{ك_١}} + \frac{١}{م_{ك_٢}} \leftarrow \frac{١}{م_{ك_٣}} = \frac{١}{٩٠} + \frac{١}{٩٠} \leftarrow \frac{١}{م_{ك_٣}} = \frac{٢}{٩٠}$$

$$\leftarrow م_{ك_٣} = \frac{٩٠}{٢} \leftarrow م_{ك_٣} = ٤٥ \text{ أوم}$$

خامسًا: نرسم الدارة المبسطة، كما في الشكل الآتي:



سادسًا: نجد المقاومة الكلية.

$م_ك = م_{ك_٣} + ١٠ \leftarrow م_ك = ٤٥ + ١٠ \leftarrow م_ك = ٥٥$ أوم

التمارين العملية

التمرين الثاني

توصيل مجموعة من المقاومات: (توصيل على التوالي، توصيل على التوازي، توصيل مركب)، وقياس قيمة المقاومة المكافئة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- توصل مجموعة من المقاومات على التوالي.
- توصل مجموعة من المقاومات على التوازي.
- توصل مجموعة من المقاومات توصيلًا مركبًا.
- تقيس قيمة المقاومة المكافئة.

يتوقع من المتدربين التزام التعليمات وَفْقَ شروط السلامة المهنية وقوانينها الآتية:

- معرفة قوانين السلامة المهنية الخاصة ببيئتي العمل والتدريب.
- معرفة دلالات لوحات السلامة المهنية.
- تطبيق توجيهات المسؤولين الخاصة بالسلامة المهنية.
- معرفة أنواع المخاطر المحتملة في بيئة العمل.
- معرفة طرائق الوقاية من المخاطر المحتملة في بيئة العمل وتطبيقاتها.
- التأكد من توافر معدات السلامة المهنية وتجهيزاتها، والتقيد التام بارتدائها في أثناء العمل.
- إجراء تقييم وتخمين وتحليل للمخاطر المحتملة.
- التأكد من أن مخارج الطوارئ سالكة وآمنة.
- التأكد من سلامة معدات مكافحة الحريق، وتوافرها بكميات مناسبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- جهاز متعدد القياسات	١- أسلاك توصيل
٢- عراية أسلاك	٢- مقاومات متنوعة القيم

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

٣- نفّذ الـدارة الكهربائية المبينة في الشكل (١).

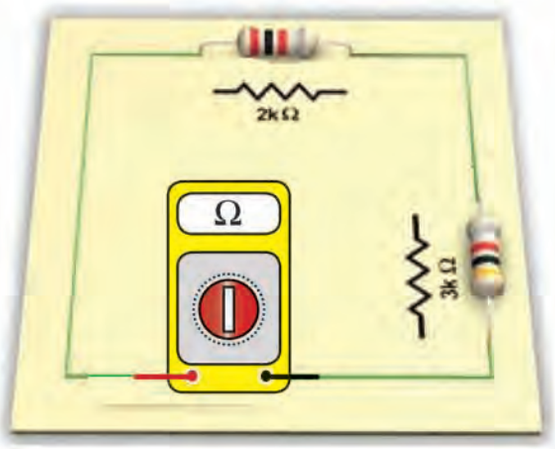
٤- قس قيمة المقاومة المكافئة، مستعملًا جهازًا متعدد القياسات بعد ضبطه على تدريج قياس المقاومات، ثم قارن القيمة المقاسة بالقيمة المحسوبة، كما في الشكل (١).

٥- نفّذ الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٢).

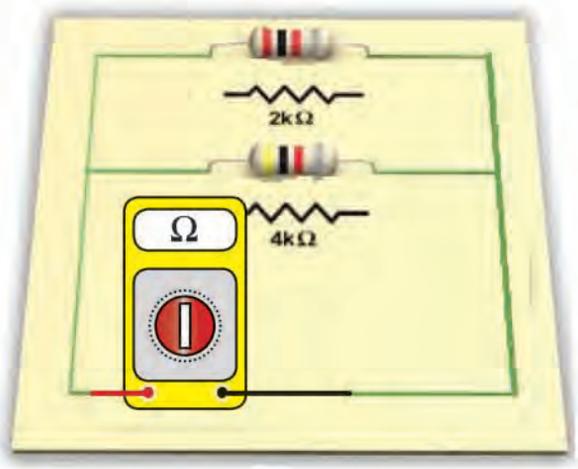
٦- قس قيمة المقاومة المكافئة، مستعملًا جهازًا متعدد القياسات بعد ضبطه على تدريج قياس المقاومات، ثم قارن القيمة المقاسة بالقيمة المحسوبة، كما في الشكل (٢).

٧- نفّذ الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٣).

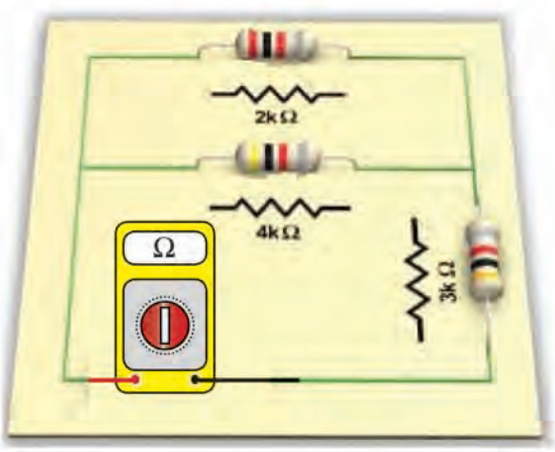
الرسم التوضيحي



الشكل (١).



الشكل (٢).



الشكل (٣).

خطوات الأداء

٨- قس قيمة المقاومة المكافئة، مستعملًا الملتيميتر بعد ضبطه على تدريج قياس المقاومات، ثم قارن القيمة المقاسة بالقيمة المحسوبة، كما في الشكل (٣).

٩- أنشئ جدولًا يبين القيم المقاسة والمحسوبة، واحسب الخطأ النسبي والمطلق.

١٠- نظّف موقع العمل، ثم اجمع العُدَد والأدوات بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.

الأنشطة العملية

توصيل مجموعة من المقاومات (توصيل على التوالي، توصيل على التوازي، توصيل مركب)، وقياس قيمة المقاومة المكافئة.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	توصيل مجموعة من المقاومات (توصيل على التوالي).		
٢	توصيل مجموعة من المقاومات (توصيل على التوازي).		
٣	قياس قيمة المقاومة المكافئة ومقارنتها بالقيم المحسوبة.		
٤	توصيل مجموعة من المقاومات (توصيل مركب).		

قانون أوم

الشكل (١-٣٤).

● بعد تأملك الشكل (١-٣٤)، أجب السؤال الآتي: ما الذي يعيق حركة الصندوق؟

عند محاولة تحريك جسم ما في طريق مستوٍ، سيسهل عليك تحريك هذا الجسم دون معوقات كبيرة للمسير، أما تحريك الجسم نفسه في اتجاه مرتفع، فيصعب تحريكه إلى الأعلى، هل هناك وجه شبه بين صعوبة رفع الجسم إلى الأعلى، وبين ما يحدث للتيار الكهربائي عندما يمر عَبْرَ مقاومة كهربائية؟

سوف تتعرف إجابات هذه الأسئلة عَبْرَ فقرة (اقرأ وأتعلم)، في هذه الوحدة.

الشكل (١-٣٥أ).

الشكل (١-٣٥ب).

الشكلان (١-٣٥ أ-ب): مقارنة بين ما يحصل لتيار الماء وبين ما يحصل للتيار الكهربائي.

إن ارتفاع منسوب المياه في الخزان له أثر كبير في كمية المياه المتدفقة، ملاحظين أن التحكم في مقبض حنفية المياه له أثر واضح في كمية المياه المسموح لها بالخروج من الخزان، فهل لاحظت التشابه بين الشكلين: (١-٣٥ أ) و(١-٣٥ب)؟ فسر ذلك.

لعلك لاحظت أن عمل المقاومة الكهربائية يشبه عمل صمّام الماء، وأن ارتفاع الماء في الخزان يشبه الجهد الكهربائي، حيث إنّ تيّار الماء النازل من الصمّام يزداد كلما ازداد ارتفاع الماء في الخزّان، وكلما قلّ ارتفاع الماء، قلّ تيار الماء، وكلما فتحنا الصمام أكثر، ازداد تيار الماء، وكلما أغلقنا الصمام قلّ، وما يحصل للتيار الكهربائي يشبه تمامًا لما يحصل للتيار المائي.

اقرأ.. وتعلم

درس العالم (أوم) عددًا كبيرًا من الموادّ؛ لمعرفة العوامل التي تعتمد عليها مقاومة تلك المواد، فنفذ دارة بسيطة تحتوي فولتميتر (يستعمل لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومة)، وأميتر (لقياس شدة التيار المارّ بالمقاومة)، بالإضافة إلى مقاومة متغيّرة؛ لتغيير مقدار التيار المارّ في المقاومة وفرق الجهد بين طرفيها، وبواسطة هذه التجربة، وجد العالم أوم أنّه كلّما ارتفع فرق الجهد بين طرفي المقاومة، ازداد التيار المارّ فيها، فاستنتج أنّ فرق الجهد بين طرفي المقاومة يتناسب طرديًّا مع التيار، حيث وجد أنّ فرق الجهد بين طرفي المقاومة يساوي مقدار المقاومة مضروبة في شدّة التيار المار فيها (جـ = م × ت)، وأصبحت هذه العلاقة معروفة بقانون أوم، وتكريمًا لهذا العالم سُمّي مقدار المقاومة (وحدة الأوم)، وينص قانون أوم على أن: فرق الجهد الكهربائي (جـ) بين طرفي موصل مثالي يتناسب طرديًّا مع شدة التيار الكهربائي (ت) المار في الموصل، وثابت هذا التناسب يسمى المقاومة (م)، ويعبّر عن قانون أوم بالصيغة الرياضية الآتية: (الجهد الكهربائي= شدة التيار الكهربائي×المقاومة الكهربائية) ، وبالرموز العربية (جـ = م × ت).

حيث:

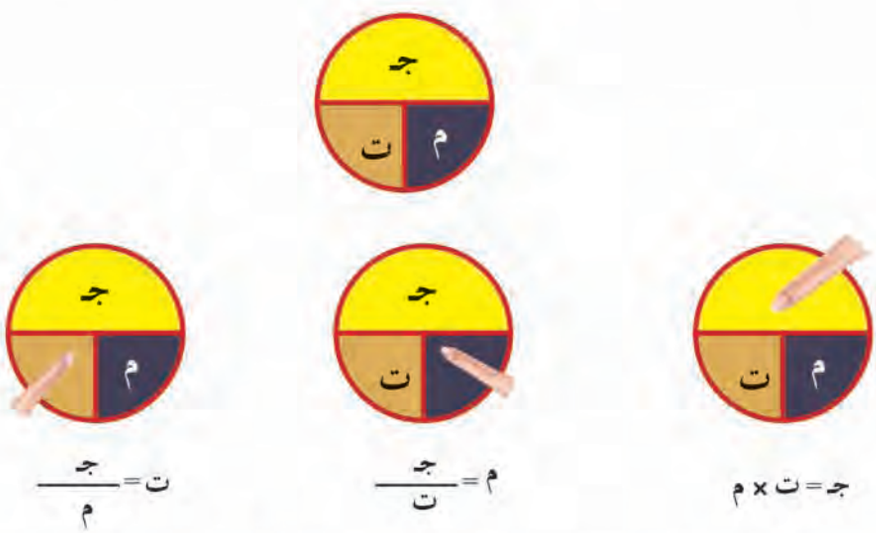
جـ: الجهد الكهربائي

ت: شدة التيار الكهربائي

م : المقاومة

وبذلك تكون المقاومة تساوي ناتج قسمة مقدار الجهد الكهربائي على التيار الكهربائي المار في الدارة، أي أنّ: $م = \frac{جـ}{ت}$

مراعين أنّ قياس الجهد بوحدة الفولت ورمزها (V)، والتيار بوحدة الأمبير ورمزها (A)، والمقاومة بوحدة الأوم ورمزها (Ω)، وعند تفسير المعادلة السابقة فيزيائيًّا، يتبين أنّه: (عند مرور تيار كهربائي شدته أمبير واحد، في ناقل معدني مقاومته أوم واحد، فإنّ فرق الجهد يساوي فولتًا واحدًا)، يبين الشكل (١-٣٦) توضيحًا لكيفية حساب القيمة المجهولة في قانون أوم.



الشكل (١-٣٦): توضيح كيفية حساب القيمة المجهولة في قانون أوم.

- **مثال (٥)**: تيار كهربائي قيمته (٨) أمبير، يمر في دارة كهربائية مقاومتها (١٠) أوم، جد قيمة فرق الجهد الكهربائي لهذه الدارة.
- **الحل:** فرق الجهد الكهربائي جـ = ت×م

  جـ = ٨ × ١٠ = ٨٠ فولت
- **مثال (٦):** جد مقدار المقاومة لدارة كهربائية بسيطة فرق الجهد فيها يساوي (١٥) فولتًا، ويمر فيها تيار مستمر شدته (٣) أمبير.
- **الحل:** المقاومة الكهربائية = الجهد الكهربائي ÷ التيار الكهربائي

$$م = \frac{جـ}{ت} \longleftarrow م = \frac{١٥}{٣} \longleftarrow م = (٥) \text{ أوم}$$

التمارين العملية

التمرين الثالث

التحقق من قانون أوم

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تتحقق من قانون أوم.

يتوقع من المتدربين التزام التعليمات وَفْقَ شروط السلامة المهنية وقوانينها الآتية:

- معرفة قوانين السلامة المهنية الخاصة ببيئتي العمل والتدريب.
- معرفة دلالات لوحات السلامة المهنية.
- تطبيق توجيهات المسؤولين الخاصة بالسلامة المهنية.
- معرفة أنواع المخاطر المحتملة في بيئة العمل.
- معرفة طرائق الوقاية من المخاطر المحتملة في بيئة العمل وتطبيقها.
- التأكد من توافر معدات السلامة المهنية وتجهيزاتها، والتقيد التام بارتدائها في أثناء العمل.
- إجراء تقييم وتخمين وتحليل للمخاطر المحتملة.
- التأكد من أن مخارج الطوارئ سالكة وآمنة.
- التأكد من سلامة معدات مكافحة الحريق، وتوافرها بكميات مناسبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- جهاز قياس الأمبير(أميتر)	١- بطارية جافة (١،٥) فولت، عدد (٥)
٢- جهاز قياس فرق الجهد (فولتميتر)	٢- مقاومة كهربائية
	٣- أسلاك توصيل
	٤- مفتاح كهربائي

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

ملاحظة: عند حدوث أي طارئ، بلّغ مدربك على الفور.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

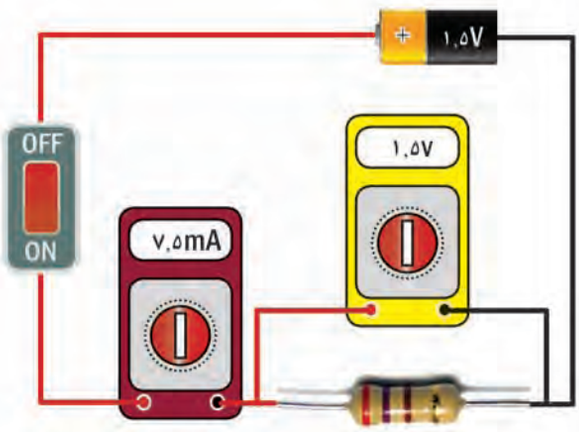
٣- وصّل الدارة الكهربائية كما في الشكل(١)، ثم أغلق الدارة الكهربائية بوضع المفتاح على وضعية التشغيل (ON)، وسجل قراءتي الأميتر، والفولتميتر في دفترك.

٤- أضف بطارية أخرى إلى الدارة مراعيًا اتجاه الأقطاب، كما في الشكل (٢)، ثم سجّل القراءات في دفترك.

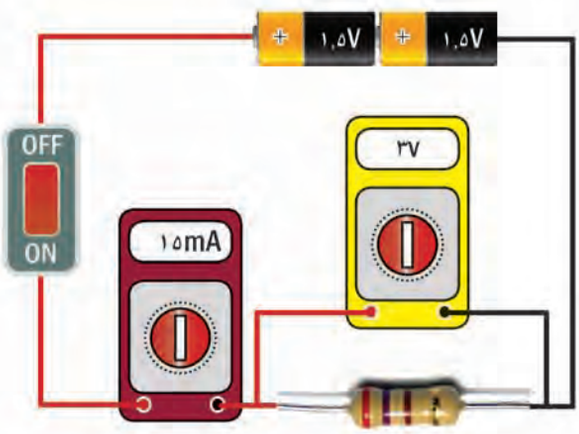
٥- أضف بطارية أخرى إلى الدارة مراعيًا اتجاه الأقطاب، كما في الشكل (٣)، ثم سجّل القراءات في دفترك.

٦- سجل الاستنتاجات في دفتر الملاحظات، ثم اعرضها على مدربك.

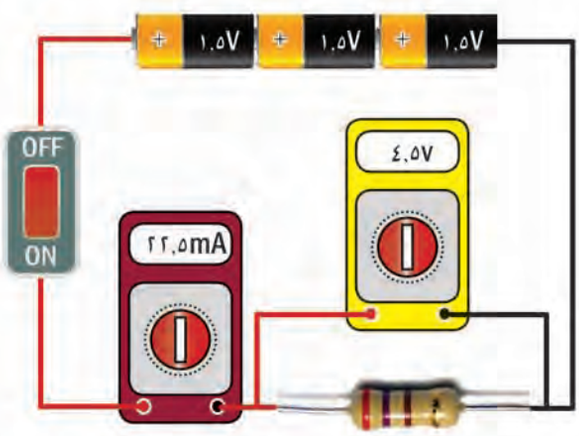
الرسم التوضيحي



الشكل (١).



الشكل (٢).



الشكل (٣).

الأنشطة العملية

لعلك لاحظت أن شدة التيّار تزداد كلما ازدادت الفولتية، فماذا تتوقع أن يحدث لشدة التيّار والفولتية لو استُبدلت مقاومة أكبر قيمة بالمقاومة الكهربائية؟ كيف أستطيع معرفة قيمة المقاومة التي استعملتها في الدارة؟ هل سنحصل على النتائج نفسها لو استبدلنا مصباحًا كهربائيًا له قيمة المقاومة نفسها بالمقاومة الكهربائية؟

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	قياس جهد الدارة عند وجود بطارية واحدة وتيارها.		
٢	قياس جهد الدارة عند وجود بطاريتين وتيارها.		
٣	قياس جهد الدارة عند وجود ثلاث بطاريات وتيارها.		
٤	التحقق من قانون أوم.		

الخرائط المفاهيمية

القدرة والطاقة الكهربائية

١- **القدرة الكهربائية (Electrical Pawer)**: تقاس القدرة الكهربائية بوحدة (جول لكل ثانية)، وتسمى هذه الوحدة (وات)، نسبة إلى العالم جيمس وات، ويعرف (وات) أنه: القدرة المبذولة في دارة كهربائية إذا مر فيها تيّار كهربائي مقداره أمبير واحد تحت فرق جهد مقداره فولت واحد، وبما أن (وات) قيمة صغيرة جدًّا لا تلائم التطبيقات العملية كلها، لذا؛ تُستعمل وحدة الكيلووات لقياس القدرة الكهربائية، حيث إنّ كل كيلووات يساوي (١٠٠٠) وات، والقدرة تساوي التيار× فرق الجهد (في حالة التيّار المباشر).

ق = ت × جـ معادلة (١)

حيث

ق: القدرة الكهربائية (وات)

ت: شدة التيّار الكهربائي (أمبير)

جـ: فرق الجهد الكهربائي (فولت)

وبتعويض قيمة ج = ت × م في المعادلة (١)، فإننا نحصل على المعادلة (٢) الآتية:

ق= ت×ت×م، أي أن:

ق = ت^{٢} × م معادلة (٢)

حيث

ق: القدرة الكهربائية (وات).

ت: شدة التيار(أمبير).

م : المقاومة الكهربائية (أوم).

مثال(٨): إذا كان التيار الكهربائي المار في مصباح مقداره ٢ أمبير، وفرق الجهد المطبق على طرفي المصباح (٢٢٠) فولتًا، فما القدرة الكهربائية للمصباح؟

الحل: ق = ت ×جـ ← = ٢×٢٢٠ ← = (٤٤٠) وات

مثال(٩): هل نستطيع تشغيل مقدح كهربائي قدرته (٢,٢) كيلوات، من مصدر (٢٢٠) فولتًا، بواسطة قابس كهربائي فيه مصهر(فيوز) أمان قيمته ١٥ أمبير، دون أن ينصهر المصهر (الفيوز)؟

الحل: ق = ٢,٢ كيلو وات

إذًا، ق = ٢,٢×١٠٠٠ = ٢٢٠٠ وات

ثم نحسب التيار عَبْر المعادلة (٢): ق = ت × جـ

٢٢٠٠ = ت ×٢٢٠ ← ت = ٢٢٠٠ ÷ ٢٢٠ ← = ١٠ أمبير

وبما أن شدة التيار اللازمة للمقدح الكهربائي أقل من قيمة أمان المصهر(الفيوز)، فهذا يعني أنه من الممكن تشغيل المقدح الكهربائي دون أن ينصهر الفيوز.

٢- **الطاقة الكهربائية (Electrical Energy)**: لعلك شاهدت موظف الكهرباء وهو يسجل قراءة العداد الكهربائي، ولعلك تساءلت عن كمية الكهرباء التي تستهلكها أسرتك، فما الكمية الكهربائية التي يقيسها الموظف، وما وحدة قياسها؟

إن كمية الكهرباء التي يقيسها موظف الكهرباء، هي الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال مدة زمنية (غالبًا ما تكون ٣٠ يومًا)، وهي تساوي حاصل ضرب القدرة في الزمن، أي أن الطاقة الكهربائية المستهلكة = القدرة×الزمن، وبالرموز:

ط = ق × ز

حيث

ط: الطاقة الكهربائية المستهلكة (جول)، أو (وات. ثانية)، ولأن وحدة وات. ثانية صغيرة جدًّا، لذا؛ تستعمل شركة الكهرباء عوضًا عنها وحدة (كيلووات صفر ساعة).

ق: القدرة الكهربائية (وات)، كيلووات.

ز: الزمن (ثانية)، أو (ساعة).

لذا؛ تُحسب الطاقة الكهربائية بالكيلوات ساعة عَبْرَ المعادلة الآتية:

ط = (القدرة (بالوات)/ ١٠٠٠) × الزمن (بالساعة)

مثال (٣): مصباح كهربائي قدرته (١٠٠ وات)، احسب قيمة فاتورة الكهرباء للمصباح وحده بالشهر إذا أُنير المصباح مدة (٦) ساعات يوميًّا، إذا كان سعر الكيلووات ساعة (٥٠) فلسًا.

ط = ق × ز

$$\text{ط} = \frac{\text{القدرة (وات)} \times \text{الزمن (ساعة)}}{١٠٠}$$

ط = (٦ ساعات × ٣٠ يوم) × (١٠٠ وات / ١٠٠٠) = ١٨ كيلووات ساعة

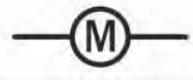
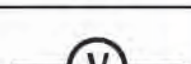
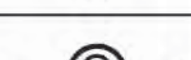
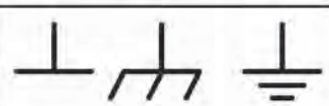
إذًا، قيمة الفاتورة = ١٨ كيلووات ساعة × ٥٠ فلس = ٩٠٠ فلس

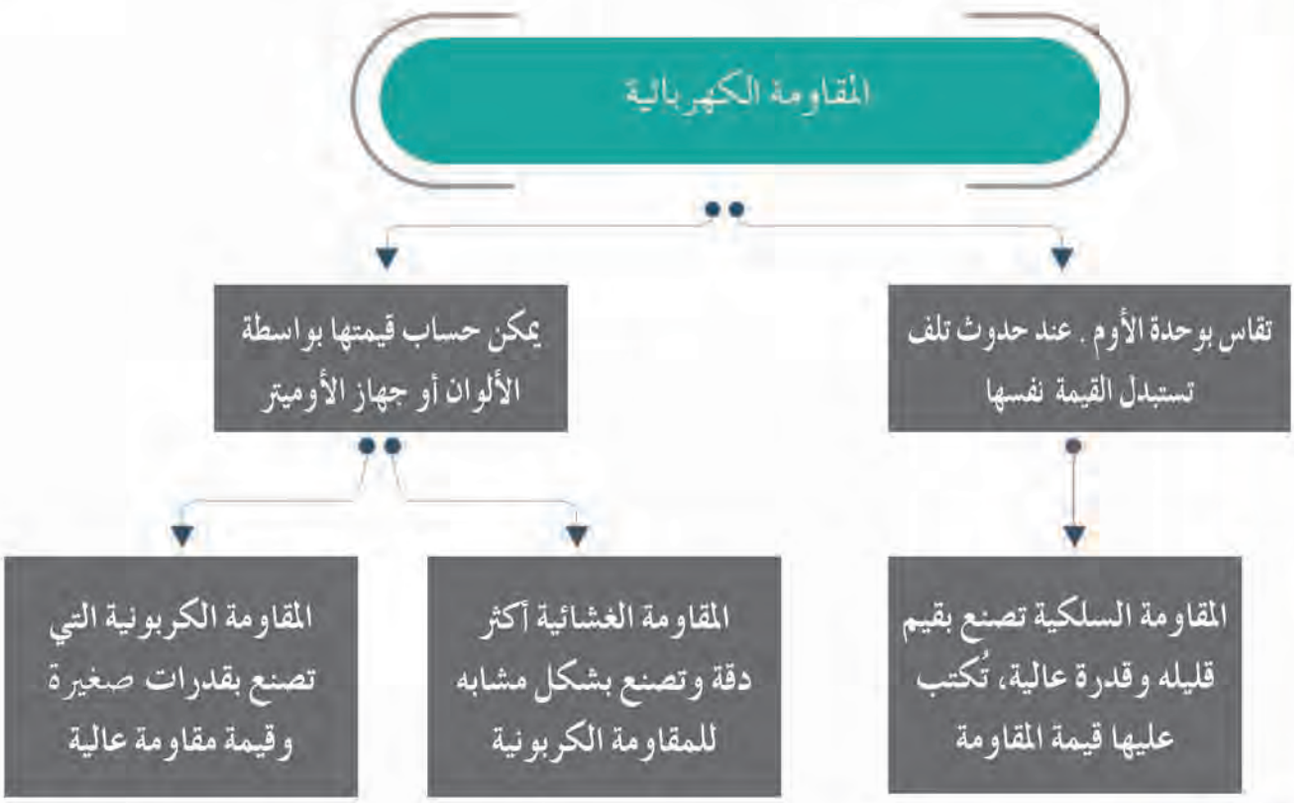
الرموز الكهربائية ودلالاتها

يبين الجدول (١-١)، بعض الرموز الكهربائية ودلالاتها.

جدول (١-١): بعض الرموز الكهربائية ودلالاتها.

الرمز	دلالة الرمز
	مركم (Battery)
	مصدر فولتية مستمر (DC Power Supply)
	مصدر فولتية متردد (AC Power Supply)
	فيوز (Fuse)
	مصباح (Lamp)
	ملف كهربائي (Coil)
	ملف كهربائي ذو قلب حديدي

محرّك كهربائي (Motor)	
مقاومة كهربائية (Resistor)	
مقاومة كهربائية متغيرة (Rheostat)	
مفتاح كهربائي	
مواسع كهربائي	
جهاز قياس الجهد الكهربائي(Voltmeter)	
جهاز قياس التيّار الكهربائي (Ammeter)	
جهاز قياس المقاومة الكهربائية (Ohmmeter)	
التأريض الكهربائي (Ground) (Earth)	



ثانيًا: أجهزة القياس

النتاجات

- يتعرف الأمور الواجب مراعاتها عند استعمال أجهزة القياس الكهربائية.
- يتعرف الرموز المستعملة في أجهزة القياس.
- يتعرف أنواع الأجهزة المستعملة.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ تمرين الاستكشاف، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

استكشف

ما الفرق بين الميزانين: الأول والثاني ، في الشكل (١-٣٧)؟

تعلمُ أن هناك أنواعًا مختلفة من الأجهزة المستعملة في الحياة العملية؛ لإعطاء قيمة لكمية ما بصورة مباشرة عبر الأجهزة الرقمية، ومنها ما يحتاج إلى قراءة أكثر تعقيدًا، وتحتاج إلى مهارة في القراءة وهي الأجهزة التناظرية. ويوجد في الأنظمة الكهربائية أجهزة تقيس الكميات الكهربائية الرئيسة الثلاث: (الفولت، والتيار، والمقاومة) بنوعيها: الرقمي والتناظري.

الشكل (١-٣٧)

اقرأ.. وتعلم

التعرف إلى جهاز القياس التناظري (Analogue Avometer).

يقاس التيار الكهربائي بجهاز الأميتر، وتقاس الفولتية بجهاز الفولتميتر، وتقاس المقاومة بجهاز الأوميتر، ويُعد جهاز الأفوميتر (Avometer) واحدًا من أهم الأجهزة المستعملة في مهنة الكهرباء، حيث يستعمل في قياس الكميات الكهربائية الثلاث والمُشتقة من اسمه (A. V. O.) وهي:

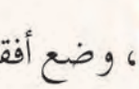
(Volt) الفولت والأوم (Ohm)، والأمبير (Ampere)، ويوجد منه جهاز تناظري (مؤشر) (Analogue)، وجهاز رقمي (إلكتروني) (Digital).

يمثل الشكل (١-٣٨)، جهاز القياس من النوع التناظري متعدد الاستعمال، اكتب ملاحظاتك أنت وزملاؤك عن الموضوع وناقش مدرب المشغل فيها.

تذكر

يجب وضع الجهاز بصورة صحيحة للحصول على قراءة دقيقة كما في الشكل:

وضع عمودي

، وضع أفقي 
، وضع أفقي مائل بزاوية

وإذا لم نجد ما يدل على وضعية الاستعمال، فيكون الجهاز صالحًا للوضعيات جميعها.

جهاز قياس متعدد الأغراض الأفوميتير (Avometer).

الشكل (١-٣٨): جهاز قياس متعدد الأغراض الأفوميتير.

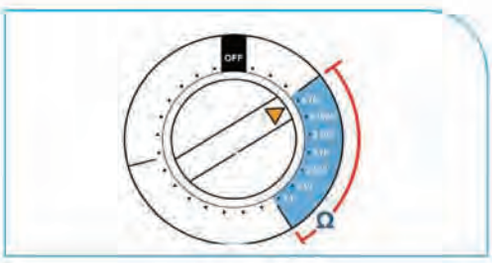
استعمال جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Avometer)

تجهيز جهاز القياس والتأكد من صلاحيته ومعايرته.

١- ضع أطراف التوصيل في مكانها الصحيح حسب الكميه المراد قياسها، ملاحظًا وضع السلك الأسود على المدخل المشترك (COM) وهو ثابت في كل الحالات، والطرف الموجب أحمر، لقياس المقاومة والفولتية (V-Ω). يستعمل الطرف الثالث عند الحاجة لقياس التيار الكهربائي (A) أو (mA)، والذي يوصل بالتوالي بالدارة عند قياس التيار، كما في الشكل (١-٣٩).

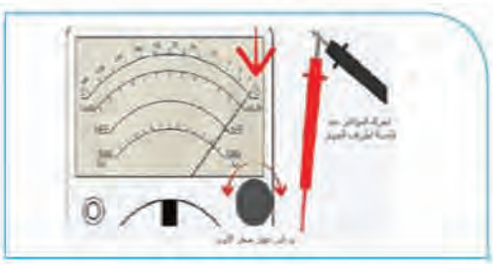
الشكل (١-٣٩).

٢- وضع مفتاح الاختيار على مجال الأوم (Ω)، كما في الشكل (١-٤٠).



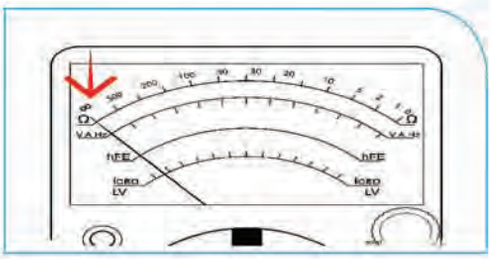
الشكل (١-٤٠).

٣- ملامسة أطراف الجهاز، والتأكد من وصول المؤشر إلى بداية تدريج المقاومة على صفر الأوم، للحصول على قياس دقيق، كما في الشكل (١-٤١)، وإذا لم يتحرك المؤشر، فيجب التأكد من صلاحية أطراف الجهاز أو البطارية الداخلية للجهاز، وإذا تحرك المؤشر و لم يصل إلى صفر المقاومة، فيعاير بواسطة مفتاح المعايرة الخاص؛ لضمان الحصول على قراءة صحيحة.



الشكل (١-٤١).

٤ – يعود المؤشر إلى وضعه الطبيعي بعد فصل الأطراف، وتكون المقاومة عالية جدًّا (∞) أي: ما لا نهاية. علمًا أن تدريج المقاومة معاكس لتدريج الجهد والتيار.



بعد دراستك المواد العازلة والمواد الموصلة:

علل: سبب قراءة المؤشر (قيمة عالية)، عند فصل الأطراف ووضع مفتاح الاختيار على تدريج المقاومة.

تذكر

تأكد دائمًا من صلاحية أطراف الجهاز وبطارية الجهاز قبل الفحص.

استعمال جهاز الأفوميتر الرقمي للقياس (Digital Avometer)

١– يمثل الشكل (١–٤٢)، جهاز قياس من النوع الرقمي متعدد الاستعمال، اكتب ملاحظاتك أنت وزملاؤك عن الموضوع وناقش مدرب المشغل فيها.

الشكل (١–٤٢): جهاز قياس من النوع الرقمي.

٢– تأكد من إغلاق الجهاز (OFF) عند عدم الاستعمال؛ حفاظًا على بطارية الجهاز.

٣– عند شرائك جهاز قياس أفوميتر رقميًّا، اختر جهازًا يفصل تلقائيًّا عند عدم استعماله (Auto Power Off)، كما في الشكل (١–٤٣).

الشكل (١–٤٣): جهاز قياس أفوميتر.

٤- تأكد من صلاحية الجهاز بالطريقة نفسها التي تعلّمتها سابقًا، بحيث يظهر رقم على شاشة الجهاز عند تشغيله.

فكر

ما الرقم المتوقع ظهوره قبل عملية القياس في حالتي قياس المقاومة، وقياس فرق الجهد؟

٥- ضع أطراف الجهاز، كما في الشكل (١-٤٤)، في أماكنها الصحيحة لقياس الكمية المراد قياسها.

٦- ضع مفتاح الاختيار على التدريج، والقيمة المناسبة على مجال القياس المطلوب، وإذا لم تُعرف قيمة الكمية، فيوضع مفتاح الاختيار على أعلى تدريج.

٧- صِل طرفي الجهاز على التوازي أو التوالي، حسب نوع الكمية المراد قياسها، وابدأ بتقليل قيمة تدريج مفتاح الاختيار على قيمة أقل، وهكذا، حتى نصل إلى قياس دقيق (بعد خصم نسبة الخطأ في الجهاز) إن وُجدت.

٨- تظهر القراءة بصورة مباشرة ولا تحتاج إلى تحويل.

الشكل (١-٤٤)

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

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

فكر

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

التمارين العملية

التمرين الرابع

استعمال جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Avometer) لقياس المقاومة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تستعمل جهاز القياس التناظري لقياس المقاومة الكهربائية.

(تحذير: افصل التيار الكهربائي عن المقاومة أو الجهاز المراد فحصه؛ خوفًا من تلف جهاز الفحص، وتجنب لمس الجزء المعدني من أطراف القياس).

متطلبات تنفيذ التمرين

التجهيزات	المواد الأولية
١- جهاز قياس تناظري متعدد الأغراض ٢- مفك فاحص	١- أسلاك توصيل ٢- مقاومات متعددة القيم

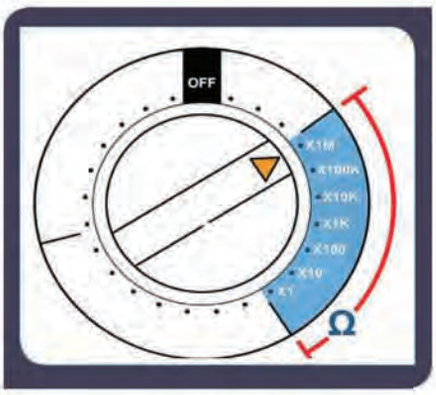
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
بعد وضع الأطراف في المكان المخصص لقياس المقاومة، ومعايرة الجهاز، والتأكد من صلاحيته، ووضع مفتاح الاختيار على مجال قياس الأوم، وتنفيذ الخطوات السابقة لاستعمال الجهاز الأفوميتر، اتبع ما يأتي:	

خطوات الأداء

١- اضبط مفتاح الاختيار على التدريج، والقيمة المناسبة على مجال قياس المقاومة، كما في الشكل (١)، وإذا لم تُعرف قيمة المقاومة، فيُضبط مفتاح الاختيار على أعلى تدريج؛ بحيث يوصل طرفا الجهاز بطرفي المقاومة المراد قياسها بالتوازي، وإذا لم يتحرك المؤشر، نقلل قيمة التدريج عَبْرَ تحريك مفتاح الاختيار على قيمة أقل، وهكذا، حتى نصل إلى أقل تدريج والتأكد من دقة القياس، فيتحرك المؤشر، مشيرًا إلى قراءة دقيقة، ثم نقرأ قيمة التدريج ونضربه في القيمة المختارة لمفتاح تدريج الجهاز كما في الخطوة الثانية، وإذا لم يتحرك مؤشر الجهاز على رغم صلاحيته، فإن ذلك يدل على فتح في الدائرة (**Open Circuit**).

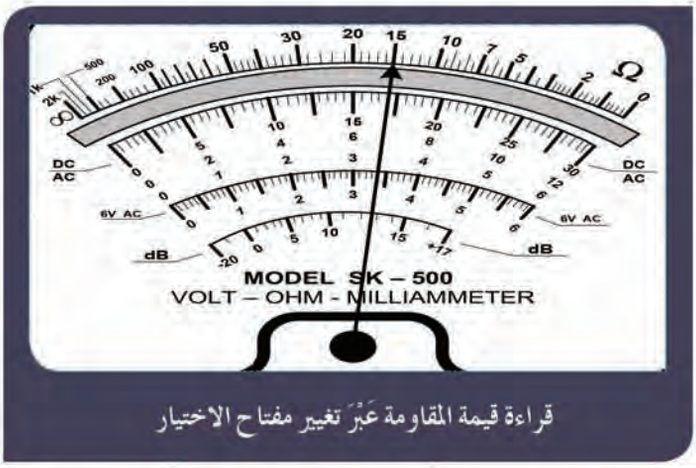
٢- اقرأ قيمة المقاومة كما في الجدول المجاور:

الرسم التوضيحي



الشكل (١).

وضع مفتاح الاختيار	قراءة الجهاز	الاختصار
X1	قراءة 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 عَبْرَ 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) =15 000000(Ω)

يشير المفتاح إلى وضع (X1) أي أن القيمة التي نقرؤها تكون مضروبة في (1) فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها = 15 × 1 = 15 أوم

يشير المفتاح إلى وضع (X 100) أي أن القيمة التي نقرؤها تكون مضروبة في (100) فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها = 15 × 100 = 1500 أوم

يشير المفتاح إلى وضع (X10K) أي أن القيمة التي نقرؤها تكون مضروبة في(10000) فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها = 15 × 10000 = 150000 أوم

فكر

عند قياس مدى صلاحية المصهر (فيوز) الكهربائي على مجال الأوم، لم يتحرك المؤشر رغم صلاحية الجهاز .

الأنشطة العملية

استعمل جهاز الأفوميتر الرقمي (degital avomeretr) لقياس مقاومات مختلفة بإشراف معلمك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	معايرة الجهاز والتأكد من صلاحيته.		
٢	وضع أطراف الجهاز في المكان المخصص لقياس المقاومة وتوصيلها بالمقاومة المراد قياسها على التوازي.		
٣	ضبط مفتاح الاختيار على التدريج والقيمة المناسبة على مجال قياس المقاومة.		
٤	قراءة قيمة المقاومة بالصورة الصحيحة.		

التمارين العملية
التمرين الخامس

استعمال جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Avometer) لقياس فرق الجهد الكهربائي.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تَستعمل جهاز القياس التناظري لقياس فرق الجهد الكهربائي، حسب تعليمات المدرب بدقة.

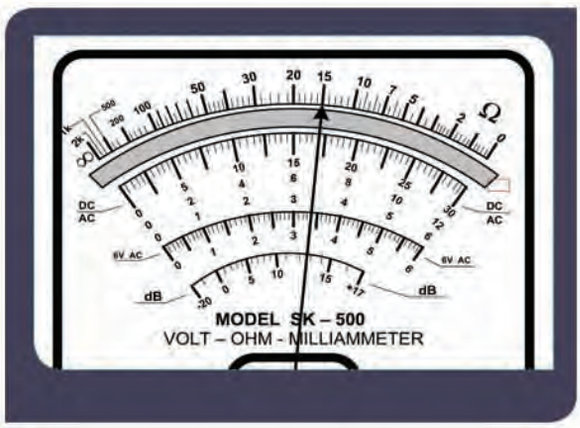
متطلبات تنفيذ التمرين:

التجهيزات	المواد الأولية
١- جهاز قياس تناظري متعدد الأغراض ٢- مفك فاحص ٣- مصدر جهد متردد متغير ٤- مصدر جهد مستمر متغير	١- أسلاك توصيل ٢- حِمْل كهربائى

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
١- ضع أطرف الجهاز في الأماكن المخصصة لقياس الجهد الكهربائي. ٢ - ضع مفتاح الاختيار على نوع فرق الجهد المراد قياس قيمته: (**AC**) أو (**DC**)، كما في الشكل (١). ٣- ضع مفتاح الاختيار على الكمية المناسبة للقياس، وإذا لم تُعرف قيمة فرق الجهد المراد قياسه، يوضع مفتاح الاختيار على أعلى قيمة، ونبدأ بتقليل القيمة للحصول على قراءة دقيقة. ٤- صل أطراف جهاز الأفوميتر على التوازي مع المصدر المراد قياس فرق جهده. ٥- تأكد عند قياسك الجهد المباشر (**DC**)، من توصيل خط الجهاز الموجب بالخط الموجب للمصدر (لون أحمر)، وتوصيل خط الجهاز السالب بالخط السالب للمصدر (لون أسود) لضمان عدم رجوع المؤشر إلى الخلف (التدريج المعد للقياس عكس صفر الأوم)	 الشكل (١).

قياس فرق الجهد المباشر (DC)، مراعيًا موضع مفتاح الاختيار

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس فرق الجهد المباشر.

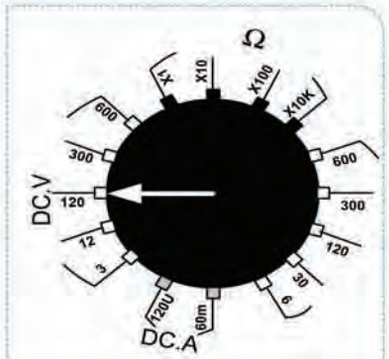


تطبيق القانون الآتي:

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

يشير المفتاح إلى وضع (12 DC-- V)

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



يشير المفتاح إلى وضع (120 DC-- V)

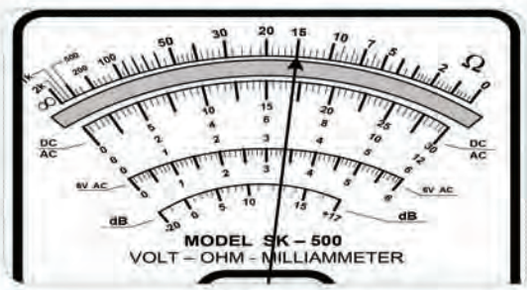
القيمة المقاسة للجهد = $\frac{120}{30} \times 17 =$ 68v

يشير المفتاح إلى وضع (300 DC-- V)

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

قياس فرق الجهد المتناوب (AC) مراعيًا موضع مفتاح الاختيار

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس التيار المتناوب:



تطبيق القانون الآتي:

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

يشير المفتاح إلى وضع (AC 30--- V)

القيمة المقاسة للجهد = $\frac{30}{30} \times 17$

17v=

يشير المفتاح إلى وضع (AC 600--- V)

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

يشير المفتاح إلى وضع (AC 300--- V)

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

انتبه

إذا تحرك المؤشر إلى الخلف بعكس حركته الطبيعة عند استعمال الجهاز على مجال التيار المباشر، دلّ ذلك على عكس أطراف الجهاز مع المصدر.

الأنشطة العملية

استعمل جهاز الأفوميتر الرقمي (degital avomeretr) لقياس فرق الجهد الكهربائي بإشراف معلمك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	معايرة الجهاز والتأكد من صلاحيته.		
٢	ضبط مفتاح الاختيار على نوع فرق الجهد المراد قياس قيمته (AC) أو (DC).		
٣	وضع أطراف الجهاز في المكان المخصص لقياس الجهد الكهربائي وتوصيلها بمصدر الجهد المراد قياس قيمته على التوازي.		
٤	قراءة قيمة الجهد الكهربائي بالصورة الصحيحة.		

التمارين العملية
التمرين السادس

استعمال جهاز الأفوميتر (Analogue Ameter) التناظري لقياس التيار

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- **تستعمل جهاز الأفوميتر التناظري لقياس التيار .**

متطلبات تنفيذ التمرين:

التجهيزات	المواد الأولية
١– جهاز قياس تناظري متعدد الأغراض ٢– مفك فاحص	١– أسلاك توصيل ٢– حِمل كهربائى

خطوات الأداء

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

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

٣ –ضع مفتاح الاختيار علـى القيمة المناسبة للقياس، وإذا لم تُعـرف قيمة التيـار المراد قياسه، يوضـع مفتاح الاختيار على أعلى قيمـة ونبدأ بتقليل القيمة للحصول على قراءة دقيقة، كما في الشكل (٢).

٤– صـل على التـوالي أطراف جهاز الأميـتر بالحمل المراد قياس تياره.

٥– تأكـد عند قياسك التيار المباشر (DC) من توصيل طرف الجهـاز الموجب بالخط الموجب للمصـدر (لون أحمر)، وتوصيـل طـرف الجهـاز السالـب مـع الخـط السالب للمصدر (لون أسود) وعلى التوالي عَبْر الحمل، لضمان عدم رجوع المؤشر إلى الخلف.

الرسم التوضيحي

الشكل (١).

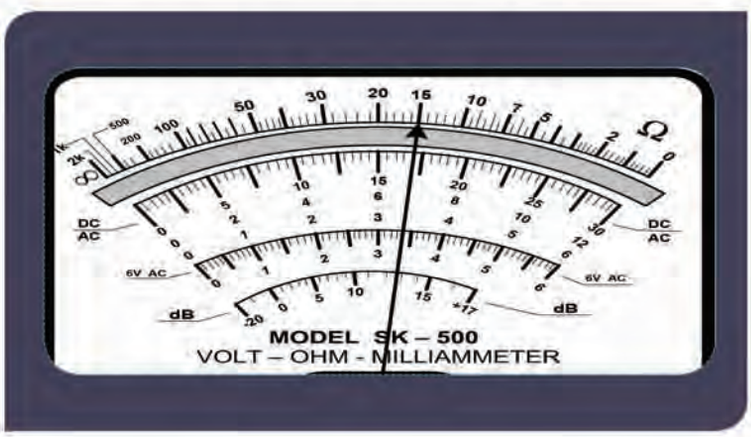
الشكل (٢).

فكر

هل يمكن معرفة أقطاب المصدر للتيار المباشر عند استعمال جهاز القياس الأميتر مع الأحمال المختلفة (+ . −)؟

– قياس التيار المباشر (**DC**) مراعيًا موضع مفتاح الاختيار

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس التيار المباشر:



يشير المفتاح إلى وضع (١٠ mA - DC)

القيمة المقاسة للجهد = $\frac{٠٫٠٦٠}{٣٠}$ × ١٧ = ٣٤ ملي أمبير

تطبيق القانون الآتي:

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

الأنشطة العملية

استعمل جهاز الأفوميتر الرقمي (degital avomeretr)؛ لقياس التيار الكهربائي بإشراف معلمك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	معايرة الجهاز والتأكد من صلاحيته.		
٢	ضبط مفتاح الاختيار على نوع التيار الكهربائي المراد قياس قيمته (AC) أو (DC).		
٣	وضع أطراف الجهاز في المكان المخصص لقياس التيار الكهربائي وتوصيلها مع الحمل المراد قياس تياره على التوالي.		
٤	قراءة قيمة التيار الكهربائي للحمل بالصورة الصحيحة.		

قياس شدة التيار في الدارة الكهربائية مستعملًا جهاز الكلامبمتر

تجهيز جهاز القياس والتأكد من صلاحيته ومعايرته.

يعدّ جهاز الكلامبمتر من الأجهزة المهمة في مجال التقنية الكهربائية سواء أكانت في المختبرات، أم الورش، أم في مجال الصيانة، أم في محطات القوى الكهربية؛ حيث لا حاجة لفصل الدارة الكهربية أو قطعها؛ لتركيب أميتر لقياس التيار، نستطيع بواسطة هذا الجهاز قياس التيار الكهربائي، وتشخيص الأعطال بطريقة آمنة، وسريعة، وغير مكلفة، دون الحاجة لفصل الدائرة أو قطعها، وبطريقة التأثير المغناطيسي، والشكل (١-٤٥)، يبين أشكالًا متعددة من جهاز الكلامبمتر.

الشكل (١-٤٥): أشكال متعددة لجهاز الكلامبمتر

تركيب جهاز الكلامبمتر:

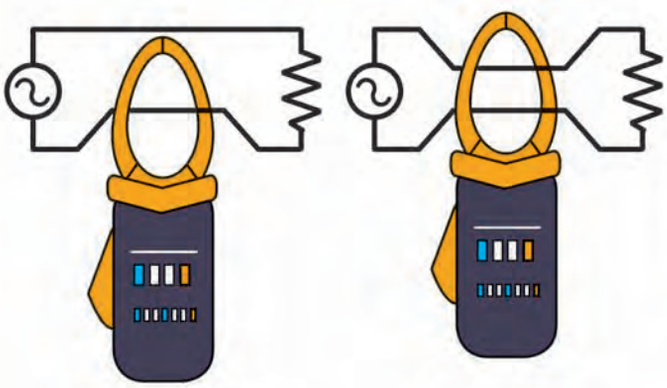
يعتمد جهاز الكلامبمتر في مبدأ عمله على فكرة محول التيار (CT) لتحويل التيار العالي إلى تيار منخفض، ويمكن عرضه على الشاشة. يكوّن فكّا الجهاز الدائرة المغناطيسية للمحول، ويعدّ السلك الذي يمر عَبْرَه التيار هو الملف الابتدائي.

التعرف إلى جهاز الكلامبمتر

يوضح الشكل (١-٤٦) أحد أجهزة الكلامبمتر لقياس التيار، ومسميات أجزائه وفوائده. لا تقتصر فائدة الكلامبمتر على قياس التيار المتناوب فحسْبُ، لكن، تتعداها إلى قياس الجهد الثابت، والمتناوب، وقياس المقاومة، وسعة المكثف. وتوجد في بعض أنواع الكلامبمتر دوائر إضافية، لتمكنه من قياس التيار الثابت أيضًا. فيصبح بذلك كأنه جهاز أفوميتر له إمكاناته، غير أن الكلامبمتر يتميز من الأفوميتر بقياسه التيار من دون الحاجة إلى فصل الدائرة أو قطعها، كما في الشكل (١-٤٧)، وذلك بفتح فكي الجهاز، واحتواء موصل واحد فقط، والمراد قياس التيار الذي يمر عَبْرَه، مراعيًا طريقة التوصيل الصحيحة.

الشكل (١-٤٦). أحد أجهزة الكلامبميتر.

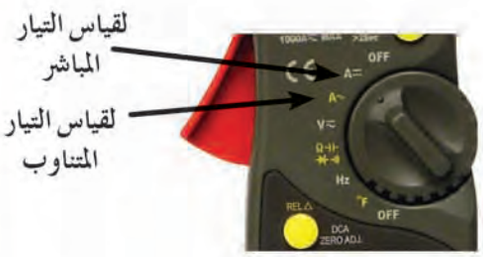
١	فكّا الجهاز.
٢	ضاغط لفتح الفكين.
٣	شاشة العرض LCD .
٤	مفتاح اختيار دوار.
٥	مدخل الطرف (COM) (السالب).
٦	مدخل طرف قياس الجهد والمقاومة (موجب).



توصيل غير صحيح توصيل صحيح

الشكل (١-٤٧).

الشكل (١-٤٨)، يوضح مفتاح الاختيار الدوار لجهاز كلامبميتر، ومقدرته على قياس كل من التيار المتناوب، والثابت، بالإضافة إلى الجهد الثابت، والمتناوب، والمقاومة.



الشكل (١-٤٨).

جهاز فحص أعطال المركبات وتشخيصها

هو جهاز يفحص المركبات في آن واحد ويبرمجها، حيث يقرأ الأعطال المسجلة ويمسحها في مختلف الأنظمة الإلكترونية في المركبات الحديثة، حيث إن حاسوب السيارة متصل بمجسات وحساسات في النظام الإلكتروني للسيارة، يقارن بين بيانات مخزنة داخله كي يؤدي المحرك دوره بصورة سليمة، وبين حالة العُطْل، وعند تركيب جهاز فحص المركبات، يقرأ ما سجله حاسوب المركبة، كما في الشكل(١-٤٩).

الشكل(١-٤٩): جهاز فحص أعطال المركبات.

طرائق فحص الأعطال الكهربائية في المركبة

١ - الطريقة القديمة: فحص عَبْر لمبة الفحص، وأجهزة الفحص التقليدية.

٢- الطريقة الحديثة: فحص الأعطال عَبْر جهاز حاسوب.

وظائف جهاز فحص الأعطال وتشخيصها

صُنّفت العديد من أجهزة كشف الأعطال، التي توصل بحاسوب المركبات طرائق عدة إما بوصلة خاصة وإما بتقنية البلوتوث وإما اللاسكي.

يشخص جهاز كشف الأعطال أعطال السيارات بإظهار العُطْل ونوعه، وتحديد مكانه مع إمكانية مسح العُطْل، من أهم الأعطال الشائعة التي تُرصد من قِبل هذا النوع من الأجهزة:

١- فحص المحرك (Engine)، وعلبة السرعة الإلكترونية (A/T)، والفرامل (ABS)، ونظام الوسائد الهوائية (Air Bags)، والمفتاح المشفر (Immobilizer) وإلكترونيات الجسم، والتابلو، وأدوات التحكم الإلكتروني كلها بالمركبات حسب تجهيز المركبات.

٢- معايرة الأجزاء الإلكترونية في المركبات: كدواسة الوقود، ودوران المحرك، وإعادة ضبط أنظمة التحكم للمركبة، والأجزاء المرتبطة بها.

٣- اختبار التشغيل والإيقاف لأي جزء في المركبات (Actuation Test)، مثل: اختبار إيقاف إحدى البخاخات، أو قطع الإشعال عن أسطوانة معينة، أو تشغيل أية مضخة، أو مروحة، أو التكييف، أو التحكم في فتحة الخانق، وغيرها.

٤- عمل توافق (Adaptation) بين أي جزء جديد يُركّب (قطع غيار إلكترونية) وبين وحدة التحكم، وبقية أجزاء المركبة؛ وذلك ليتعرّف حاسوب المركبات الجزء الجديد.

٥- إعادة ضبط ضوئي الخدمة والزيت (Service-oil light reset) وإطفاؤهما.

الأسلاك الكهربائية في المركبات

يستعمل النظام أحادي السلك لتشغيل العناصر الكهربائية في المركبات، حيث يكون الطرف الثاني المكمل للدارات الكهربائية هو خط (الشاصي) الموصول بهيكل المركبة وجسم المحرّك، حيث تربط الأسلاك الكهربائية في المركبة على شكل حُزَم، ويجب أن تمتاز هذه الأسلاك الكهربائية وعوازلها بالقدرة على تحمل درجات الحرارة العالية، ومقاومة الزيوت، وبسبب تعدد الأسلاك وكثرتها تُخصص ألوان خاصة لهذه الأسلاك؛ لتسهيل تتبع الدارات الكهربائية التي تعمل بها ، وغالبًا ما تكون هذه الألوان وَفْقًا لأحد أنظمة الألوان العالمية.

تُصنّف الأسلاك الكهربائية المستعملة في المركبات بناءً على نظامين رئيسين، هما: النظام البريطاني، والنظام الأوروبي، توضيح كل نظام منهما على النحو الآتي:

١- النظام الأوروبي: تعتمد بعض شركات تصنيع المركبات هذا التصنيف لعازلات الأسلاك الكهربائية في المركبات، حيث يعتمد هذا النظام أربعة عشر لونًا لكل منها دلالة معينة، ويعد هذا النظام الأكثر استعمالًا، يوضح الجدول (١-١)، الألوان ودلالاتها. تُراعي ألوان السلك الواحد ، إذا كان السلك له لون السلك الرئيسي والفرعي نفسهما، فهذا يعني الدلالة نفسها للسلك الفرعي و الرئيس معًا.

لون عازل السلك	دلالة اللون
أبيض	WT
أزرق فاتح	LB
أزرق غامق	DB
أحمر	RD
أسود	BK
أخضر فاتح	LG
أخضر غامق	DG
أصفر	YL
البرتقالي	OR
البنفسجي	VT
الرمادي	GY
الزهري	PK
بني	BR
أزرق	BL

جدول (١-١): ألوان الأسلاك ودلالاتها.

٢- **النظام البريطاني**: تعتمد بعض شركات تصنيع المركبات هذا التصنيف لعازلات الأسلاك الكهربائية في المركبات، حيث يعتمد هذا النظام اثني عشر لونًا، لكل منها دلالة معينه يوضح الجدول (١-٢) الألوان ودلالاتها. يتم تمثيل لون رئيسي مع لون فرعي، ويُكتب الحرف الأول للون الرئيس والحرف الثاني للون الفرعي، كما يتميز هذا النظام بوجود خط رفيع من لون مختلف يسمى لونًا ثانويًا؛ لسهولة تمييز الأسلاك في الجدلة الواحدة.

لون عازل السلك	دلالة اللون
أبيض	W
أخضر	G
أحمر	R
أسود	B
أخضر فاتح	LG
أحمر وردي	K
أصفر	Y
البرتقالي	O
الرمادي	S
الزهري	P
البني	N
الأزرق	U

جدول (١-٢): ألوان الأسلاك ودلالاتها في النظام البريطاني.

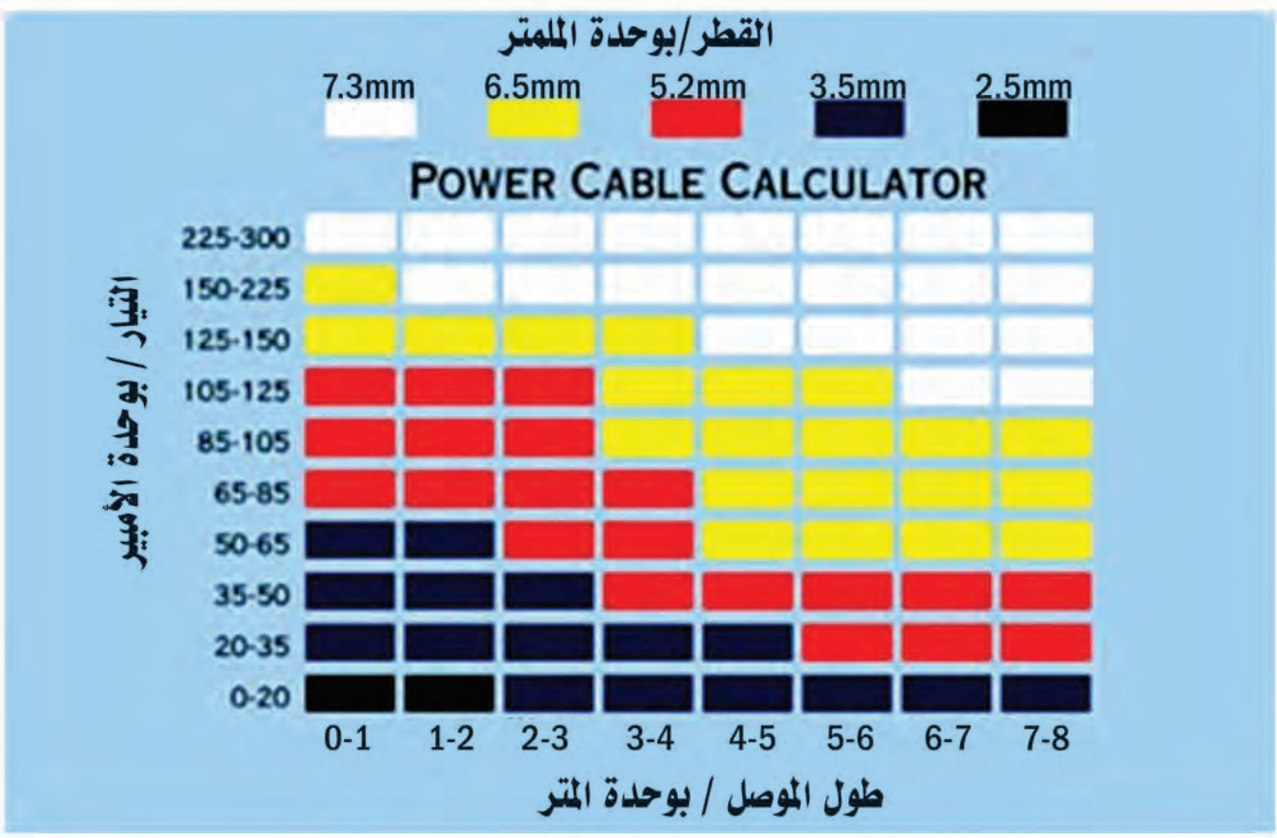
قياسات الأسلاك والكابلات المستعملة في المركبات

تُصمم الأسلاك غالبًا بناء على التيار المار في الدارة الكهربائية، لذا؛ يجب أن يكون قُطر السلك مناسبًا للتيار المار فيه.

تصنع الأسلاك بأنواع مختلفة، لكن جميعها تصنع وَفْقَ شروط متفق عليها من حيث: التصميم، والسُّمْك، والألوان، يبين الجدول (١-٣) مواصفات الأسلاك المستعملة في المركبات، يُختار السلك حسب الخطوات الآتية:

١- تحديد قيمة التيار المار في السلك، بناءً على حاجة الحِمل.

٢-طول الموصل لتلافي الهبوط في الجهد.



جدول (١-٣): مواصفات الأسلاك المستعملة في المركبات.

التمارين العملية

التمرين السابع

التعرف إلى الأسلاك وطرائق توصيلها ولحامها.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تعري الأسلاك الكهربائية، وتوصلها، وتستعمل أطراف الأسلاك وتلحمها، ثم تعزلها مستعينًا بالقمصان الحرارية.

يتوقع من المتدربين التزام التعليمات وفق شروط السلامة المهنية وقوانينها الآتية:

- معرفة قوانين السلامة المهنية الخاصة ببيئتي العمل والتدريب.
- معرفة دلالات لوحات السلامة المهنية.
- تطبيق توجيهات المسؤولين الخاصة بالسلامة المهنية.
- معرفة أنواع المخاطر المحتملة في بيئة العمل.
- الوقاية من المخاطر المحتملة في بيئة العمل وتطبيقها.
- التأكد من توافر معدات وتجهيزات السلامة المهنية، والتقيد التام بارتدائها في أثناء العمل.
- إجراء تقييم وتخمين وتحليل للمخاطر المحتملة.
- التأكد من أن مخارج الطوارئ سالكة وآمنة.
- التأكد من سلامة معدات مكافحة الحريق وتوافرها بكميات مناسبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- قطّاعة أسلاك كهربائية	١- أسلاك كهربائية متنوعة
٢- عرّاية الأسلاك الكهربائية – عدة أنواع	٢- أسلاك لحام قصدير
٣- كاوي لحام	٣- أطراف توصيل أسلاك متنوعة
	٤- قمصان حرارية انكماشية

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

ملاحظة: عند وجود أي استفسار أو نقص في المعلومات عليك مراجعة المدرب

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

٣- تعرف على أطراف الأسلاك، والقمصان الحرارية الانكماشية المتوافرة في مشغلك، انظر إلى الشكل (١).

٤- اختر أداة تعرية الأسلاك المناسبة من بين الأدوات المبينة في الشكل (٢)، وتجنب استعمال أدوات حادة غير مخصصة لتعرية الأسلاك.

٥- اقطع العازل الكهربائي مسافة تتراوح بين (٣-٤) سم، مستعملًا قطاعه الأسلاك الكهربائية، ثم اسحب بلطف العازل دون حدوث أي قَطْع.

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

٦- اقطع القميص الحراري الانكماشي، وأدخله في أحد الأسلاك.

الشكل (٤)

٧- اربط شعيرات الأسلاك بالطريقة التي تضمن متانة الوصلة، (الوصلة المستقيمة) ثم الحمها، كما في الشكل (٤).

الشكل (٥)

٨- ثبت القميص الحراري الانكماشي في مكانه المناسب (منتصف الوصلة)، كما في الشكل (٥).

٩- عرّض القميص الحراري لجهاز تسخين الهواء الحراري، حتى ينكمش القميص تمامًا، كما في الشكل (٦)

الشكل (٦)

١٠-أحضر سلكًا آخر ثم قص العازل الكهربائي مسافة تتراوح بين (١ -٢) سم مستعملًا عرّاية الأسلاك الكهربائية المبينة في الشكل (٧).

الشكل (٧)

١١-أدخل السلك الذين تمت تعريته في طرفية السلك (راسية) المتوافرة في مشغلك، كما في الشكل (٨).

١٢- استعمل المكبس المناسب للضغط

الشكل (٨)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
على الطرفية (الرأسية) وتثبيتها بصورة سليمة، كما في الشكل (٩).	الشكل (٩)

الأنشطة العملية

قم بتعرية أسلاك متعددة الأقطار، والحمها مستعملًا القصدير، ثم صِل الأسلاك الكهربائية بأطراف الأسلاك، مستعملًا القمصان الحرارية.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	اختيار أداة تعرية الأسلاك المناسبة.		
٢	قطع العازل الكهربائي لمسافة مناسبة وتعريته بصورة سليمة.		
٣	ربط شعيرات الأسلاك بالطريقة التي تضمن متانة الوصلة.		
٤	لحام وصلة الأسلاك بالقصدير، مستعملًا كاوي اللحام.		
٥	تثبيت أطراف الأسلاك (راسية) المناسبة بصورة سليمة.		

القياس والتقويم

السؤال الأول: عرّف المفاهيم الآتية:

١- المواد الموصلة للتيار الكهربائي.

٢- المواد غير الموصلة للتيار الكهربائي.

٣- فولتية الانهيار.

السؤال الثاني: أجب العبارات الآتية بـ (نعم) أو (لا):

رقم	العبارة	نعم	لا
١	المواد شبه الموصلة هي المواد التي تكون عازلة عند درجة حرارة الصفر المطلق، وتتخلى عن عازليتها كلما ارتفعت درجة حرارتها.		
٢	يُعدّ السيلكون مادة عازلة للتيار الكهربائي.		
٣	يُعدّ الهواء الجاف مادة عازلة للتيار الكهربائي.		
٤	تصبح المواد العازلة تحت تأثير الفولتية العالية جدًّا موصلة للكهرباء.		
٥	لا تُستعمل الفضة في التوصيلات الكهربائية، بالرغم من أنها موصلة جيدة للتيار الكهربائي لأنها مكلفة.		

السؤال الثالث: صنف المواد الآتية إلى مواد موصلة، ومواد عازلة:

(حبل من الكتان، خيط من الصوف، قطعة نقدية، شفرة سكين، الفلين، ورق القصدير المستعمل في المطبخ).

السؤال الرابع: كيف تختبر مادة ما، لترى إن كانت مادة موصلة أو مادة عازلة؟

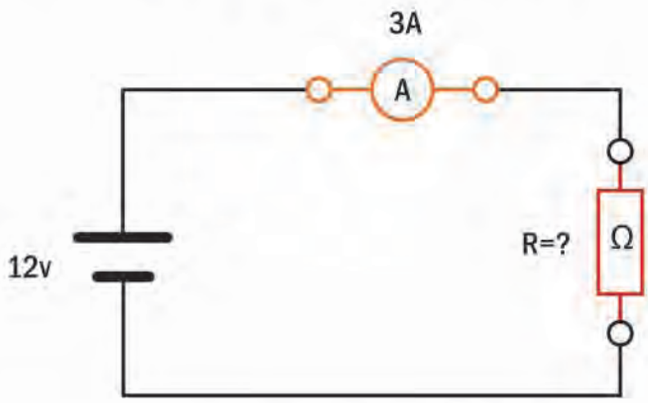
السؤال الخامس: علل: تصنع الأسلاك الكهربائية من مادة النحاس، وتغطى بالبلاستيك.

السؤال السادس: لماذا لا يستعمل رجال الإطفاء الخوذات المصنوعة من المعادن؟

السؤال السابع: اذكر نص قانون أوم.

السؤال الثامن: تم توصيل مقاومة قيمتها (٥٠Ω) بمصدر للتيار الكهربائي قيمته (١٠٠V) احسب التيار الذي تستهلكه هذه المقاومة من المصدر.

السؤال التاسع: جِد قيمة المقاومة في الدارة المبينة في الشكل الآتي، .



دارة كهربائية بسيطة

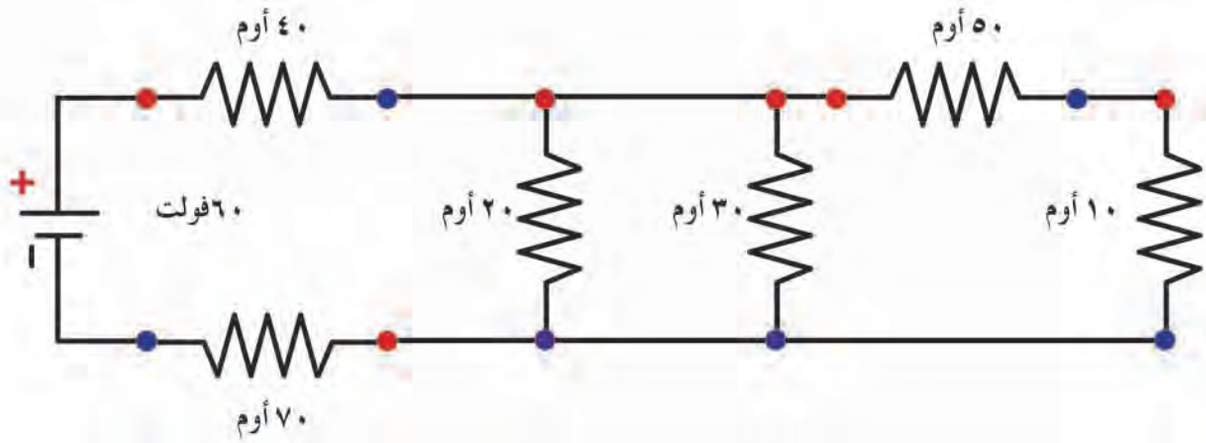
السؤال العاشر: اعتمادًا على الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل أدناه، جد ما يأتي:

١- المقاومة المكافئة لمجموع المقاومات في الدارة الكهربائية.

٢- التيار الكلي المار في الدارة الكهربائية.

٣- القدرة الكهربائية، المفقودة في الدارة الكهربائية.

٤- الطاقة الكهربائية المتدفقة في الدارة الكهربائية بعد مرور ٣٠ ثانية.



٢ الوحدة الثانية

مصدر الطاقة الكهربائية (المراكم)

المحاور الفرعية:

أولًا: أنواع المراكم: خصائصها وتركيبها.

ثانيًا: توصيل المراكم (التوالي، والتوازي).

ثالثًا: استعمال الأجهزة الحديثة في فحص المراكم واكتشاف الأعطال.

النتاجات

يتوقع من الطالب أن:

- يتعرّف أنواع المراكم عَبْر دراسة خصائصها وتركيبها الداخلي.
- يتعرّف طرائق توصيل المراكم .
- يتعرّف طرائق حساب سعة المركم، وتيار الشحن، وقياس الفولتية.
- يحلل أعطال المراكم ومسبباتها وطرائق إصلاحها وصيانتها.
- يخزن المراكم بطريقة صحيحة لتجنب تلفها بسبب التخزين.
- يستعمل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في استقصاء المعرفة الحديثة في مجال المراكم.

الأنشطة والتمارين

يتوقع من الطالب أن:

- ينزع المركم عن المركبة ويعيد تركيبه.
- يقيس مستوى المحلول في المركم.
- يقيس كثافة المحلول في المركم.
- يقيس فولتية المركم، وتيار الشحن.
- يحمّل المركم، ويحّدد هبوط الفولتية.
- يشحن المركم شحنًا سريعًا، وبطيئًا.
- يستعمل قارئ البيانات الفنية للمركبة، ويقارن النتائج بـ (**Auto data**).
- يستعمل أجهزة الفحص عند صيانة المركم، بواسطة قارئ البيانات (**Scan tool**).

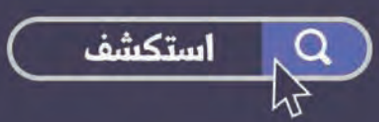
أولًا: أنواع المراكم، خصائصها وتركيبها

النتاجات

- اكتساب المعرفة بأنواع المراكم عَبْر دراسة خصائصها وتركيبها الداخلي.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ تمرين الاستكشاف، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.



القياس والتقويم

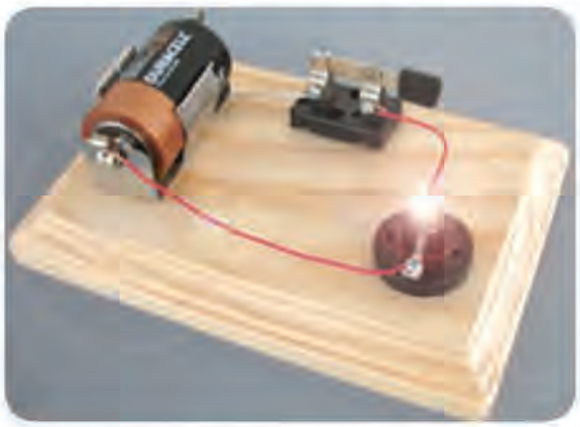
روابط التعلم الإلكتروني:

للاستزادة ارجع إلى القرص المدمج (CD) المرفق بالكتاب، وشاهد المحتوى الخاص بمصدر الطاقة الكهربائية (المراكم).

أولًا: أنواع المراكم: خصائصها وتركيبها

تعتمد المركبات أساسًا على الطاقة الكهربائية؛ لتغذي جميع الأحمال الموجودة بالمركبة، (مثل: أنظمة بدء الحركة، أنظمة الإنارة والتحذير، الأنظمة الكهربائية المساعدة وغيرها) سواء المركبات التي تعمل بمحرك الوقود، أو المركبات الهجينة أو المركبات الكهربائية، تُعدّ المراكم من أهم الأجهزة الموجودة في المركبات؛ وتُعدّ المصدر الرئيس للطاقة الكهربائية في المركبة، لأنها جزء مهم من أنظمة التوليد والشحن في المركبة. تطورت صناعة المراكم في يومنا هذا، وتعددت أنواعها بناءً على المواد المستعملة في تصنيعها، وطرائق تصنيعها، فنجد المراكم الرصاصية والمراكم القلوية . ويقوم مبدأ عمل المراكم على تحولات الطاقة من طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة لتكوّن الإلكترونات الحرة التي تنطلق من المواد المكونة للمركم مكونة تيارًا كهربائيًّا يمر خلال الدارات الكهربائية في المركبة، بالإضافة إلى عكس عملية التحول من كهربائية إلى طاقة كيميائية خلال عملية الشحن من المولد في أثناء عمل المحرك في المركبة.

سندرس في هذه الوحدة المراكم المستعملة في المركبات وأنواعها وتركيب كل نوع منها، ومبدأ عمل كل من المراكم الرصاصية والمراكم القلوية، وسنتعرف إلى الأعطال التي تتسبب في تعطل المراكم أو تؤثر في أدائها، وسندرس أسباب حدوث هذه الأعطال وكيفية صيانتها.



الشكل (٢-١) دارة كهربائية بسيطة.

انظر.. وتساءل

هل تسألت يومًا عن سبب إضاءة المصباح عند توصيله بمصدر للطاقة الكهربائية (كالبطارية) مثلًا، ماذا تتوقع أن يحدث لو كانت البطارية فارغة، هل سيضيء المصباح؟ ولماذا؟

نفّذ هذه التجربة المبينة في الشكل (٢-١)، بإشراف المعلم. مستعملًا بطارية مشحونة وأخرى فارغة.

لابد أنك لاحظت أن المصباح الذي تم توصيله ببطارية مشحونة كانت إضاءته جيدة، مقارنة بالمصباح الذي تم توصيله ببطارية فارغة تقريبًا، حيث كانت إضاءة المصباح خافته أو لم يضئ أساسًا. ما سبب ذلك؟

استكشف

تخيل وجود مركبة كهربائية، وهي أحد أنواع المركبات التي تعتمد كُليًّا على المراكم ذات الجهد المرتفع كمصدر للطاقة ، حيث تُستعمل المراكم القلوية من نوع ليثيوم أيون (**lithium-ion battery**)، سعتها ٣٠ كيلو واط/ ساعة، عدد وحدات البطارية (٤٨) وحده ليثيوم أيون. لو طلب منك استبدال بطارية من نوع المراكم رصاصية ببطارية هذه المركبة (**lead-acid battery**) بسعة البطارية السابقة نفسها.

- ما التغيير المتوقع على أداء المركبة؟
- هل يحصل أي تغيير على الحيز الذي ستشغله وحدات البطارية داخل المركبة؟
- هل يحصل أي تغيير على كتلة المركبة؟

الشكل(٢-٢): وحدة المراكم في المركبة الكهربائية.

لعلك لاحظت بعد البحث والمقارنة بين هذه الأنواع من المراكم أن استبدال وحدات المراكم القلوية من نوع ليثيوم أيون (**lithium- ion battery**)، بنوع آخر من المراكم رصاصية (**lead-acid battery**) في المركبات الكهربائية، سوف يؤثر سلبًا في أداء المركبة والمسافة المقطوعة اعتمادًا على سعة وحدة المراكم وسرعة استهلاك المراكم الرصاصية مقارنة مع المراكم القلوية، إضافة إلى الحيز الكبير الذي سوف تشغله المراكم الرصاصية داخل المركبة، وازدياد كتلة المركبة، .بماذا تفسر التغيير الحاصل على المركبة بعد استبدال المراكم؟

هل تجد أن استعمال المراكم الرصاصية بدل المراكم القلوية في المركبات الكهربائية أمرًا مناسبًا؟ لماذا؟

اقرأ.. وتعلم

أنواع المراكم وخصائصها

مصطلح "البطارية" يعني المجموعات، تعرف مراكم المركبات أنها الجهاز الذي يزود المركبة بالطاقة الكهربائية اللازمة لتغذية الأنظمة الكهربائية في المركبة مثل: (نظام الإنارة، نظام الصوت، نظام الرفاهية، وغيرها). وكذلك تزويد نظام بدء التشغيل في المركبة عَبْر التفاعلات الكيميائية التي تحصل داخل المركم، التي تتحول إلى طاقة كهربائية، ثم يُعتمد على نظام التوليد والشحن لتنفيذ هذه المهمة بعد ذلك. من الناحية الفنية، يجب أن تتكون المراكم من اثنين أو أكثر من الخلايا، كل

خلية مستقلة وتحتوي المواد الكيميائية والعناصر جميعها اللازمة لإنتاج الكهرباء.

إن المراكم المتعارف عليها ذات الجهد (١٢,٦) فولت المستعملة في المركبات، تتكون من ست خلايا. نظرًا لأهمية هذا العنصر (المركم) في المركبة، سندرس المراكم بالتفصيل، أنواعها، وخصائصها، وتركيبها.

تصنف المراكم المستعملة في المركبات من حيث نوع المواد المستعملة في تصنيعها التي تدخل في التفاعلات الكيميائية خاصتها صنفين:

١- المراكم الرصاصية: تقسم المراكم الرصاصية قسمين رئيسين:

أ- المراكم القابلة للصيانة: تسمى أيضًا المراكم القابلة للسكب، ومن أهم مواصفات هذه المراكم أنها تحتوي أغطية للخلايا، حيث يمكن فتحها والتعديل على مستوى المحلول وكثافته، وإضافة الماء المقطر إليها وَفْقَ المستويات المطلوبة، حيث يرتفع مستوى المحلول فوق الألواح إلى (١٠) ملم تقريبًا، انظر إلى الشكل (٢-٣).

ب- المراكم غير القابلة للصيانة: تكون هذه المراكم غير قابلة للفتح ولا تحتوي أغطية للخلايا، لذا؛ لايمكن التعديل على مستوى المحلول وإضافة الماء المقطر للمركم. تحتوي هذه المراكم صفائح مصنوعة من سبائك الرصاص؛ لذلك سُميت هذه المراكم المراكم الرصاصية. يمتاز هذا النوع بوجود فتحات شفافة نستطيع بواسطتها الاستدلال على حالة الشحن للمركم إذا كان لون السائل أخضر تكون البطارية في حالة الشحن المطلوبة، أما إذا كان اللون أسود، فإن البطارية تحتاج إلى الشحن، واللون الأبيض للسائل يدل على انتهاء عمر المركم وضرورة استبداله. يحتوي هذا النوع من المراكم كمية محدودة من المحلول تضاف عند التصنيع، وفتحة تهوية للتخلص من كمية الغازات القليلة الناتجة في أثناء التفاعل، انظر إلى الشكل (٢-٤).

الشكل (٢-٣): المراكم القابلة للصيانة.

الشكل (٢-٤): المراكم غير القابلة للصيانة.

فكر

ماذا لو لم تحتوِ البطارية فتحة تهوية؟

هل يؤثر تركيب هذا النوع من المراكم بشكل مائل داخل المركبة في كفاءة المركم وأدائه؟ فسر ذلك.

مكونات المراكم الرصاصية

يتكون المركم الرصاصي من الأجزاء الآتية:

١- الغلاف الخارجي (Battery case): يُصنع الغلاف الخارجي للبطارية من مادة المطاط المضغوط أو البلاستيك المقوى، يكون مقسّمًا ست حجرات تحتوي الألواح المكونة للخلايا. وتحتوي مكانًا تستقر فيه الترسبات الناتجة عن التفاعلات؛ للحيلولة دون بقاء الترسبات على الألواح.

فكر

هل يؤثر بقاء الترسبات العالقة على الألواح في أداء البطارية والفولتية التي تنتجها؟

٢- الغطاء العلوي (Cover): يُصنع هذا الغلاف من نفس المادة المكونة للغلاف الخارجي، قد يحتوي الغطاء فتحات بمحاذاة كل خلية وذلك في حالة المراكم القابلة للصيانة، أو عدم احتوائه فتحات مثل المراكم غير القابلة للصيانة.

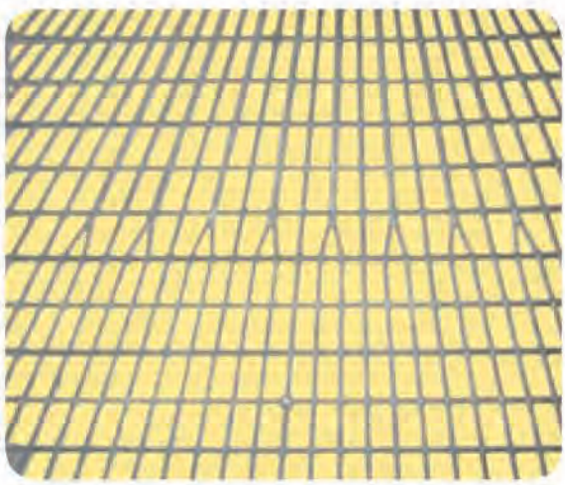
فكر

هل المادة المستعملة في صناعة الغطاء العلوي والغلاف الخارجي للبطارية موصلة للكهرباء؟ فسر إجابتك.

٣- الألواح : تحتوي كل خلية من الخلايا المركم الرصاصي مجموعة من الألواح الشبكية (Grid Plates)، تتكون هذه الألواح من شبكة مصنعة من سبائك الرصاص تحتوي فراغات، هذه الفراغات تُملأ بمادة ثاني أكسيد الرصاص(PbO_2) أو مادة الرصاص (Pb) وهي نوعان:

أ- الألـواح الشبكيـة الموجبـة (Positive Plates): وتحتـوي هـذه الألواح الموجبة مادة ثاني أكسيـد الرصاص بين فراغاتها، وتمتاز لونها البني الداكن.

ب- الألواح الشبكية السالبة (Negative Plate): وتحتوي هذه الألواح السالبة مادة الرصاص بين فراغاتها، وتمتاز بلونها الرمادي، بزيادة لوح واحد عن الألواح الموجبة كما في الشكل (٢-٥).



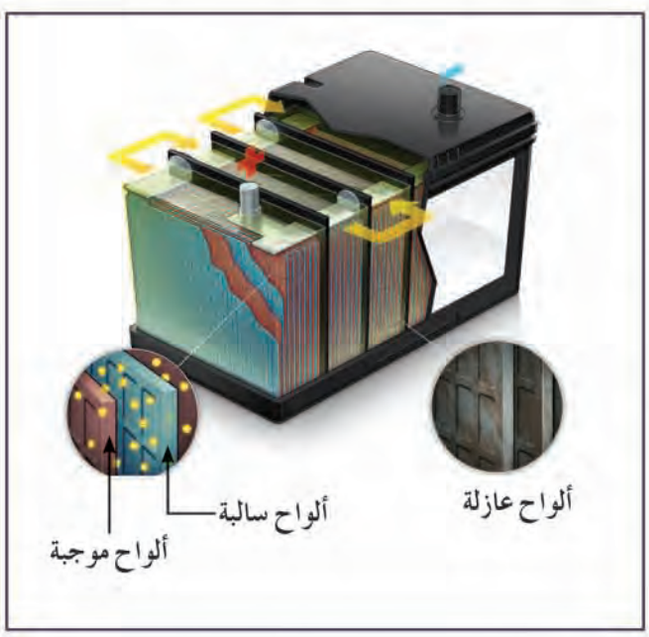
الشكل (٢-٥): الألواح الشبكية داخل البطارية.

٤- الألواح العازلة (Separators) : تستعمل هذه الألواح وسطًا عازلًا للفصل بين الشرائح الموجبة والسالبة، وتتميز هذه الألواح بخصائص أهمها:

أ- تصنع من ماده عازلة وغير قابلة للتآكل ولا تتأثر بالحموض ودرجات الحرارة، مثل الألياف الزجاجية، والبلاستيك، والمطاط.

ب- تمتاز هذه السطوح بالمسامية للسماح بانتقال المحلول بين الألواح الموجبة والسالبة.

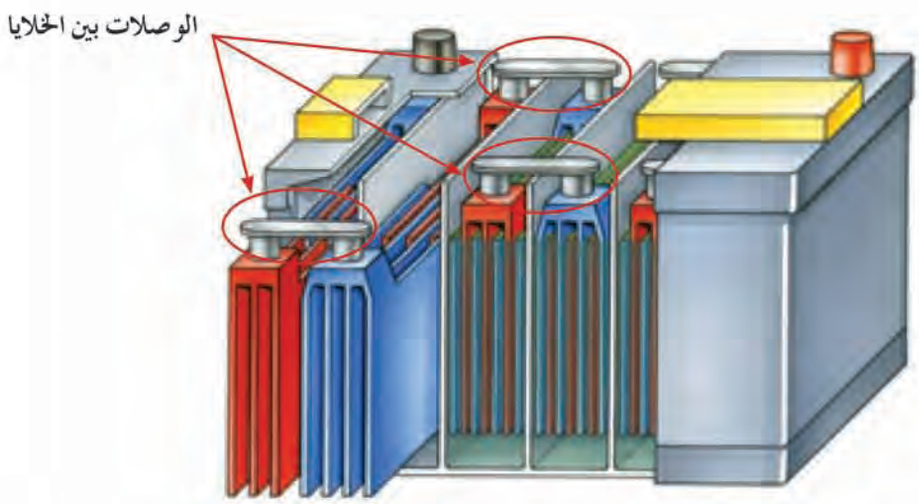
جـ- تمتلك هذه الألواح سطحًا أملس



الشكل (٢-٦) ترتيب الألواح داخل البطارية.

من جهة الألواح السالبة، وتمتلك سطحًا يحتوي أخاديد طولية من جهة الألواح الموجبة، للسماح بنزول المواد المترسبة الناتجة من التفاعلات في أثناء عملية الشحن إلى أسفل .

٥- الوصلات بين الخلايا: توصَل الخلايا ببعضها البعض بواسطة قضبان رصاصية تصل كل لوح موجب أو سالب باللوح المخالف في الشحنة في الخلية المجاورة، وتثبت هذه القضبان إما أعلى الغطاء وإما أسفله، وتعرف هذه الطريقة بالربط على التوالي، حيث تُجمع فولتية الخلايا كلها معًا؛ لنحصل على الفولتية الكاملة للمراكم. فالمعروف أن المراكم المستعملة حاليًّا، تحتوي (٦) خلايا، كل خلية تنتج (٢،١) فولت، ويصبح مقدار فولتيتها الكلي (١٢,٦) فولت.



الشكل (٢-٧): الوصلات بين الخلايا.

فكر

ما قيمة الفولتية الكلية للمركم الرصاصي لو تم توصيل الخلايا على التوازي بدلًا من التوالي؟ فسر إجابتك.

٦- الأقطاب (**Battery Terminals**): في أغلب المراكم تكون الأقطاب على الغطاء العلوي للمركم وفي بعضها تكون على الجانبين، حيث تعمل الشركات الصانعة للمراكم على تمييز أقطاب المراكم، حيث يصنع القطب الموجب غالبًا بقطر أكبر مقارنة بالقطب السالب،ويُغطى القطب الموجب بغطاء أحمر اللون مرسوم علية إشارة (+)، ويغطى القطب السالب بغطاء أسود أو أزرق مرسوم عليه إشارة (-) كما في الشكل (٢-٨).

الشكل(٢-٨): أقطاب المركم.

٧- محلول المركم الحامضي (**Electrolyte**): يحتوي المركم محلولًا حامضيًّا بكثافة ١،٢٨٥ غم/سم٣. يمثل الماء المقطر النسبة الأكبر وهي ٦٤٪ من المحلول، أما النسبة المتبقية منه، فتمثل حامض الكبريتيك بنسبة ٣٦٪. كما يجب أن يغمر المحلول الألواح كليًّا حتى يصل إلى مستوى يرتفع إلى ١٠ملم تقريبًا فوق مستوى الألواح.

تحضير المحلول الحمضي الخاص بالمراكم

يعد تحضير المحلول الحامضي الخاص بالمراكم من أهم الأمور الواجب إتقانها، والتزام التعليمات والإرشادات، لضمان السلامة المهنية عند إعداد المحلول وإضافته إلى المركم:

١- استعمل وعاء غير قابل للتفاعل مع الحمض، يفضل أن يكون من الزجاج أو البلاستيك لتحضير المحلول فيه.

٢- استعمل أداة غير قابلة للتفاعل مع الحمض، يفضل أن تكون خشبية، أو زجاجية، أو بلاستيكية، لخلط المحلول.

٣- تأكد من ضرورة استبدال المحلول القديم إذا اقتضى الأمر ذلك، ونظف الخلايا بالماء المقطر قبل إضافة المحلول الجديد.

٤- اسكب كمية مناسبة من الماء المقطر في الوعاء.

٥- أضف كمية مناسبة من الحمض المركز ببطء وحذر شديد خشية أن يتناثر الحامض.

٦- أضف المحلول المحضّر حديثًا بعد التأكد من انخفاض درجة حرارته إلى ٢٦،٧ درجة مئوية تقريبًا.

٧- احرص على عدم شحن المركم حتى تتشبع الألواح بالحامض.

٨- تنبه إلى عدم ملامسة المحلول الجسم أو العينين، وغسل اليدين أو أي جزء من الجسم بالماء البارد جيدًا إذا لامس المحلول أي جزءٍ من أجراء الجسم.

التمارين العملية

التمرين الأول

نزع المركم عن المركبة.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنزع المركم من المركبة، ثم تعيد تركيبه.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند نزع المركم من المركبة عليك:

- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، جهاز إطفاء الحريق إن وجد.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل.
- عدم لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- التنبه إلى الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المدرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركبة. ٢- مركم. ٣- صندوق العُدَد والأدوات. ٤- قفازات.	

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- جهّز المركبة متأكدًا من إطفاء المحرك، وانتظر حتى تنخفض درجة حرارة المحرك، ارفع الغطاء الأمامي للمركبة، انظر إلى الشكل (١).

٤- فك مربط القطب السالب للمركم أولًا، ثم ارفع المربط عن قطب المركم، انظر إلى الشكل (٢).

٥- فك مربط القطب الموجب للمركم، ثم ارفع المربط عن قطب المركم، انظر إلى الشكل (٣).

٦- فك البرغي المثبت للمركم بقاعدته، وارفع المركم عن قاعدته، لإجراء الصيانة المناسبة له، واحرص على رفع المركم بشكل عمودي عن قاعدته. انظر إلى الشكل (٤).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

الأنشطة العملية

ابدأ بتركيب المركم المنزوع عن المركبة، وافحص دقة التوصيل للمركم، وهل تعمل المركبة بصورة صحيحة بعد تركيبها؟

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تجهيز المركبة والتأكد من إطفاء المحرك والانتظار حتى تنخفض درجة حرارة المحرك.		
٢	فك مربط القطب السالب للمركم أولًا.		
٣	فك البرغي المثبت للمركم بقاعدته.		
٤	رفع المركم بشكل عمودي عن قاعدته.		

التمارين العملية

التمرين الثاني

فحص مستوى المحلول داخل المراكم.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تقيس مستوى المحلول في المركم.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند فحص مستوى المحلول الحمضي:

- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، وجهاز إطفاء الحريق إن وجد.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل.
- الحذر من لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- التنبه جيدًا إلى الإرشادات والتعليمات التي يمليها عليك المدرب.
- الابتعاد عن مصادر اللهب.
- التأكد من توافر مصدر مياه صالحه للشرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- متطلبات السلامة والصحة المهنية. ٢- مركم ذو أغطية خلايا قابلة للفك. ٣- قمع لإضافة الماء المقطر. ٤- قفازات. ٥- نظارة بلاستيكية.	- ماء مقطر

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- نظف الغطاء العلوي للمركم جيدًا بقطعة قماش، كما في الشكل (١).

٤- تفقد مستوى محلول المركم بعد فك أغطية الخلايا، إذا كان المركم ذا غلاف خارجي شفاف، يحتوي خطوطًا تحدد المستويات، يمكن رؤية مستوى المحلول الذي يجب أن يتطابق مع تلك الخطوط المرسومة على الغلاف. يجب النظر بشكل أفقي إلى مستوى المحلول داخل المركم كما في الشكل(٢).

٥- أضف الماء المقطر إذا كان مستوى المحلول أقل من المستوى المطلوب. كما في الشكل (٣).

الرسم التوضيحي

الشكل(١)

الشكل(٢)

الشكل(٣)

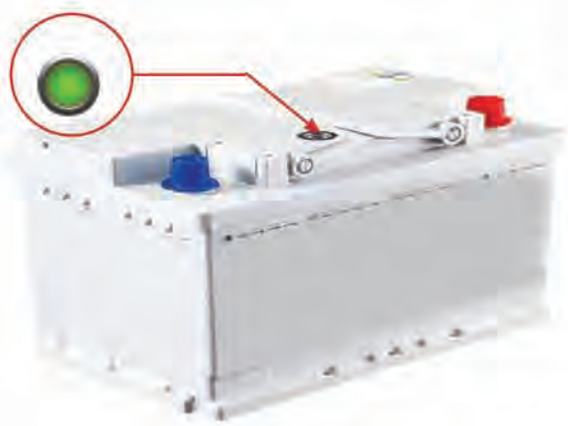
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

٦- إذا كان المركم من نوع غير قابل للصيانة، فيستعمل الفتحة الشفافة، للتعرف إلى حالة المركم كما يأتي:

أ - إذا كان أخضر اللون، فالمركم بحالة شحن جيدة، كما في الشكل (٤).

ب- إذا كان أبيض اللون، فيجب استبدال المركم.

جـ- إذا كان أسود اللون، فيجب شحن المركم.



الشكل (٤)

الأنشطة العملية

افحص مركمًا آخر محددًا حاجته إلى تعديل على مستوى المحلول، ثم حضّر المحلول وأضفه إلى المركم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تفقد مستوى محلول المركم بعد فك أغطية الخلايا.		
٢	تفقد مستوى محلول المركم بالنظر إلى مستوى المحلول ومقارنته مع المستويات المحددة على الغلاف الخارجي.		
٣	حددت حالة المركم غير القابل للصيانة معتمدًا على العين الشفافة الموجودة على الغطاء العلوي للمركم.		
٤	وإضافة الماء المقطر تدريجيًّا إلى المحلول.		

قياس كثافة المحلول

تقاس كثافة المحلول داخل المراكم بقياس الوزن النوعي (**Specific Gravity**) للمحلول داخل المراكم، ويُقتصر عملية قياس كثافة المحلول فقط على المراكم القابلة للصيانة، التي تحتوي فتحات للخلايا.

عند قياس الوزن النوعي للمحلول داخل المركم، يجب التنبه إلى تأثير درجة الحرارة في قيمة الوزن النوعي للمحلول حيث تختلف بمقدار (٠،٠٠٢ غم/سم٣) لكل درجة حرارة، لذلك يجب التنبه إلى تعديل قيمة الوزن النوعي مع انخفاض درجة الحرارة أو ارتفاعها عن (٢٧°س).

يستعمل جهاز خاص لقياس كثافة المحلول داخل المراكم، ويسمى الهيدروميتر (**Hydrometer**) أو المكثاف، ويتكون الهيدروميتر من أنبوب زجاجي ذي نهاية رفيعة يتصل ببصيلة مطاطية في نهايته، ويحتوي عوامة زجاجية داخلة صممت بحيث تحتوي انتفاخًا ممتلئًا بحبيبات من الرصاص المتماسكة داخل هذا الانتفاخ، وقد صُنعت العوامة بحيث يحتوي سطحها الخارجي نتوءات لمنع التصاقها بالأنبوب. انظر إلى الشكل (٢-٩)

الشكل (٢-٩): الهيدروميتر جهاز قياس كثافة المحلول.

تُرصد كثافة المحلول عَبْرَ التدريج الموجود على عوامة الهيدروميتر، ونستدل بذلك على حالة المركم.

يستعمل جهاز الهيدروميتر لقياس كثافة المحلول داخل المراكم، كما يأتي:

١- فرغ الهواء من الجهاز بالضغط على الكرة المطاطية للجهاز.

٢- أدخل الأنبوب المطاطي للجهاز في الخلية المراد قياس كثافة المحلول فيها.

٣- اسحب كمية من محلول الخلية المراد قياس كثافة المحلول فيها.

٤- اقرأ تدريج العوّامة الزجاجية، يجب التنبه إلى أن يكون مستوى نظرك أفقيًّا ليماثل مستوى المحلول.

تُحدد حالة المركم بناء على قراءة الجهاز كما يأتي:

١- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون أخضر، فكثافة المحلول جيدة، وتكون كثافة (١,٢٦٤-١,٢٩) غم/سم٣.

٢- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأبيض، فكثافة المحلول متوسطة وبحاجة إلى الشحن، وتكون كثافة (١,٢٠٥-١,٢٣٥) غم/سم٣.

٣- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأحمر، فكثافة المحلول منخفضة جدًّا، وتكون كثافة (١,١١٠-١,١٦٥) غم/سم٣.

التمارين العملية

التمرين الثالث

قياس كثافة محلول المراكم.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تقيس كثافة المحلول في المركم.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند استعمال جهاز الهيدروميتر لقياس كثافة المحلول، يجب مراعاة ما يأتي:

- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل.
- تعرف مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، وجهاز إطفاء الحريق إن وجد.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل إن وجد.
- تجنب لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات والتعليمات التي يمليها عليك المدرب.
- الابتعاد عن مصادر اللهب.
- التأكد من توافر مصدر للمياه الصالحة للشرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركم ذو أغطية خلايا قابلة للفك	- ماء مقطر
٢- جهاز هيدروميتر	
٣- قفازات	
٤- نظارات واقية	
٥- ميزان حرارة	

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- نظف سطح المركم جيدًا، ثم فك أغطية خلايا المركم، كما في الشكل (١)

٤- فرّغ الهواء من جهاز الهيدروميتر بالضغط على الكرة المطاطية، للجهاز، ثم أدخل الأنبوب المطاطي للجهاز في الخلية المراد قياس كثافة المحلول فيها، يجب التنبه إلى أن العوامة داخل جهاز الهيدروميتر بالوضع الحر، أي غير ملامسة للجدران من الأعلى والأسفل، كما في الشكل (٢)

٥- اسحب كمية من محلول الخلية المراد قياس المحلول فيها.

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

٦- اقـرأ تدريج العوّامـة الزجاجية، يجب أن يكون مستوى نظرك أفقيًّا ليماثل مستوى المحلـول، مراعيًا عـدم استعمـال الجهاز للقياس عنـد تزويـد المركم بالمـاء المقطر مباشـرة، يجـب الانتظـار حتـى نضمـن اختلاط الماء بالمحلول، اقرأ تدريج العوامة الزجاجية، كما يأتي:

أ- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأخضر، فكثافة المحلول جيده، كمـا في الشكـل (٣)

الشكل (٣)

ب- إذا وصـل مستـوى المحلـول عند التدريـج باللـون الأبيض، فكثافـة المحلـول متوسطـة وبحاجـة إلى الشحـن، كمـا في الشكـل (٤)

الشكل (٤)

جـ- إذا وصـل مستـوى المحلـول عنـد التدريـج باللـون الأحمـر، فكثافـة المحلـول منخفضـة جـدًّا، كمـا في الشكـل (٥)

الشكل (٥)

٧- يجب قياس الوزن النوعي للمحلول في كل خلية من خلايا المركم، ويجب أن تكون الكثافة متقاربه في الخلايا كلها وَفْقَ الخطوات المذكورة سابقًا على الخلايا المتبقية في البطارية، متأكدًا أن تكون كثافة الخلايا جميعها متقاربة. حيث تتراوح كثافة المحلول للمركم المشحون تمامًا بين (١،٢٦٥ غم/سم٣) و(١،٢٩٠غم/سم٣).

الأنشطة العملية

افحص كثافة المحلول لخلايا المركم جميعها ثم قارن نتائج كثافة المحلول للخلايا جميعها، وحاول توحيد كثافة المحلول في الخلايا جميعها ضمن النسبة المطلوبة.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	قياس كثافة المحلول في خلايا للمركم جميعها.		
٢	النظر إلى مستوى العوامة أفقيًّا لتحديد كثافة المحلول.		
٣	الانتظار مدة قليله من الزمن بعد إضافة الماء المقطر إلى المحلول لضمان اختلاطه، حتى نحصل على قراءة صحيحة من الجهاز.		
٤	تنظيف أقطاب المركم والسطح الخارجي قبل الفحص.		

شحن المراكم الرصاصية

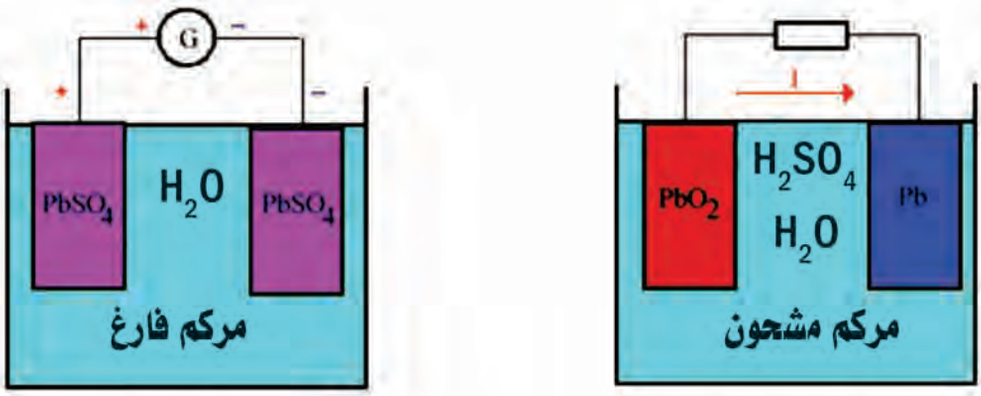
تُعدّ عملية شحن المراكم عملية تتحول فيها الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة كيميائية.

١- **شحن المركم للمرة الأولى:** عند الانتهاء من تصنيع المركم يُشحن بشحنة ابتدائية تسمى شحنة التكوين، تتم هذه العملية وَفْقَ الآتي:

وَصْلُ طرفي المركم بمصدر فولطية كهربائية مقدارها (٢،٥ فولت) للخلية الواحدة، حيث يمر تيار كهربائي عَبْرَ المحلول يؤدي إلى تحلل الماء إلى هيدروجين وأكسجين، ويبدأ التفاعل الكيميائي، حيث يرتبط الأوكسجين مع أول أكسيد الرصاص على الألواح الموجبة مكونًا طبقة من ثاني أكسيد الرصاص، وتتفاعل أيونات الهيدروجين مع أول أكسيد الرصاص على الألواح السالبة مكونة رصاصًا إسفنجيًّا، وهكذا، يكون المركم جاهزًا للاستعمال لأول مرة ومشحونًا شحنة كاملة.

٢- **تفريغ المراكم**: عند وصل المركم بدارة كهربائية تغذي حمل كهربائي داخل المركبة، مثل (نظام الإنارة، محرك بدء الحركة، نظام التحذير،وغيرها)، تبدأ عملية التفريغ، حيث تتحول الطاقة من كيميائية إلى كهربائية وهي عكس عملية الشحن، حيث يتحلل الهيدروجين والكبريتات إلى أيونات نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل البطارية، ينفصل الكبريتات (**SO4**) عن الهيدروجين(**H2**)، وتتحد مع الرصاص (**Pb**)، على كل الصفيحتين الموجبة والسالبة مكونة كبريتات الرصاص (**Pbso4**)، وتتحد ذرة الأوكسجين (**O2**) مع الهيدروجين مكونة الماء (**H2O**)، في نهاية التفريغ يصبح المحلول ماء (**H2O**) والصفائح الموجبة والسالبة مكونة من كبريتات الرصاص (**Pbso4**). المعادلة الكيميائية في أثناء التفريغ تكون، انظر إلى الشكل (٢-١٠).

$$PbO_2+Pb+2H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4+PbSO_4+2H_2O$$



$$(PbSO_4)^+ + (PbSO_4)^- + 2H_2O \rightleftharpoons PbO_2+Pb+2H_2SO_4$$

الشكل(٢-١٠) التفاعلات في أثناء عملية الشحن والتفريغ للمركم.

نتائج التفاعلات الحاصلة داخل المركم في أثناء عملية التفريغ:

أ - تكون كبريتات الرصاص على اللوحين حتى تُستهلك المادة الفعالة فيها.

ب- ازدياد كمية الماء وبالتالي انخفاض الوزن النوعي للمحلول داخل المركم.

جـ- مع تكرار حدوث هذه التفاعلات تتكون مادة كبريتات الرصاص (**$PbSO_4$**) كطبقة عازلة على الألواح السالبة والموجبة، وبالتالي تقلل من كفاءة المركم.

٣- **إعادة شحن المركم الرصاص**: في أثناء عملية الشحن يوصل المركم بمصدر للتيار المستمر (الطاقة كهربائية)، حيث تتحول الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة كيميائية تخزن داخل المركم.

يُشحن المراكم بطريقتين، هما:

أ - الشحن السريع، في هذه الحالة يجب ألّا تتجاوز قيمة تيار الشحن (٠,٨) من سعة المركم.

ب- الشحن البطيء، في هذه الحالة يجب ألّا تتجاوز قيمة تيار الشحن (٠,١) من سعة المركم.

إن التفاعلات التي تحدث في أثناء الشحن تكون معاكسة للتفاعلات في أثناء التفريغ وتحدث وَفْقَ المعادلات الآتية التي تبين مراحل الشحن:

$$(PbSO_4)^+ + (PbSO_4)^- + 2H_2O \longrightarrow PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4$$

التمارين العملية

التمرين الرابع

فحص فولتية المركم.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تفحص فولتية المركم .

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند نزع المركم من المركبة:

- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل داخل المشغل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، وجهاز إطفاء الحريق إن وجد.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل إن وجد.
- عدم لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المدرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- جهاز فولتميتر. ٢- مراكم. ٣- مركبة. ٤- صندوق العُدَد والأدوات. ٥- قفازات. ٦- نظارات واقية.	

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- افحص جهاز القياس، واختبر صلاحية المركم فيه، متأكدًا من ضبط جهاز الفولتميتر على تدريج الفولتية الثابتة، كما في الشكل (١).

٤- وصّل طرفي الفولتميتر بأقطاب المركم (مركم غير مشحون)، ثم دوّن النتائج الظاهرة على جهاز القياس، كما في الشكل (٢).

٥- وصّل طرفي الفولتميتر بأقطاب المركم (مركم مشحون)، دوّن النتائج الظاهرة على جهاز القياس، كما في الشكل (٣).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الأنشطة العملية

افحص مركم مشحون جزئيًّا، مستعملًا جهاز الفحص، ثم قارن النتائج الحالية بنتائج التمرين السابق.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	التأكد من ضبط جهاز الفولتميتر على تدريج الفولتية.		
٢	توصيل طرفي الفولتميتر بأقطاب المركم (مركم غير مشحون) بصورة صحيحة.		
٣	تنظيف أقطاب المركم قبل الفحص.		
٤	تحديد حالة المركم إذا كان مشحونًا أم لا، حسب نتائج جهاز التحميل.		

التمارين العملية

التمرين الخامس

شحن المركم شحنًا بطيئًا.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تشحن المركم شحنًا بطيئًا.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية الخاصة بشحن المركم الرصاصي شحنًا بطيئًا:

- التأكد من القيام بعملية الشحن بالمكان المناسب من حيث: (التهوية، الحرارة)، وعدم وجود مصدر اشتغال.
- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، الملابس الخاصة بالعمل داخل المشغل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، جهاز إطفاء الحريق إن وجد.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل إن وجد.
- عدم لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات والتعليمات التي يمليها عليك المدرب.
- الابتعاد عن مصادر اللهب.
- التأكد من توافر مصدر للمياه الصالحة للشرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركم. ٢- جهاز هيدروميتر. ٣- جهاز شحن. ٤- ثيرموميتر (مقياس درجة الحرارة). ٥- قفازات. ٦-نظارات واقية.	- ماء مقطر

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- فُكّ المركم عن قاعدتـه في المركبة، ثم فُـكّ بفك مربط القطب السالب أولًا، ثم مربـط القطب الموجـب، والبرغي الذي يثبـت المركـم بقاعدته. كما في الشكـل (١).

٤-نظـف سطـح المركـم جيـدًا كمـا في الشكـل (٢).

٥- فُـكّ أغطيـة خلايـا المركـم كمـا في الشكـل (٣).

٦- افحص مستوى المحلول في المركم، ثم أضف الماء المقطر إذا كان مستوى المحلول منخفضًا، كما في الشكل (٤).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

خطوات الأداء

٧- افحص كثافة المحلول في المركم. على أن تتراوح كثافة المحلول للمركم المشحون بين (١،٢٦٥ غم/سم ٣) و(١،٢٩٠ غم/سم ٣). انظر إلى الشكل (٥).

٨- صِل ملاقط جهاز الشحن بأقطاب البطارية بصورة صحيحة مراعيًا وصل الأقطاب بصورة صحيحة، توصيل القطب الموجب للمركم بالملقط الأحمر الموصول بالطرف الموجب لجهاز الشحن انظر إلى الشكل (٢)، والقطب السالب للمركم بالملقط الأسود الموصول بالطرف السالب لجهاز الشحن. انظر إلى الشكل (٦)

٩- اضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة المركم المراد شحنه، متأكدًا من ضبط جهاز الشحن تبعًا لفولتية المركم(١٢فولت).

١٠- صِل جهاز الشحن بمصدر التيار الكهربائي، ثم شغل الجهاز بضبط مفتاح التشغيل على وضع (ON)، متأكدًا من إضاءة مصباح الجهاز. انظر إلى الشكل (٨).

١١- اضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت الشحن البطيء، إذا كان الجهاز

الرسم التوضيحي

الشكل (٥)

الشكل (٦)

الشكل (٨)

خطوات الأداء

المستعمل حديث الصنع، يتم اختيار تدريج شحن بطيء تلقائيًّا، ثم يُحدّد وقت الشحن البطيء.

١٢- راقب درجة حرارة المحلول داخل المركم مستعملًا جهاز الثيرموميتر، واحرص على ألّا ترتفع درجة حرارة المحلول في أثناء عملية الشحن عن (٥٠سْ)، إذا ارتفعت الحرارة أوقف الشحن، إلى أن تنخفض درجة حرارة المحلول.

١٣- أغلق جهاز الشحن بعد إنهاء الشحن، مراعيًا فك الملقط الأسود، المربوط بالقطب السالب للبطارية أولًا. انظر إلى الشكل (١٠).

١٤- أعِد المركم إلى المركبة، مراعيًا ربط قطب المركبة الموجب بقطب المركم الموجب قبل مربط قطب المركبة السالب، انظر إلى الشكل (١١).

الرسم التوضيحي

الشكل (١٠)

الشكل (١١)

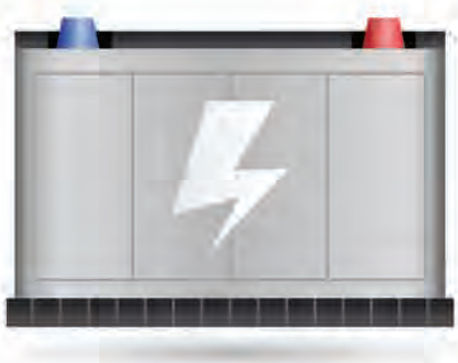
الأنشطة العملية

اشحن مركمًا آخر شحنًا بطيئًا، مراعيًا الخطوات السابقة جميعها في التمرين.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	فتح أغطية خلايا المركم عند الشحن.		
٢	ضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت الشحن البطيء، وتيار شحن لا يتجاوز (٠,١) من السعة.		
٣	مراقبة درجة حرارة المحلول داخل المركم مستعملًا جهاز الثيرموميتر.		
٤	ضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة المركم، متأكدًا من قيمة فولتية الشحن (١٢) لجهاز الشحن.		



التمارين العملية

التمرين السادس

شحن المركم شحنًا سريعًا.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تشحن المركم شحنًا سريعًا.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند شحن المركم شحنًا سريعًا:

- التأكد من القيام بعملية الشحن بالمكان المناسب من حيث (التهوية، الحرارة)، وعدم وجود مصدر إشعال.
- التأكد من الوزن النوعي لمحلول المركم بعد إتمام عملية الشحن.
- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، وجهاز إطفاء الحريق.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل إن وجد.
- عدم لمس أيّ جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- التنبه جيدًا إلى الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المدرب.
- التأكد من توافر الإنارة الكافية في مكان الشحن، وأن يكون مكان الشحن معتدل الحرارة.
- توافر مصدر للماء، للتقليل من الأخطار الناتجة عن ملامسة سائل البطارية.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	
١– مركم .	– ماء مقطر
٢– جهاز هيدروميتر.	
٣– جهاز شحن.	
٤– ثيرموميتر (مقياس درجة الحرارة).	
٥– قفازات.	
٦–نظارات واقية.	

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- فُكّ المركم عن قاعدته في المركبة، ثم فُكّ مربط القطب السالب أولًا، ثم مربط القطب الموجب، والبرغي الذي يثبت المركم في قاعدته، كما في الشكل (١).

٤- نظف سطح المركم جيدًا، كما في الشكل(٢).

٥- فُكّ أغطية خلايا المركم، كما في الشكل (٣).

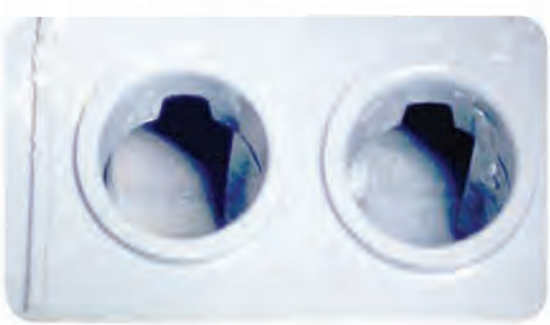
٦- افحص مستوى المحلول في المركم، ثم أضف الماء المقطر إذا كان مستوى المحلول منخفضًا، انظر إلى الشكل (٤).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)



الشكل (٤)

خطوات الأداء

٧- افحص كثافة المحلول في المركم، على أن تتراوح كثافة المحلول للمركم المشحون بين (١،٢٦٥ غم/سم٣) و(١،٢٩٠غم/سم٣)، انظر إلى الشكل (٥).

٨- صِل جهاز الشحن بمصدر التيار الكهربائي، ثم شغل الجهاز بضبط مفتاح التشغيل على وضع (ON)، متأكدًا من إضاءة مصباح الجهاز. انظر إلى الشكل (٦)

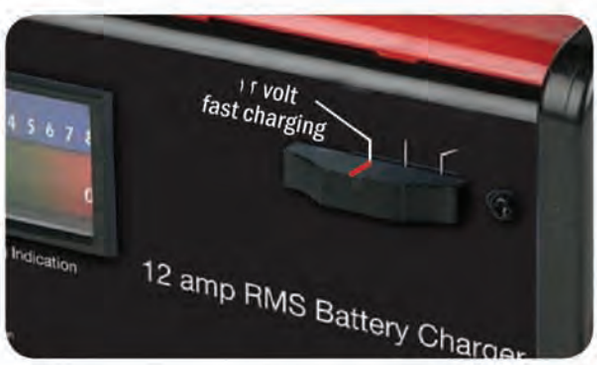
٩- اضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة المركم المراد شحنه، متأكدًا من ضبط جهاز الشحن تبعًا لفولتية المركم (١٢ فولت). انظر إلى الشكل(٧).

١٠- اضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت الشحن السريع، إذا كان الجهاز المستعمل حديث الصنع. تتراوح مدة الشحن السريع من (٢٠) إلى (٣٠) دقيقة.

الرسم التوضيحي

الشكل (٥)

الشكل (٦)



الشكل (٧)

خطوات الأداء

١١- راقب درجة حرارة المحلول داخل المركم مستعملًا جهاز الثيرموميتر.

١٢- أغلق جهاز الشحن بعد إنهاء الشحن، وانزع الملقط الأسود أولًا. انظر إلى الشكل (٨)

١٣- أعِد المركم إلى المركبة، مراعيًا ربط قطب المركبة الموجب بقطب المركم الموجب أولًا قبل ربط قطب المركبة السالب. انظر إلى الشكل (٩).

الرسم التوضيحي

الشكل (٨)

الشكل (٩)

الأنشطة العملية

اشحن مركمًا آخر شحنًا سريعًا مراعيًا الخطوات السابقة جميعها في التمرين.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	فتح أغطية خلايا المركم عند الشحن.		
٢	ضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت يتراوح بين (٢٠) و (٣٠) دقيقة، وتيار شحن لا يتجاوز (٠,٨)عن السعة.		
٣	مراقبة درجة حرارة المحلول داخل المركم مستعملًا جهاز الثيرموميتر.		
٤	ضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة المركم، والتأكد من قيمة فولتية الشحن (١٢) لجهاز الشحن.		

أعطال المراكم الرصاصية

تتعرض المراكم الرصاصية إلى أعطال عديدة، التي تؤثر في أداء المركم داخل المركبة، من هذه الأعطال:

الرقم	العُطْل	السبب	طريقة الصيانة
١	انخفاض مستوى المحلول	• التبخر بسبب ارتفاع درجة الحرارة التي توثر في التفاعلات داخل المركم. • زيادة تيار الشحن. • تسرب المحلول بسبب كسر في الغلاف الخارجي للمركم.	• إضافة الماء المقطر. • تغيير المنظم. • تغيير المركم. • إصلاح مكان التسريب.
٢	انخفاض شديد في كثافة المحلول	• المركم غير مشحون. • عطل في المولد، يتسبب في عدم شحن المركم جيدًا. • عطل في دارة الشحن. • ارتفاع نسبة الماء المقطر إلى نسبة الحامض داخل المركم.	• شحن المركم. • تحديد العُطْل الحاصل في المولد، والأنظمة المسؤولة عن شحن المركم. • تعديل كثافة المحلول حسب النسب المطلوبة.
٣	زيادة كثافة المحلول	• عدم تحضير المحلول بالنسب المطلوبة، وذلك بارتفاع نسبة الحامض إلى نسبة الماء المقطر داخل المركم.	• تحضير المحلول وَفْقَ النسب المطلوبة.
٤	خروج المحلول من فتحات التهوية	• زيادة مستوى المحلول عن الحد الأعلى المحدد داخل المركم. • عدم ضبط جهاز الشحن على الفولتية المناسبة للمركم، في أثناء عملية الشحن.	• تعديل مستوى المحلول داخل المركم، بسحب الكمية الزائدة. • ضبط جهاز الشحن على الفولتية المناسبة للمركم.
٥	انخفاض العمر الافتراضي للمركم	• عطل في دارة التوليد والشحن أو الحِمْل مما يسبب زيادة الشحن، أو زيادة في التفريغ.	• فحص المولد، والمنظم، فحص دارات الحمل الكهربائي. • إجراء صيانة دورية للمركم. • عزل المرابط وتغيير الجزء المسبب للعطل.
٦	هبوط الفولتية في المركم	• عطل في دارة التوليد والشحن.	• تغيير الجزء المسبب للعطل.
٧	انفجار المركم	• حدوث قصر في دارة المركم ووجود شرارة كهربائية بين أسلاك الدارات الكهربائية القريبة من المركم.	• اتخاذ الاحتياطات اللازمة كلها عند خدمة المركم.

التمارين العملية

التمرين السابع

فحص المركم عند التحميل.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تفحص المركم بجهاز فحص التحميل للتأكد من صلاحيته.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند فحص المركم عند التحميل:

- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، وجهاز إطفاء الحريق إن وجد.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل إن وجد.
- عدم لمس أيّ جزء الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات والتعليمات التي يمليها عليك المدرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- جهاز فحص التحميل. ٢- مركم فولتيه (١٢) فولت. ٣- مركبة. ٤- صندوق العُدَد والأدوات. ٥- قفازات. ٦- نظارات واقية. ٧- جهاز هيدروميتر.	

خطوات الأداء

١- أعـدّ خطـة عمـل بسيطـة لتنفيـذ التمرين تتضمـن تحضير المـواد والأجهـزة اللازمة لتنفيـذ التمريـن، مراعيًـا شـروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيـدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- افحصـ مستـوى المحلـول في المركـم، كمـا تعلمت سابقًـا، متأكـدًا أن يكون المحلـول بالمستوى المطلـوب، انظر إلى الشكـل (١).

٤- افحصـ كثافـة المحلـول في خلايا المركم جميعهـا، مستعمـلا جهـاز الهيدروميتر كمـا تعلمت سابقًا، ثم تأكد من أن تكون كثافة المحلـول متقاربة، وضمـن النسب الآتية (١،٢٦٥غم/ سم٣) إلى (١،٢٩٠ غـم/سـم٣)، انظـر إلى الشكـل (٢).

٥- عاير تيار الحمـل بجهاز التحميل ليساوي ثلاثـة أضعاف سعة المركم المراد فحصـه.

٦- صل طرفي جهار فحص التحميل بأقطاب المركم، بتوصيل الملقـط الأحمر بالقطب الموجـب، والملقـط الأسـود بالقطـب السالـب، انظـر إلى الشكـل (٣).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

٧- دوّن قيمة الفولتية التي تظهر على جهاز التحميل، ثم اضغط على مفتاح التشغيل (on) لجهاز فحص التحميل، انظر إلى الشكل (٤).

الشكل (٤)

٨- حمّل المركم على تيار الفحص مدة (١٥) ثانية، ثم دوّن قيمة الفولتية الظاهرة على جهاز فحص التحميل. لاحظ قيم الفولتية بعد التحميل، وحدد حالة المركم إذا كان صالحًا للاستعمال أم لا، عند تحميل المركم على تيار الفحص، إذا كانت قراءة الفولتية أعلى من (٩،٦) فولت، فحالة المركم جيدة، وإذا كانت قيمة الفولتية اقل من ذلك، فيجب إعادة شحن المركم، انظر إلى الشكل (٥).

الشكل (٥)

الأنشطة العملية

افحص مركمًا آخر مستعملًا جهاز التحميل، ومحددًا حالة المركم وصلاحية استعماله.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	توصيل طرفي جهاز فحص التحميل بأقطاب المركم، بتوصيل الملقط الأحمر بالقطب الموجب، والملقط الأسود بالقطب السالب.		
٢	حمل المركم على تيار الفحص لمدة (٢٠) ثانية.		
٣	إعادة شحن المركم إذا كانت قيمة الفولتية منخفضة.		
٤	تحديد حالة المركم إذا كان صالحًا للاستعمال أم لا، حسب نتائج جهاز التحميل.		

التمارين العملية

التمرين الثامن

تشخيص أعطال المراكم وتصليحها.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تشخّص أعطال المركم، وتصلّح أعطاله.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تشخيص أعطال المراكم:

- إطفاء المركبة قبل البدء بتشخيص أعطال المراكم.
- تنظيف المراكم وخاصة الأقطاب، للحصول على نتائج دقيقة.
- اختبار أجهزة القياس الفحص؛ لضمان الحصول على نتائج دقيقة.
- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، وجهاز إطفاء الحريق.
- تنفيذ بالإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل إن وجد.
- عدم لمس أيّ جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة، إن وجدت.
- تنفيذ الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المدرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مراكم.	١- ماء مقطر
٢- مركبة.	٢- صودا لإزالة التكلس
٣- صندوق العُدَد والأدوات.	
٤- قفازات.	
٥- نظارات واقية.	
٦- أدوات تنظيف.	
٧- جهاز الفولتميتر.	
٨- فرشاة سلك	

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- نظّف الغلاف الخارجي، والغطاء العلوي، والأقطاب للمركم مستعملًا الأدوات المناسبة.

٤- نظّف مرابط الأقطاب مستعملًا مادة الصودا لإزالة التكلس والأملاح، انظر إلى الشكل (١).

٥- نَظّف أقطاب المركم، مستعملًا فرشاة سلك، انظر إلى الشكل (٢).

٦- فحص جسم المركم، والتأكد من عدم وجود أية أعطال مثل الكسور أو تسرب المحلول، أو أية أعطال ممكن أن تؤثر في كفاءة المركم مثل: (انخفاض مستوى المحلول، انخفاض كثافة المحلول)، وأجرِ الصيانة اللازمة للمركم أو استبدله، كما في الشكل (٣).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الأنشطة العملية

افحص مركمًا آخر محددًا أعطالها وأسباب حدوثها، ثم أصلحها.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تنظيف الغطاء الخارجي للمركم قبل الفحص.		
٢	تنظيف المرابط من التكلس والأوساخ.		
٣	تنظيف الأقطاب مستعملًا فرشاة سلك.		
٤	فحص جسم المركم والتأكد من عدم وجود تشققات.		

المراكم القلوية

تعدّ المراكم من أهم الأنظمة الموجودة حاليًّا، حيث أسهمت بصورة كبيرة في تطور التقنيات التي تحتاج إلى تخزين الطاقة الكهربائية. وأصبحت المراكم القلوية – حديثًا–أحد أهم أنظمة التخزين المستعملة في مجال المركبات الهجينة والمركبات الكهربائية، ويُعتمد على المراكم القلوية لتصنيع مراكم الجهد المرتفع (**High Voltage Battery**)، التي تشكل قلب السيارة الهجينة، والمصدر الرئيس لتزويد هذا النوع من المركبات بالطاقة، كما في الشكل (٢–١١).

الشكل (٢–١١): المراكم القلوية.

فكر

تُستعمل المراكم من نوع ليثيوم أيون (**Li-ion**)، والمراكم من نوع نيكل كادميوم (**Ni-Cad**)، أو نيكل متال (**Ni-MH**)، مزودًا للطاقة الكهربائية في المركبات الهجينة والمركبات الكهربائية، هل سألت يومًا عن سبب الاختلاف بين هذه الأنواع من المراكم؟ هل الاعتماد على مراكم من نوع نيكل كادميوم (**Ni-Cad**)، أو نيكل ميتل (**Ni-MH**) كمزود للطاقة بدل من ليثيوم أيون في المركبات الكهربائية، يؤثر في أداء المركبة الكهربائية؟ فسر إجابتك.

لعلك لاحظت بعد البحث وإجراء المقارنة بين تلك الأنواع من المراكم ، أنها جميعًا استُعملت لمواد قلوية في تصنيعها، وأن كلًّا منها له خصائصه مثل: السعة، والفولتية، وعمر المركم، إذًا، لو استُبدل مراكم الليثيوم أيون بمراكم من نوع نيكل- حديد سوف يتأثر أداء المركبة، حيث تستطيع المركبة التي تعمل ببطارية من نوع ليثيوم أيون (Li-ion) ووزنها (١٢٠) كيلوغرام أن تسير مسافة (١٥٠) كيلومتر. وإذا استبدلت بطارية الليثيوم أيون بمركم من نوع نيكل- متال مثلًا، فلن تستطيع المركبة السير إلا مسافة (٥٠) كيلومترًا.

تعدّ سعة المركم من أهم الخواص المستعملة لاختيار المراكم في المركبات أو أي تطبيقات أخرى، وتتأثر سعة المراكم القلوية بعوامل مختلفة، أهمها:

١- عدد الخلايا في المركم، كلما ازداد عدد الخلايا، ازدادت سعة المركم.

٢- حجم الخلايا في المركم.

تصنيف المراكم القلوية

تصنف المراكم القلوية من حيث مادة التصنيع ثلاثة أنواع، هي:

١- **مركم ليثيوم-أيون (Lithium-ion Battery)**: يصنع هذا النوع من المراكم على شكل وحدات صغيره (أقلام)، تجمع وتوصل ببعضها؛ للحصول على الفولتية وسعة التخزين المطلوبة.

شاع استعمال هذا النوع من المراكم، حيث إنها تتفوق على المراكم الأخرى بالنسبة إلى كثافة سعتها الكهربائية، وانخفاض وزنها نسبيًّا.

وتتكون بطارية الليثيوم أيون التي تُستعمل في المركبات الكهربائية والهجينة من مصعد من النحاس ومهبط من الألمنيوم. وتغطي ألواح المصعد والمهبط بطبقة رقيقة بسمك (٠،٢ مليمتر) من مخلوط يحتوي الليثيوم، (حيث يتحرك أيون الليثيوم بين الآنود والكاثود، خلال إفراغ الشحنة وبالعكس من الكاثود إلى الآنود في وقت الشحن)، ثم يغطيها غشاء من السيراميك الخاص يمنع اشتعال الخلية الكهربائية. على الرغم من أن غشاء السيراميك سمكهُ صغير جدًّا، فهو يتحمل درجات حرارة حتى (٧٠٠) درجة مئوية دون أن يشتعل. وتقطع الأقطاب في مساحة أوراق الكتابة، وترص إلى بعضها؛ بحيث يفصل بينها الكهرل، وهو طبقة تشبه اللباد الرقيق مشبعة بمركب يحتوي الليثيوم.

مميزات المراكم من نوع ليثيوم أيون:

- العمر الافتراضي للمركم طويلة نسبيًّا تتراوح (١٠–١٥) سنة.
- إمكانية التخزين فترة طويلة في حالة الشحن دون تفريغه، ويتميز بانخفاض التفريغ الذاتي للمركم.
- غير حساس للزيادة في عملية الشحن والتفريغ، ولا يتعطل بسهولة.
- ارتفاع كثافة الطاقة (السعة الكهربائية) للمركم، حيث تمتلك الخلية الواحدة فولتية مقدارها (٧) فولت.
- الوزن الخفيف للمركم، بالإضافة إلى القدرة على تحمل الصدمات، وعدم تأثره إذا كان بوضعية مائلة.
- حاجته القليلة للصيانة.

عيوب المراكم من نوع ليثيوم أيون:

- ارتفاع سعر المراكم من هذا النوع بسبب التكلفة العالية لتصنيعه.

فكر

ما الفرق بين المركم من نوع ليثيوم أيون والمركم من نوع ليثيوم بوليمر؟

مركم نيكل – كادميوم (NiCad)

الشكل(٢–٥٥): المراكم من نوع نيكل – كادميوم (NiCad).

٢- **مركم نيكل- كادميوم:** نوع من أنواع المراكم القابلة الشحن، تتكون أقطابها الكهربائية من أكسيد النيكل في القطب الموجب، وأكسيد الكادميوم في القطب السالب، بالنسبة للمحلول المكون من هيدروكسيدالبوتاسيوم والماء المقطر بكثافة مقدارها (١،٢ غم/ سم٣)، يستعمل هيدروكسيد البوتاسيوم غالبًا، نظرًا لانخفاض مقاومته الداخلية وخصائص التوصيل الجيدة، وتوفر هذه المراكم تيارات عالية للغاية ويمكن شحنها بسرعة غالبًا.

تعمل بطارية النيكل والكادميوم على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عند التفريغ، وتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية عند الشحن. في بطارية (**NiCd**) فارغة بالكامل، يحتوي الكاثود هيدروكسيد النيكل (**Ni (OH) 2**) وهيدروكسيد الكادميوم (**Cd (OH) 2**) في الأنود.

عند شحن المركم، تتأكسد المادة الفعالة على الألواح الموجبة حيث يُحوَّل التركيب الكيميائي للكاثود ويتغير هيدروكسيد النيكل إلى أوكسي هيدروكسيد النيكل (**NiOOH**)، في الأنود تختزل المادة الموجودة على الألواح السالبة، حيث يتحول هيدروكسيد الكادميوم إلى كادميوم إسفنجي. في أثناء تفريغ المركم، تُختَزَل على الطرفين لتتحول إلى أكسيد الكادميوم. أما بالنسبة للمحلول الذي لا يدخل في التفاعلات، فهو يؤدي دور الناقل للأوكسجين من الألواح السالبة إلى الموجبة في أثناء الشحن ومن الألواح الموجبة إلى السالبة في أثناء عملية التفريغ، ويعدّ أيضًا وسطًا ناقلًا للتيار، حيث ينفصل المحلول عند مرور التيار فيه إلى مكوناته الأساسية، ثم يعود ليتعادل مره أخرى بتفاعل الثانوي بين البوتاسيوم المترسب والماء الزائد.

فكر

لماذا لا نستطيع الاستدلال على حالة المركم من نوع النيكل كادميوم عَبْرَ قياس كثافة المحلول داخل الخلايا، كما في المراكم الرصاصية؟

مميزات المراكم من نوع نيكل كادميوم:

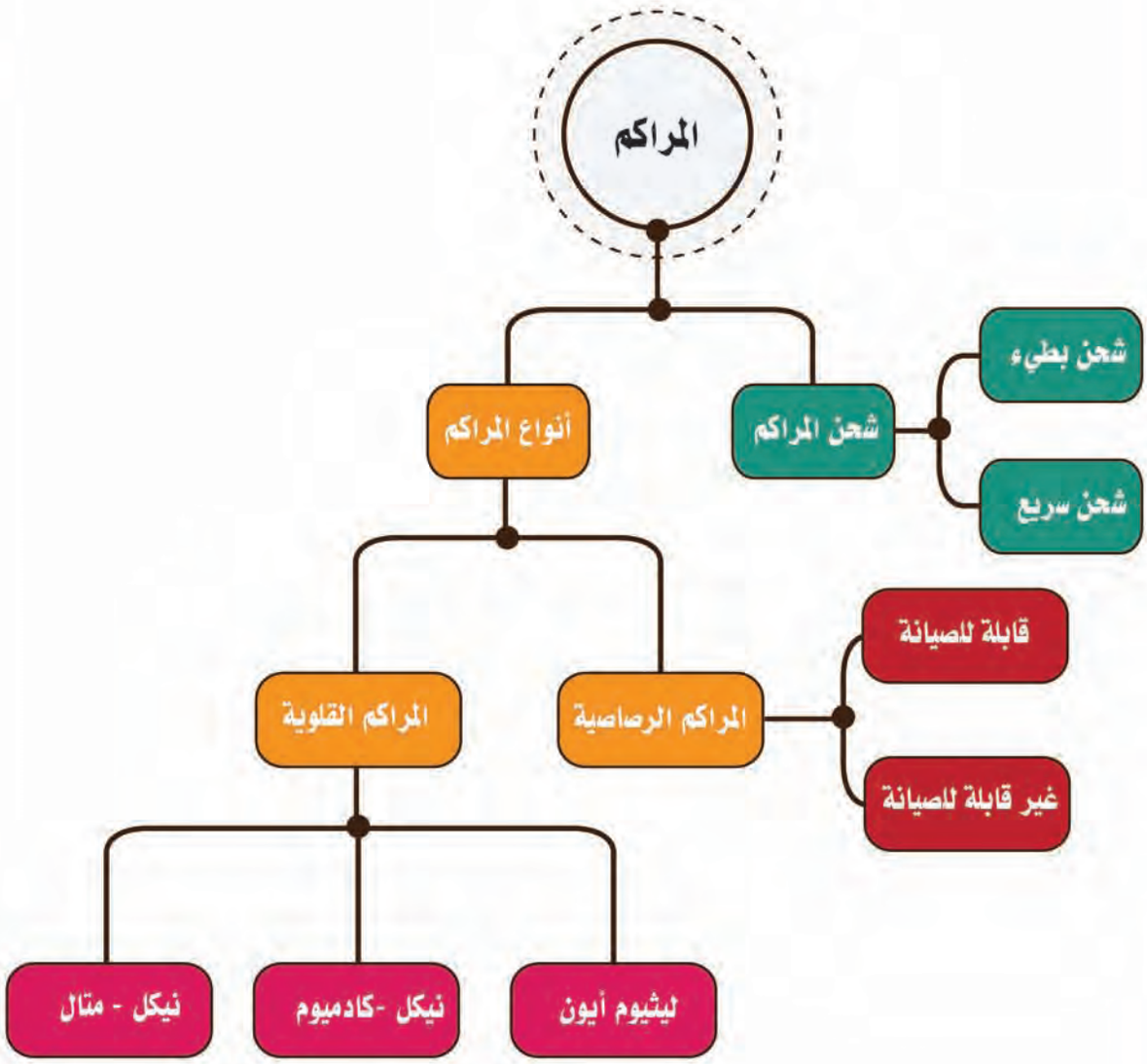
- العمر الافتراضي للبطارية طويل.
- نسبة التفريغ الذاتي للبطارية تكاد تكون معدومة.
- نسبة حدوث تلف للخلايا قليلة جدًّا مقارنة مع الأنواع الأخرى من المراكم.
- ثبات كثافة السائل في أثناء عملية الشحن أو التفريغ.

عيوب المراكم من نوع نيكل كادميوم:

- تعدّ المواد المستعملة في المراكم من نوع نيكل كادميوم من أخطر المواد وأكثرها تأثيرًا في البيئة، وتعدّ من المواد التي تحاول بعض الدول تقليص استعمالها أو إيقاف استعمالها.

٣- **نيكل-متال (Ni-MH)**: طُوِّر مراكم النيكل/ هيدريد المعادن (**Ni-MH**)؛ بسبب المتطلبات الصحية والبيئية الملحة؛ لإيجاد بدائل للمراكم من نوع النيكل/ الكادميوم. هناك اهتمام كبير بتطوير مراكم (**Ni-MH**) للاستعمال في صناعة المركبات الكهربائية والمركبات الهجينة. من الأمثلة على هذا النوع من المراكم، مركم نيكل - حديد، حيث تصنع الألواح الموجبة في هذا النوع من الصُّلب الناعم غير القابل للصدأ، المكون من أكسيد النيكل، وتصنع الألواح السالبة من الحديد أو الكادميوم، والكهرل أو المحلول عبارة عن هيدروكسيد البوتاسيوم، كما في الشكل(٢-١٣).

الشكل (٢-١٣): بطاريات النيكل والحديد (Ni-iron).


المراكم
شحن المراكم
شحن بطيء
شحن سريع
أنواع المراكم
المراكم الرصاصية
قابلة للصيانة
غير قابلة للصيانة
المراكم القلوية
ليثيوم أيون
نيكل -كاديوم
نيكل - متال

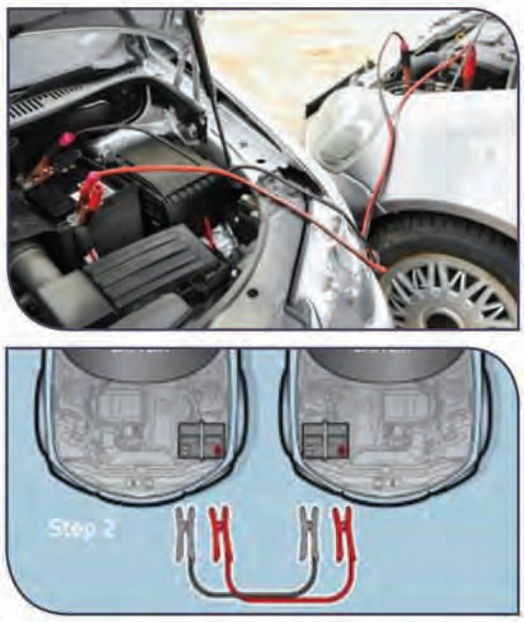
ثانيًا: توصيل المراكم (التوالي، والتوازي)، والخصائص الفنية للمراكم.

النتاجات

- أن يتعرّف الطالب طرائق توصيل المراكم، عَبْرَ التوصيل على التوالي والتوازي.
- أن يتعرّف الطالب الخصائص الفنية للمراكم.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ تمرين الاستكشاف، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.
- ☑ أمّـن منطقة العمل جيـدًا، وأزل العوائـق، وتأكد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.



قد نواجه مركبة معطلة على جانب الطريق بسبب وجود مشكلة في مركم المركبة، عندها يلزمنا معرفة كيفية عمل شحن للمركم بوصلة مع بطارية مركبة أخرى، أو استعمال جهاز الشحن، هل لاحظت طريقة التوصيل بين المركمان أوالتوصيل مع جهاز الشحن، وكيفية ربط الأقطاب معًا كما في الشكل (٢-١٤)؟ برأيك، ما الآلية المستعملة، هل يؤثر وصل البطاريات معًا في فولتية المراكم؟ فسر إجابتك.

الشكل(٢-١٤) عملية شحن لمركم فارغ باستعمال مركم مشحون.

استكشف

افترض وجود أربع مراكم فولتية كل منها (١٢) فولتًا، تم توصيل المراكم معًا بطرائق عدة، كما في الشكل (٢-١٥)، ماذا تتوقع أن تكون القراءة على الفولتميتر في الحالات الموضحة في الجدول (٢-١)؟

الشكل (٢-١٥)

الجدول (٢-١): العلاقة بين الفولتية الكلية للمراكم وطرائق توصيلها.

الرقم	قراءة الفولتميتر	طريقة توصيل المراكم	الشكل
١			
٢			
٣			

نفّذ هذه التجربة تحت إشراف المعلم.

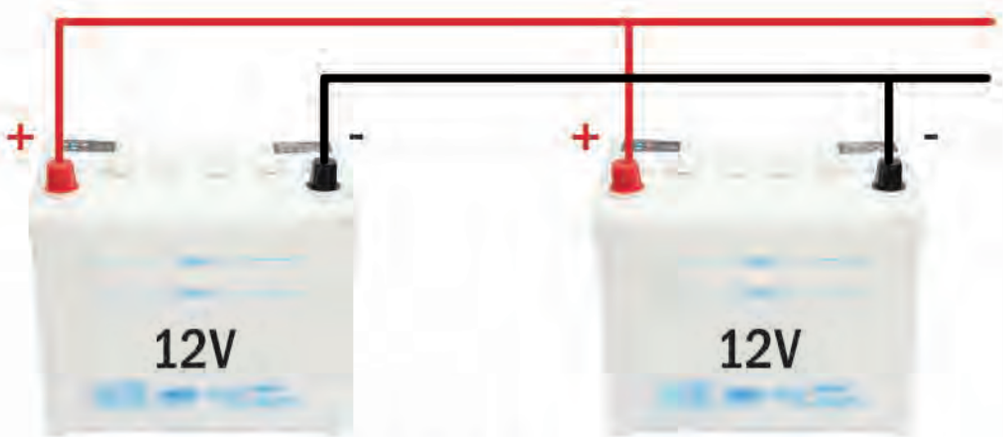
لابد أنك لاحظت أن المراكم تم توصيلها على التوالي، وأن قيمة الفولتية الظاهرة على جهاز القياس، هي عبارة عن جمع جبري لقيمة الفولتية لكل المراكم المربوطة معًا، نستنتج من ذلك أن ربط المراكم على التوالي يزيد قيمة الفولتية الكلية لمنظومة المراكم (وحدة التخزين). ماذا تتوقع أن تكون قيم الفولتية على جهاز القياس إذا تم توصيل المراكم الأربعة على التوازي؟ وهل ستتغير قيمة الفولتية الناتجة من المنظومة؟ ماذا تتوقع أن تكون قيمة التيار الناتج من المنظومة في الحالتين، التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي؟ فسر إجابتك. استعن بالرابط الموجود في القرص المدمج المرفق بالكتاب.

يوصَل المراكم بشكل وحدات لصنع منظومة المراكم؛ لتزويد الحمل بالتيار أو الفولتية المطلوبة. ويوصَل المراكم بطرائق عدة، هناك طريقتان لتوصيل البطاريات مع بعضها، وهما: التوالي والتوازي، ويمكن استعمال إحدى الطريقتين حسب الفولتية التي نرغب في الوصول إليها، وغالبًا ما يحدد هذه النتيجة الحمل المراد تزويده بالطاقة الكهربائية، وعلينا التنبه إلى أن تكون البطاريات متماثلة ومتطابقة من حيث النوع والسعة، طرائق التوصيل بين المراكم، هي:

١- **التوصيل على التوالي (Series Connection)** : يوصَل مركمان ببعضهما، بطريقة التوصيل على التوالي، بحيث يكون القطب الموجب بالمركم الأول متصلاً بالقطب السالب في المركم الثاني، ويوصَل القطب الموجب بالمركم الثاني مع بقية الدارة الكهربائية في المركبة، حين يوصَل القطب السالب في المركم الأول بجسم المركبة من الأسفل (الشصي)، وينتج عن وصل مركمان على التوالي منظومة مراكم بقيمة فولتية ضعف القيمة الأصلية للمركم الواحدة وتساوي (٢٤) فولتًا، حيث إن كلًّا منهما له قيمة فولتية تساوي (١٢) فولتًا، مع الحفاظ على السعة الأصلية نفسها للمراكم، وتُتبع هذه الطريقة لتوصيل المراكم في المركبات الكبيرة مثل الشاحنات، انظر إلى الشكل (٢-١٦).

الشكل (٢-١٦): توصيل المراكم على التوالي.

٢- **التوصيل على التوازي (Parallel Connection)**: يوصَل مركمان ببعضهما بطريقة التوصيل على التوازي، بحيث يكون القطب الموجب في المركم الأول متصلًا مع القطب الموجب في المركم الثاني، ويوصَل القطب السالب في المركم الأول مع القطب السالب في المركم الثاني، وينتج عن وصل مركمان على التوازي منظومة مراكم بقيمة فولتية مساوية للقيمة الأصلية للمركم الواحدة وتساوي (١٢) فولتًا، لكل منهما قيمة فولتية تساوي (١٢) فولتًا أيضًا، على حين يتضاعف التيار الممكن تخزينه في البطارية، أي تتضاعف السعة لمنظومة المراكم، تُتّبع هذه الطريقة لتوصيل المراكم في المركبات في أثناء توقفها عن العمل بسبب حدوث ضعف في تزويد المراكم للمركبة، انظر إلى الشكل (٢-١٧).



الشكل (٢-١٧): توصيل المراكم على التوازي.

فكر

ما قيمة الفولتية الناتجة من منظومة مراكم مكونة من أربعة مراكم جهد كل منها (١٢) فولتًا، تم توصيل كل مركمان على التوالي، ثم تم توصيل منظومة التوالي مع الأخرى على التوازي؟ وضح إجابتك.

سعة المركم (Battery Capacity)

تعرّف سعة المركم أنها مقدار ما يزودنا به المركم من أمبير في الساعة قبل أن تنخفض فولتية الخلية الواحدة فيه إلى (١،٨) ويُعَبَّر عنه بوحدة (أمبير.ساعة)، أي إذا استعملنا بطارية سعتها (٨٠) أمبير.ساعة، وتم وصلها بحمل يحتاج تيار(تيار التفريغ) مقداره (٨) أمبير، يمكن للمركم تزويد الحمل الكهربائي بالتيار لمدة (١٠) ساعات. وتُحدَّد سعة المركم في المركبات حسب قيمة التيار اللازم لبدء التشغيل .

فكر

مركم سعته (١١٠) أمبير ووصل بحمل يحتاج تيار مقداره (١٠) أمبير، كم ساعة يمكن للمركم أن يمد الحمل بالتيار؟

العوامل المؤثرة في سعة المراكم

١- مساحة أسطح الألواح الموجبة والسالبة.

٢- سُمْك المادة الفعّالة على الصفائح.

٣- حجم محلول البطارية وكثافته.

٤- درجة حرارة المحلول.

٥- مسامية المادة الفعّالة والصفائح العازلة.

٦- معدل تيار التفريغ.

فكر

ما تأثير درجات الحرارة للمحلول في أداء المركم وسعته؟

ما تأثير مسامية الصفائح في سعة البطارية؟ لماذا؟

فكّر وتساءل

في الظروف الجوية الباردة يواجه الكثير مشكلة في تشغيل المركبة بسبب عدم قدرة المركم فيها على تزويد محرك البدء بالطاقة اللازمة، ما سبب ذلك؟

لعلك لاحظت بعد البحث، أن المركم يعجز عن تزويد منظومة بدء الحركة بالمركبة في درجات الحرارة المنخفضة لسببين، هما:

١- انخفاض درجة حرارة المحلول وبالتالي ضعف التفاعل الكيميائي داخل المركم، مما يؤدي إلى انخفاض سعة المركم أي ضعف التزويد بالأمبير. ساعة.

٢- عند انخفاض درجة الحرارة، تزداد لزوجة الزيت في المركبات الذي يستعمل لتزيت المحرك؛ لتسهيل عملية حركة الأجزاء في المحرك عند بدء الحركة، وبالتالي يلزم سحب تيار أكبر من البطارية لبدء الحركة في المحرك، انظر إلى الجدول (٢-٢)، العلاقة بين درجة حرارة البطارية وكفاءتها.

جدول (٢-٢): العلاقة بين درجة حرارة البطارية وكفاءتها.

درجة الحرارة (س)	كفاءة البطارية المشحونة تمامًا
٢٦،٧	٪٩٩
١٠	٪٨٢
٠	٪٧٥
١٠-	٪٦٣
٣١-	٪٣٧

الخصائص الفنية للمراكم والعوامل المؤثرة في اختيار المركم المناسب

يتم اختيار المراكم واستعمالها بناء على عوامل عديدة، منها ما تختص بخصائص المركم نفسه وكفاءته وأدائه، وعوامل أخرى تختص بالتلوث والانبعاثات. سنشرح بالتفصيل جميع الخواص الفنية للمركم والعوامل المؤثرة في كيفية اختياره:

١- **السعة (Capacity)**: سعة المركم تعني مقدار التيار الذي يمكن للمركم تزويد الحمل به في زمن محدد، على سبيل المثال: المركم الذي يكون قادرًا على إعطاء (٤) أمبير مدة ساعة واحدة، تمتلك سعة (٤) أمبير–ساعة، و تكتب على المركم (**4Ah**)، هذه المراكم من الممكن أن تعطيك (٤) أمبير لمدة ساعة واحدة أو (٨) أمبير مدة نصف ساعة، أو (١٦) أمبير مدة رُبع ساعة، فكلها تعني (**4Ah**).

٢- **C-Rate**: كل مركم له مقدار محدد لأقصى تيار يمكن أن تعطيه، ولا يمكن تجاوزه و يُعبرَّ عنه بـ (**C-rate**) علمًا أن الشركة المصنعة هي التي تحدد وتكتب (**C-Rate**) في مواصفات المنتج (**Datasheet**).

٣- **تاريخ الإنتاج**: تاريخ إنتاج مركم السيارة يعني الكثير لعمرها، حيث تتبع شركات تصنيع المراكم ترميزًا خاصًا توضح بواسطة تاريخ إنتاج المراكم، وكل شركة لها أسلوبها الخاص في الترميز، توضح الصورة في الشكل (٢–٢٤) تاريخ الإنتاج، مثل (**C115BZ**)، يدل هذا الرمز على أن سنة الصنع ٢٠٠٥ نستدل و الرقم (**5**) يرمز إلى السنة، والحرف (**B**) إلى شهر من السنة، وفي هذا المثال، صنع في شهر فبراير، الحرف (**Z**) يعني رمز مصنع في كندا، (**11**) هو يوم الإنتاج، (**C**) رقم الشفت الخاص بالإنتاج، أي أن التاريخ المطبوع على المركم يوضح اليوم والشهر والسنة التي أُنتج فيها، إضافة إلى المصنع، وأي شفت للعمل أُنتجت فيه البطارية.

الشكل(٢–٢٤): تاريخ الإنتاج للبطارية.

٤- **حجم المراكم**: من المهم تحديد حجم المركم المطلوبة بناءً على نوع المركبة المراد استعمال المركم فيها، بناءً على توصيات الشركات الصانعة. إن اختيار المراكم غير المناسبة في الحجم والنوع ممكن أن يؤثر في كفاءة المركم والعمر الافتراضي للمركم في المركبة، و يجب الأخذ بعين الاعتبار الأبعاد المكانية للمركم داخل المركبة؛ لضمان ثبات المركم جيدًا داخل المركبة، وعدم تعرضه للحركة والاهتزاز مما يؤثر سلبًا في عمر الأقطاب، ويؤدي إلى تآكلها، وبالتالي انخفاض العمر الافتراضي للمركم.

٥- تُستعمل مواد كيميائية وخطرة في صناعة المراكم، وذات تأثير سلبي في البيئة، لذلك يجب اختيار المركم الأقل تأثيرًا في البيئة والأقل انبعاثًا، مثلًا، تعدّ بطاريات النيكل كادميوم من أخطر أنواع المراكم الموجودة، حاليًا مُنعَ استعمالها في كثير من الدول الأوروبية، لتأثيرها الكبير على ثقب الأوزون، وتوجه المصنعون لصناعة مراكم النيكل متال (معدن) بدلًا من الكادميوم.

٦- **Cold cranking ampere (CCA)**: يشير هذا الرمز إلى عدد الأمبيرات التي يمكن للمراكم دعمها مدة (٣٠) ثانية عند درجة حرارة صفر درجة فهرنهايت حتى ينخفض جهد المركم إلى (١,٢٠) فولت لكل خلية، أو (٧,٢٠) فولت لمركم (١٢) فولت. وهكذا، فإن مركم (١٢) فولت التي تحمل تصنيف (**CCA 600**) تعني أن المركم ستوفر (٦٠٠) أمبير لمدة (٣٠) ثانية عند درجة حرارة صفر فهرنهايت قبل انخفاض الجهد إلى (٧,٢٠) فولت.

٧- **Marine cranking ampere (MCA)**: يشير هذا الرمز إلى عدد الأمبيرات التي يمكن للمركم أن تدعمها لمدة (٣٠) ثانية عند درجة حرارة (٣٢) درجة فهرنهايت حتى ينخفض جهد المركم إلى (١,٢٠) فولت لكل خلية، أو (٧,٢٠) فولت لمركم (١٢) فولت. وبالتالي، فإن مركم (١٢) فولتًا التي تحمل تصنيف (**CCA 600 MCA**) تعني أن المركم ستوفر (٦٠٠) أمبير لمدة (٣٠) ثانية عند (٣٢) درجة فهرنهايت قبل انخفاض الجهد إلى (٧,٢٠) فولت. انظر إلى الشكل (٢-٧٧)

٨- (HCA)Hot cranking amperes : يشير هذا الرمز إلى عدد الأمبيرات التي يمكن للمركم أن تدعمها لمدة (٣٠) ثانية عند درجة حرارة (٨٠) درجة فهرنهايت حتى ينخفض جهد المركم إلى (١,٢٠) فولت لكل خلية، أو (٧,٢٠) فولت لبطارية (١٢) فولت، انظر إلى الشكل (٢-٧٧).

٩- Reserve capacity: تُعرّف السعة الاحتياطية للمركم على أنها عدد الدقائق التي يمكن أن تدعم الحمل (٢٥) أمبير عند (٨٠) فهرنهايت حتى ينخفض جهدها الطرفي إلى (١,٧٥) فولت لكل خلية أو (١٠,٥٠) فولت لمركم (١٢) فولت. وبالتالي، فإن بطارية (١٢) فولت ذات معدل قدرة احتياطي (١٠٠) تشير إلى أنه يمكن تفريغها بسرعة (٢٥) أمبير لمدة (١٠٠) دقيقة عند (٨٠) درجة فهرنهايت قبل انخفاض جهدها إلى (١٠,٧٥) فولت. انظر إلى الشكل(٢-٢٥). اعتمادًا على جميع المعايير المذكورة سابقًا، فإنه يجب توخي الحذر في اختيار المركم المناسب للاستعمال وللمكان المناسب حسب درجات الحرارة المختلفة من دولة إلى أخرى، حيث تؤثر الحرارة بصورة ملحوظة في أداء البطاريات.

Battery specifications

Minimum cold cranking amps (CCA/SAE):
Minimum marine cranking amps (MCA/ABYC):
675.0 A
Minimum reserve capacity (RC/SAE):
182 minutes

الشكل(٢-٢٥): خصائص المرفقة مع المركم.

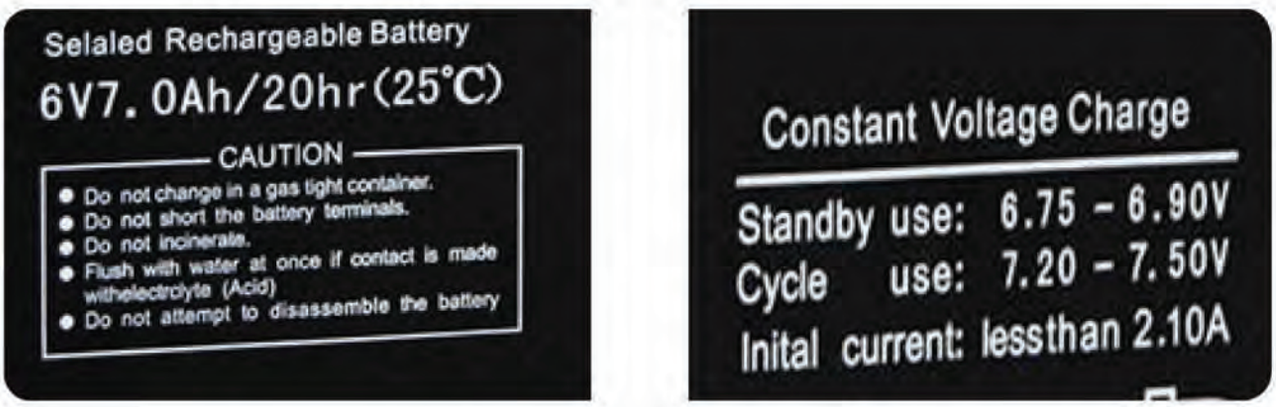
فكر

حول درجات الحرارة المذكورة سابقًا في الخصائص الفنية للمراكم من النظام الفهرنهايتي إلى النظام المئوي بواسطة المعادلة (C°=(F-32)%1.8)

صيانة المراكم

يلجأ العديد إلى إجراء صيانة دورية للمراكم وذلك للحفاظ عليه من التلف وإطالة العمر الافتراضي للمركم ، وتتم هذه العملية عَبْر الخطوات الآتية:

١- صلاحية المركم للعمل: يجب التنبه إلى العمر الافتراضي للمركم، وإجراء الصيانة الدورية له لنضمن أعلى جودة للمركم، ويجب مراعاة بلد المنشأ وتركيبه وطريقة استعماله وصيانته، انظر إلى الشكل (٢-١٨)، الذي يوضح التحذيرات عند استعمال المركم.



الشكل (٢-١٨): المعلومات الموضحة على المركم.

٢- إجراء الفحص النظري للمركم: تفقد جسم المركم من وجود أية تشققات، أو تسريب للمحلول، أو ترسبات على الأقطاب، أو انتفاخات أو وتفقد فتحات التهوية، وفتحات الخلايا وإحكام إغلاقها، انظر إلى الشكل (٢-١٩).

الشكل (٢-١٩): الترسبات المتراكمة على الأقطاب.

٣- إجراء الفحوصات اللازمة للمركم مثل:

أ - فحص مستوى المحلول.

ب- فحص كثافة المحلول.

جـ- فحص فولتية المركم.

د- فحص المركم عند التحميل.

٤- فحص حالة المركم، إن كان مشحونًا أو بحاجة إلى شحن، من أهم الإجراءات الواجب اتباعها للحفاظ على المركم، وخاصة بين فصلي الشتاء والصيف، ما يأتي:

أ -التأكد من ثبات المركم بقاعدته في المركبة.

ب-مراقبة مستوى المحلول بشكل متكرر والحفاظ عليه بالمستوى المطلوب، كما تعلمت سابقا.

جـ-الحفاظ على نظافة الأقطاب والمرابط و الغطاء الخارجي للمركم باستعمال بيكربونات الصوديوم والماء.

د -استعمال الأدوات والمواد المناسبة عند صيانة المركم.

هـ- التأكد من عدم وجود أية توصيلات غير صحيحة أو تفريغ كهربائي يضر بالمراكم. مثل: توصيل بين الأرض والشصي.

و- التأكد من توصيل المركم بصورة صحيحة عند توصيل المراكم بالأقطاب.

ز- التأكد من ضرورة فك القطب السالب أولًا إذا احتجت لفصل البطارية عن المركبة وإجراء الصيانة اللازمة لها، كما في الشكل (٢-٢٠).

الشكل(٢-٢٠): استعمال الفرشاة السلكية لتنظيف المرابط.

فكر

لماذا نلجأ إلى التخلص من التكلس الموجود على الأقطاب أو مرابط المركم في المركبة؟

لماذا نلجأ إلى تثبيت المركم جيدًا، حتى لا يتعرض للاهتزاز ؟

لماذا نلجأ إلى فك القطب السالب أولًا قبل الموجب عند الحاجة لفك المركم عن المركبة؟

تخزين المراكم

تُخزن المراكم بطرائق عدة، حيث نحاول حمايتها من التلف والحفاظ عليها أكبر وقت ممكن دون أن تتأثر بسبب التخزين، وحمايتها من انخفاض عمرها الافتراضي، والقدرة على استعمالها عند الحاجة لذلك، تُخزن المراكم بثلاث حالات، هي:

١- تخزين المراكم الجافة التي لا تحتوي محلولًا: تستمر مدة التخزين بهذه الحالة إلى سنتين،حيث يستعمل المركم بعد تخزينه، وذلك بإعادة تعبئته وشحنه مدة قصيرة فيصبح جاهزًا للاستعمال، والجدير بالذكر أن هذه الطريقة في التخزين تؤدي إلى انعدام التفريغ الذاتي للمركم؛ بسبب انعدام التفاعلات داخله، تُخزن المركم بهذه الحالة بعد تعبئته بالمحلول، وشحنه، ثم إعادة تفريغه من المحلول، وفي هذه الحالة، يجب مراعاة ما يأتي لتجنب تلف المركم:

أ - إغلاق المركم جيدًا؛ لمنع وصول الغبار أو أية مادة إلى الخلايا.

ب- إغلاق ثقوب التهوية بالشمع.

٢- تخزين المراكم المملوء بالمحلول: تعدّ هذه الطريقة غير مرغوبة؛ وذلك بسبب ارتفاع نسبه تلف المركم بسبب التفريغ الذاتي، لذلك يجب التنبه إلى ما يأتي للحفاظ على المراكم أطول وقت ممكن:

أ - إجراء صيانة دورية للمركم.

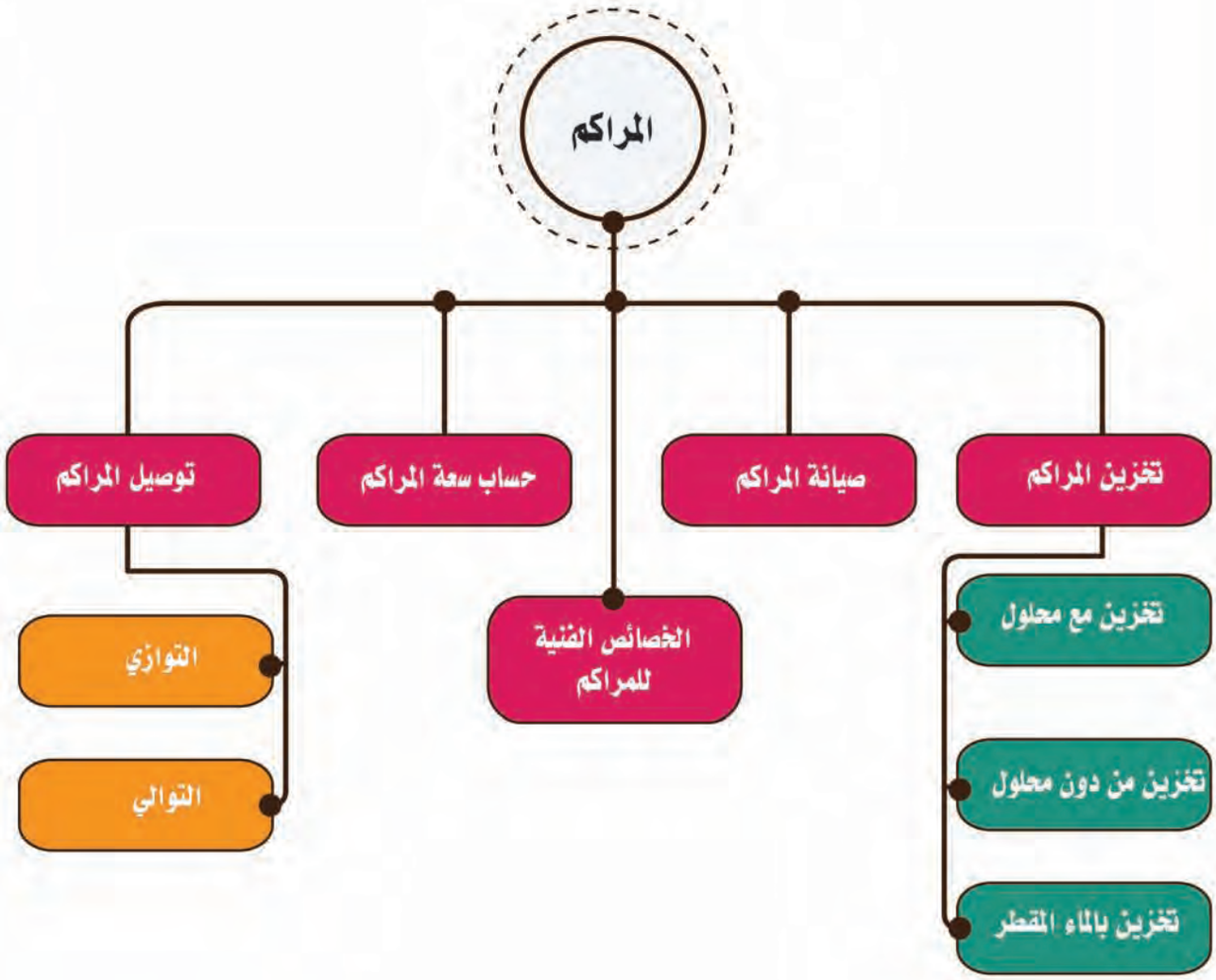
ب- عدم تعريضها لأشعة الشمس.

جـ- الحفاظ على ظروف التخزين المناسبة مثل درجات الحرارة، واستعمال رفوف خشبية نظيفة توضع عليها المراكم.

د - إعادة شحن المراكم كل (٣٠) يومًا.

٣- تخزين المراكم بالماء المقطر: تُخزن المركم بهذه الحالة بعد تعبئته بالمحلول، وشحنه شحنًا كاملًا ثم إعادة تفريغه من المحلول، وغسلة بالماء المقطر، ثم إعادة تعبئته بالماء المقطر، ثم تخزينه، مراعيًا شروط التخزين المذكورة في الحالات السابقة، وعند الحاجة لاستعمال المركم يُفرّغ من الماء، ويعاد شحنه مدة قصيرة، ويصبح جاهزًا للاستعمال. في هذه الحالة يجب التنبه إلى تعبئة المركم بالماء المقطر لمستوى يغمر به الماء الصفائح تمامًا، وذلك لتجنب تلف المركم.

الخرائط المفاهيمية



ثالثًا: استعمال الأجهزة الحديثة في فحص المراكم واكتشاف الأعطال.

النتاجات

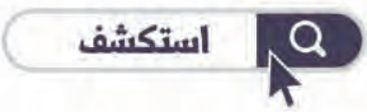
- أن يتعـرّف الطالب قـراءة البيانات الفنيـة للمركبة، ومقارنـة النتائـج بـ(Auto data)، وتشخيص الأعطال.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ تمرين الاستكشاف، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

يستعمل جهاز قارئ البيانات الفنية (Scan Tool)، المبين في الشكل (٢-٢١) لفحص المركبة.

الشكل(٢-٢١) جهاز الفحص (قارئ البيانات الفنية).



زُر إحدى ورش صيانة المركبات، واستكشف كيفية استعمال جهاز الفحص قارئ البيانات الفنية (Scan Tool)، المتوافر لديهم، واكتب تقريرًا بذلك، وشاركه مع زملائك ثم اعرضه على مدربك.

تشخيص الأعطال

تزامن صنع المركبات وتطويرها مع صناعة الأجهزة التي تُستعمل في فحص المركبات واكتشاف الأعطال .التي من شأنها توفير السلامة لمستعملي المركبات والفنيين والمشاة، وضمان بقاء المركبات تعمل بأعلى كفاءة و بأفضل أداء.

طُوّر حديثًا العديد من الأجهزة التي تُستعمل التقنيات المتطورة لفحص المركبات واكتشاف الأعطال، حيث تعمل هذه الأجهزة الإلكترونية بواسطة ربطها بالمركبة باستعمال الكابلات أو عَبْر البلوتوث، والكثير من أجهزة الفحص الحديثة تعمل بنظام الأندرويد، وتتصل بحاسوب المركبة وتكشف عن الأعطال جميعها في المركبة، وتظهر هذه الأعطال على جهاز الفحص على صورة شيفرة أعطال (كود أعطال)، ويدل كل كود على عطل بنظام معين داخل المركبة. من وظائف هذه الأجهزة بيان حالة المركم التشغيلي. لاحظ الشكل (٢-٢٣).

الشكل (٢-٢٣): قارئ البيانات الفنية للمركبة.

اختصارات جهاز قارئ البيانات الفنية للمركبة

١- (DTC):رموز أعطال التشخيص (DTC Diagnostic Trouble Codes)، هي رموز حاسوب آلية مخزنة بواسطة نظام التشخيص الحاسوبي على متن المركبة (OBD). هناك مئات من الرموز المختلفة.

٢- (OBD1) و (OBD2).

التشخيص على متن المركبة (OBD On-Board Diagnostics)، هو مصطلح آلي يشير قدرة التشخيص الذاتي والإبلاغ عن الأعطال للمركبة. اختلفت كمية المعلومات التشخيصية المتاحة عبر (OBD) " ضوء العُطل" عند ظهور مشكلة دون إظهار معلومات حول طبيعة المشكلة. تُستعمل تطبيقات (OBD) الحديثة منفذًا للاتصالات الرقمية لتوفير البيانات في الوقت الفعلي بالإضافة إلى سلسة موحدة من رموز مشاكل التشخيص أو (DTCs)، والتي تسمح بالتعرف إلى الأعطال داخل المركبة ومعالجتها بسرعة بواسطة جهاز قارئ البيانات الفنية للمركبات، كان الهدف من نظام التشخيص على متن المركبة (OBD) هو تطوير نظام تشخيص يركز على أنظمة التحكم في الانبعاثات الضارة للمركبة ومراقبتها تَعمل بنظام (OBD1) قبل نظام يوفر رموز مشاكل موحد لأصحاب المركبات الذين يعانون من مشاكل المحرك، يوصل (OBD1) غالبًا بوحدة التحكم عن طريق كابل خاص أو عن بُعْد؛ لتشخيص الأعطال وقراءة البيانات بواسطة اتصال (Bluetooth). يمكن تلخيص أهم الفروقات والمزايا بين النظامين (OBD1) و(OBD2) إلى النقاط الآتية:

أ- وَصل (OBD1) بوحدة التحكم في المركبة بواسطة كابل خاص فقط، على حين يوصل (OBD2) بواسطة كابل أو عن بُعْد بالمركبة.

ب- أُستُعمل (OBD1) حتى بداية التسعينات، بينما استُعمل (OBD2) فقط في أطرزة المركبة التي أُنتجت في أوائل التسعينات.

جـ- (OBD1)، لديه قدرات تشخيصية جيدة، وفي حين أن (OBD2) لديه بروتوكلات موحدة وإشارات وتنسيقات رسائل أفضل وسهولة في الاستعمال.

التمارين العملية

التمرين التاسع

استعمال جهاز قارئ البيانات الفنية (Scan Tool) في فحص المركم.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- يستعمل جهاز قارئ البيانات في فحص المركم.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند استعمال جهاز فحص الأعطال عليك:

- التزام تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتداء الملابس الخاصة بالعمل.
- معرفة مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، وجهاز إطفاء الحريق.
- تنفيذ الإرشادات الموجودة على اللوحات الإرشادية داخل المشغل.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وجاهزيته للعمل.
- تأريض الأجهزة التي تحتاج لذلك .
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل إن وجد.
- عدم لمس أيّ جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المدرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- جهاز قارئ البيانات الفنية للمركبة. ٢- مركبة. ٣- قفازات. ٤- عدة مراكم.	

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

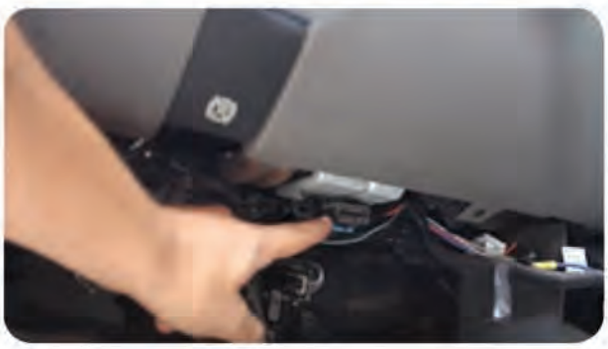
٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- اختبر جهاز الفحص متأكدًا من جاهزيته للعمل، ثم صل جهاز الفحص بالمركبة في المكان المخصص لذلك بوصلة (OBD). أو عَبْر البلوتوث، متأكدًا من توصيل الجهاز بصورة صحيحة، كما في الشكل (١).

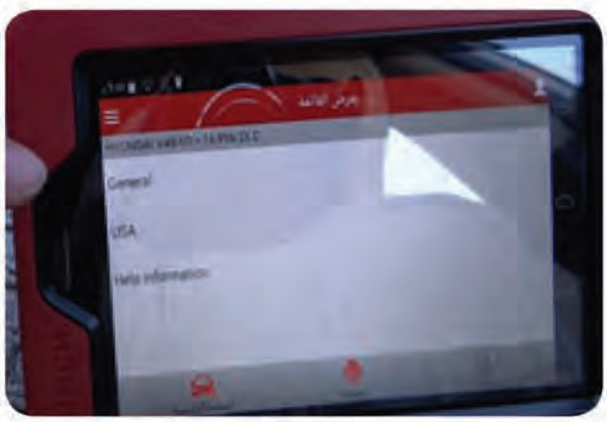
٤- شغّل جهاز قارئ البيانات الفنية، بالنقر على مفتاح (ON). ثم شغّل المركبة، كما في الشكل (٢).

٥- اضبط المفتاح لوصلة (OBD) على جهاز الفحص، حسب نوع المركبة، مع التنبه إلى اختيار النوع والطراز الصحيح للمركبة المراد فحصها، كما في الشكل (٣).

الرسم التوضيحي



الشكل (١)



الشكل (٢)

الشكل (٣)

خطوات الأداء

٦- اختر النظام المراد فحصة في المركبة، مثلا: اختر المركم حسب الشكل (٤).

٧- يمكن اختيار بدء فحص المركم، وعندها سيظهر لك كود الأعطال الخاصة بالمركم إذا وُجدت أعطال في المركم، لاحظ النتائج الظاهرة، لا توجد أية أعطال في المركم، كما في الشكل (٥).

الرسم التوضيحي

Battery testing>Inside the vehicle>Select testing standards (Battery Council International(CCA

الشكل(٤)

Battery testing data:

Battery voltage: 11.97V

The current at cold start:780CCA

Starting voltage:12.76V

Battery testing result:

- Good battery, Please charge
- Charging voltage normal
- Starting voltage normal

الشكل(٥)

الأنشطة العملية

فحص أعطال المركم لمركبة أخرى، ثم قارن النتائج .

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	توصيل جهاز الفحص للمركبة في المكان المخصص لذلك في المركبة بوصلة (OBD).		
٢	ضبط المفتاح لوصلة (OBD) على جهاز الفحص، حسب نوع المركبة.		
٣	تشغيل المركبة بعد تشغيل جهاز قارئ البيانات الفنية، بالنقر على مفتاح (ON).		
٤	قراءة البيانات الظاهرة على الجهاز، الخاصة بالمراكم وتحديد مكان العُطْل الموجود.		

القياس والتقويم

السؤال الأول: أكمل الفراغ بالإجابة المناسبة في ما يأتي:

١- تقسم المراكم من حيث مادة الصنع قسمين، هما: ١ ..... ٢ .....

٢- تعدّ المراكم التي تحتوي أغطية للخلايا، مراكم .....

٣- وظيفة العين الشفافة الموجودة في المراكم غير القابلة للصيانة هي .....

٤- كثافة المحلول المناسبة في المركم الرصاصي تساوي .....

٥- تحتوي المراكم الرصاصية نوعين من الألواح، هما: .....

٦- الهدف من وجود فتحة تهوية في المراكم هو .....

٧- يصنع الغلاف الخارجي للمركم والغطاء العلوي من مادة .....

٨- سبب وجود الأخاديد الطولية على إحدى أطراف الألواح العازلة هو .....

٩- يتكون المحلول الحامضي داخل المراكم من: ١ ..... ٢ .....

١٠- تُشحن المراكم الرصاصية بطريقتين ١ ..... ٢ .....

١١- من مميزات المراكم القلوية من نوع ليثيوم أيون .....

السؤال الثاني : اذكر أعطال المراكم، وطرائق إصلاحها.

السؤال الثالث: فسر: عند استعمال جهاز الشحن لشحن المركم، يُغلق جهاز الشحن قبل إزالة ملقطيه عن قطبي المركم.

السؤال الرابع : ما سبب الغازات التي تنتج من المركم في أثناء عملية الشحن أو التفريغ؟

السؤال الخامس: وضح حالة الشحن في المركم غير القابل للصيانة، بناء على لون العدسة، عندما يكون لون العدسة على المركم أخضر. فسر إجابتك، لون العدسة على المركم أسود. فسر إجابتك، لون العدسة على المركم أبيض. فسر إجابتك.

السؤال السادس : قارن بين المراكم القلوية من حيث العمر الافتراضي للمركم، وسعة المركم، والتفريغ الذاتي للمركم.

السؤال السابع: اذكر العوامل المؤثرة في سعة المراكم.

السؤال الثامن : ما الإجراءات الواجب اتباعها عند البدء بعملية صيانة المركم؟

السؤال التاسع: اذكر طرائق تخزين المراكم.

السؤال العاشر: قارن بين أنواع المراكم القلوية والمراكم الرصاصية من حيث: المادة الكهرلية، والعمر التشغيلي، والسعة.

السؤال الحادي عشر: وصّل أربع مراكم رصاصية جهد كل منها ١٢ فولتًا وسعة كل منها ١٠٠ أمبير ساعة، ثم جد الجهد الكلي لمنظومة المراكم في حالتي التوصيل على التوالي والتوازي.

السؤال الثاني عشر: علل: يستعمل ماء مقطر عند غسل الخلايا للمركم بعد تفريغها من المحلول الحامضي.

السؤال الثالث عشر: اشرح طريقة فحص كثافة المحلول الكهرلي داخل خلايا المركم الواحد.

السؤال الرابع عشر: اشرح بالرسم طريقة توصيل الخلايا داخل المراكم الرصاصية.

السؤال الخامس عشر: كيف تُميّز أقطاب المركم ؟

السؤال السادس عشر: اذكر وظيفة المركم داخل المركبة، إلى أي نظام تنتمي.

السؤال السابع عشر: اذكر الخطوات التي تمكننا من إطالة العمر التشغيلي للمركم.

السؤال الثامن عشر: ما تأثير كبريتات الرصاص في الألواح داخل خلايا المراكم؟

السؤال التاسع عشر: اذكر مخاطر الشحن الزائد على المركم.

السؤال العشرون: وضح سبب انخفاض كثافة المحلول داخل خلايا المركم.

السؤال الحادي والعشرون: عدد الخصائص الفنية للمراكم والعوامل المؤثرة في اختيارها.

٣ الوحدة الثالثة

أنظمة الإنارة في المركبات

المحاور الفرعية

أولًا: أنواع المصابيح واستعمالاتها.

ثانيًا: أنظمة الإنارة في المركبات وتوصيلاتها.

ثالثًا: فحص أنظمة الإنارة وتحديد الأعطال.

النتاجات

يتوقع من الطالب أن:

- يتعرّف تركيب المصابيح.
- يتعرّف مكونات الأضواء الأمامية .
- يتتبع مخططات توصيل مصابيح الفرامل ومصابيح الرجوع إلى الخلف ومصابيح الإشارة.
- يتتبع دارة الإنارة الأمامية الرئيسة ذات المرحلات.
- يتعرّف قدرات المصابيح.
- يتعرّف الدارات الإلكترونية لأنظمة الإنارة الحديثة.
- يتعرّف أنواع المصهرات وقيمها.
- يحلل أعطال أنظمة الإنارة ومسبباتها وطرائق علاجها.
- يستعمل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في استقصاء المعرفة الحديثة في مجال أنظمة الإنارة.

الأنشطة والتمارين العملية

يتوقع من الطالب أن:

- يحدد مواقع الأضواء في المركبة.
- ينزع الأضواء الأمامية والخلفية ويعيد تركيبها.
- يوصل الدارة الكهربائية لمصابيح التوقف، ومصابيح الرجوع إلى الخلف، ومصابيح الإشارة، ومصباح الغرفة.
- يوصل دارات الأضواء الأمامية، مستعملاً جهاز معايرة الأضواء الأمامية.
- يميز أنواع المصهرات، ويبين قيمتها.
- يصلح أعطال أنظمة الإنارة.
- يشخص أعطال أنظمة الإنارة ويصلحها ويصونها.
- يستعمل جهاز قراءة البيانات الفنية للمركبة ومقارنة النتائج بـ (Auto data).
- يلتزم قواعد الأمن والسلامة المهنية.

أولًا: المصابيح المستعملة في المركبات

النتاجات

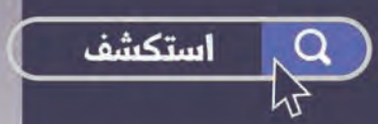
- يميز أنواع المصابيح.
- يبني دارات المصابيح في المركبة.
- يعاير الأضواء الأمامية.

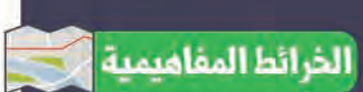
تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ تمرين الاستكشاف، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

روابط التعلم الإلكتروني:

للاستزادة ارجع إلى القرص المدمج (CD) المرفق بالكتاب، وشاهد المحتوى الخاص بأنظمة الإنارة في المركبات.





استعمل في مصابيح المركبات قديمًا الزيت المعدني، حيث يُشعل يدويًّا بعود الثقاب، استمر استعمال هذه المصابيح حتى عام (١٩١٣)، حيث استُعملت مصابيح الكربون، أيضًا كان يُشعل بعود الثقاب، وفي عام (١٩٢٠)، استُعملت المصابيح الكهربائية التي أصبح التعامل معها أسهل. وأول المصابيح الكهربائية المستعملة كانت تدعى مصابيح الشعاع المختومة، وهي عبارة عن مصابيح كبيرة ختمت مع طبقات الزجاج الخارجية، وعندما تحترق يضطر صاحب المركبة لتغير المصباح كلّه مع الزجاج الخارجي.

ثم جاءت مصابيح الهالوجين، حيث تحاط الأسلاك المتوهجة بغاز الهالوجين مما يمكنها من الاشتعال بدرجات حرارة عالية وبالتالي إعطاء إضاءة قوية.

وفي عام (١٩٩٤)، استُعملت مصابيح التفريغ الغازية (الزنون) ذات الإنارة العالية جدًّا وفي عام (٢٠٠٨)، استُعملت مصابيح (الثنائي الباعث للضوء) (**L.E.D**) التي تُستعمل طاقة قليلة جدًّا لإنتاج ضوء أقوى بأربع مرات عن إضاءة الهالوجين، لذلك يفضل المصممون استعماله في التصاميم الدقيقة والأنيقة في المركبات.

المصابيح المستعملة في المركبات

● كيف يُختار نوع المصباح المناسب للمركبة من أنواع المصابيح السابقة؟

تقسم المصابيح الكهربائية في المركبات خمسة أنواع، هي: المصابيح المفرغة، والمصابيح المملوءة بالغاز الخامل، و المصابيح الهالوجيية، و مصابيح التفريغ عالية الجهد (زنون)، والثنائيات الباعث للضوء (**L.E.D**).

استكشف

ابحث عبر محركات البحث (الإنترنت)، عن أنواع المصابيح المستعملة في المركبات، واكتب تقريرًا عن ذلك، ثم شارك زملاءك فيه، ثم اعرضه على مدربك.

اقرأ.. وتعلم

تصنيف المصابيح حسب التركيب

تصنف المصابيح الكهربائية المستعملة في المركبات تبعًا لتركيبها واستعمالها:

١- **مصابيح مفرغة (Vacuum bulbs)**: توضع فتيلة التنجستون في هذا النوع من المصابيح داخل زجاجة مفرغة من الهواء، مما يمنع الحرارة المتولدة فيها من الانتقال بالحمل إلى السطح الداخلي لزجاج المصباح، إضافة إلى عدم تأكسد (احتراق) الفتيلة بسبب تفريغ الأكسجين. وعند مرور التيار الكهربائي يسخن سلك التنجستون إلى درجة التوهج، وتبلغ درجة حرارته عندئذ (٢٣٠٠°) س، كما في الشكل (٣-١)، الذي يمثل مصباحًا مفرغًا تظهر داخله فتيلة من مادة التنجستون، من مساوئ هذا المصباح عند ارتفاع درجة الحرارة أكثر من (٢٣٠٠°) س، يؤدي إلى تبخر المعدن، مما يقلل من شدة الضوء الناتج، أو يسبب احتراق فتيلة المصباح، فضلًا عن ظهور طبقة سوداء على السطح الداخلي لزجاجة المصباح.

الشكل (٣-١): مصباح مفرغ.

٢- **مصابيح مملوءة بغاز خامل (Bulbs Inert - Gas Filled)**، يمر التيار الكهربائي في سلك صغير من معدن التنجستون داخل حجره زجاجية مملوءة بغاز خامل، مثل: الأرغون، أو النيتروجين، فترتفع درجة الحرارة مما يؤدي إلى توهج السلك أكثر، حيث تصل إلى (٢٦٠٠°س)، فيصدر عنه ضوء أشد من المصابيح المفرغة، انظر إلى الشكل (٣-٢)، الذي يبين مصباحًا مملوءًا بغاز خامل.

الشكل (٣-٢): مصباح مملوء بغاز الخامل.

٣- **مصابيح الهالوجيية**: وهي نوع من المصابيح المتوهجة التي تحتوي غاز الهالوجين، مثل: اليود أو البروم مزيج غاز الهالوجين وشعيرات التنجستين تنتج تفاعل كيميائي داخل دائرة الهالوجين الذي يعيد التنجستن المتبخر مرة أُخرى إلى الفتيلة، مما يزيد في عمره ويحافظ على صفاء المصباح وعدم اسوداد الزجاجة، و بسبب هذا يمكن لمصباح الهالوجين أن يعمل عند درجات حرارة أعلى عن المصابيح التقليدية المملوءة بالغاز الخامل.

الشكل (٣-٣): مصباح هالوجيني.

٤- **مصابيح الزنون**: مصابيح التفريغ الغازية (الزنون) (**DischargeBuib Gas**): سميت هذه المصابيح بهذا الاسم؛ لأن ضوءها يصدر عن قوس كهربائية بين قطبين داخلها. تمتاز مصابيح التفريغ الغازية بإضاءة أكثر فاعلية من تلك التي في المصابيح الهالوجينية، وتتكون من الأجزاء الآتية:

أ - المصباح: يعمل المصباح على نحو يختلف عنه في المصابيح التقليدية (الهالوجينية، أو المملوءة بالغاز الخامل)، وهو يحتاج إلى فولتية عالية حتى يتم تأين الغاز وانتقال القوس الكهربائي بين قطبي المصباح حتى يصدر الضوء. انظر إلى الشكل (٣-٤).

الشكل (٣-٤): المصباح.

ب - محول الطاقة: يزود المحول الفولتية المطلوبة لتشغيل المصباح، ويمكن زيادة الفولتية بمقدار (٥-٨) أضعاف فولتية المركم. انظر إلى الشكل (٣-٥)

الشكل (٣-٥): محول الطاقة.

جـ- مجموعة الضوء الأمامية: يشبه هذا الضوء الأنواع التقليدية، إلا أنه يمتاز عنها بدقة تصميمه، وعدم تأثيره في سائق المركبة المقابلة، مما يزيد تكاليف صنعه.

يصدر الضوء في هذا النوع من المصابيح عن قوس كهربائية بين قطبين فيها، وتبلغ المسافة بين هذين القطبين (٤) مم. من جانب آخر، يصنع غلاف مصباح الزنون الخامل تحت الضغط. وإذا تشغيل مفتاح المصباح - درجات الحرارة العادية - يضيء الزنون فورًا، فيتبخر الزئبق الذي ينتج معظم الضوء والأملاح المعدنية التي تؤثر في اللون.

تجدر الإشارة إلى أن شدة سطوع الإضاءة في هذه المصابيح تعزى إلى خليط بخار الأملاح المعدنية.

٥- كلمة (LED) مختصرة (Light - Emitting Diode)، وتعني الصمام الثنائي الباعث للضوء.

هي عبارة عن ثنائيات باعثة للضوء، صغيرة لا تعتمد على السلك مثل المصابيح المتوهجة، لذلك مصابيح (الليد) أطول في عمرها الافتراضي، ويمكن وضعها على غلاف بلاستيكي من دون وضع غلاف زجاجي عليها، وهي أعلى كفاءة من المصابيح المتوهجة. أما المصابيح ذات القدرات العالية، فتزود بمبردات حرارية للحفاظ عليها من ارتفاع درجات الحرارة، كما في الشكل (٣-٦).

الشكل (٣-٦): مصابيح الثنائي الباعث للضوء.

استعمال مصابيح الثنائي الباعث للضوء (L.E.D) في المركبة

مصابيح الخافتة	مصابيح غرفة القيادة
مصابيح الإشارة	**مصابيح الأمامي المرتفع و المنخفض**

تُستعمل المصابيح ثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**)؛ لزيادة إنارة المركبة وتزين غرفة القيادة ولوحة القيادة (التابلو)، وتُركّب على مقدمة المركبة وعلى صندوق الخلفي للمركبة، وتزود بجهاز التحكم عن البعد لتغيير الألوان، ومنها ما يوصل بالمقبس متعدد الاستعمال على لوحة القيادة، على النحو الآتي:

إنارة مخفية	إنارة غرفة القيادة
إنارة على لوحة القيادة	إنارة المصابيح الخلفية
إنارة المصابيح الخافتة (التحكم عن البعد)	إنارة تجميلية للمصابيح الأمامية

مميزات مصابيح الثنائي الباعث للضوء (L.E.D) في المركبات:

١- تمتلك عمرًا طويلًا قد يصل إلى عمر المركبة ذاتها.

٢- لا تحتاج إلى طاقة كهربائية كبيرة في أثناء عملها، بل تكتفي بقدرة قليلة جدًّا، مما يجعلها من أنواع المصابيح الموفرة للطاقة الكهربائية.

٣- تتميز المصابيح الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**) بأنها صديقة للبيئة.

٤- تقلل من توتر سائقي المركبات الأخرى بالجهة المقابلة.

٥- شدة إضاءة أقوى ومدى انتشار أوسع من المصابيح الهلوجينية، انظر إلى الشكل (٣-٧)، الذي يبين مقارنة بين مصابيح الثنائي الباعث للضوء (**LED**) والمصابيح الهلوجينية.

الشكل (٣-٧): مقارنة بين مصابيح الثنائي الباعث للضوء (**LED**) والمصابيح الهلوجينية.

تصنيف المصابيح حسب الاستعمال

١- **المصابيح الخافتة (Barging bulb)**: تُستعمل هذه المصابيح لإنارة لوحة القيادة والمفاتيح، مثل: مفتاح تشغيل مروحة التدفئة، وتُستعمل في المصابيح الجانبية التي تحدد أبعاد المركبة، وتحتوي فتيلة واحدة أو الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**) وقدرتها بين (١) وات و (٥) وات، كما في الشكل (٣-٨)، المصابيح الخافتة، وتمتاز بلونها البرتقالي.

الشكل (٣-٨): المصابيح الخافتة.

٢- **مصابيح غرفة القيادة**: يكثر استعمالها في إنارة غرفة القيادة – وتحتوي فتيلة واحدة أو ثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**) و تُستعمل في إنارة صندوق المركبة و لوحة أرقام المركبة. انظر إلى الشكل (٣-٩).

الشكل (٣-٩): مصابيح غرفة القيادة.

٣- **مصابيح الإشارة (الغمازات)**: يستعمل المصباح ذو القدرة (٢١) وات، لإنارة مصابيح الإشارة (الغمازات)، وتستعمل فيها فتيلة واحدة، أو الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**)، وتمتاز بلونها البرتقالي انظر إلى الشكل (٣-١٠).

الشكل (٣-١٠): مصابيح الإشارة.

٤- **مصابيح التحذير من التوقف**: تستعمل فيها فتيلتان (شَعْرتان)، وتوصل نهاية كل فتيلة بتماس في قاعدة المصباح، ويوصل بهما الطرفان الموجبان، في حين يوصل طرفا الفتيلتين الآخران معًا، وبغطاء المصباح المعدني، مشكلين الطرف السالب، وتبلغ قدرتهما (٥) وات و(٢١) وات، وهي تُستعمل في مصابيح الضوء الخلفي، في حين تُستعمل الفتيلة ذات القدرة العالية في مصابيح المكابح (الفرامل)، انظر إلى الشكل (٣-١١)، مصابيح التحذير من التوقف وهي حمراء اللون.

الشكل (٣-١١): مصابيح التحذير من التوقف.

٥- **مصابيح الرجوع إلى الخلف**: يستعمل المصباح ذو القدرة (٢١) وات، لإنارة مصابيح الرجوع إلى الخلف، ويستعمل فيها فتيلة واحدة، أو الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**)، وتمتاز باللون الأبيض انظر إلى الشكل (٣-١٢).

الشكل (٣-١٢): مصابيح الرجوع إلى الخلف.

٦- **مصابيح إضاءة رئيسة أمامية**: هي مصابيح كبيرة الحجم نسبيًّا، وفيها فتيلتان: الأولى للضوء المنخفض، والثانية للضوء العالي، أما الآن، فقد شاع استعمال المصابيح الهالوجينية التي تبلغ قدرتها (٥٥) وات للضوء الخافت، و(٩٠) وات للضوء المنخفض في بعض المركبات، و(١١٠) وات للضوء العالي، وتمتاز هذه المصابيح بغطاء معدني، وثلاثة أطراف للتوصيل، أولها سالب، والطرفان الآخران موجبان (أحدهما للضوء العالي، والآخر للضوء المنخفض)، ويوجد منها الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**) و مصابيح هالوجين أو مصابيح زنون. انظر إلى الشكل (٣-١٣).

الشكل (٣-١٣): مصابيح إضاءة رئيسة أمامية.

وحدة الإنارة الأمامية (Front Light)

تعد المصابيح الأمامية من أهم أجزاء المركبة واحد عوامل الأمان الأساسية، كونها تساعد قائد المركبة على رؤية الطريق بوضوح في الظلام، وتلفت انتباه مستعملي الطريق إلى وجودها، ما يتيح للسائق الابتعاد عن أية عقبات في الطريق قد تسبب الحوادث.

تتكون دارة الإنارة في المركبة من الأجزاء الآتية:

١- مركم رصاصي: يمثل مصدر الطاقة في الدوائر الكهربائية.

٢- أسلاك توصيل: تسمح هذه الأسلاك بمرور التيار بين أجزاء الدارة.

٣- مصابيح: تُستعمل في هذه الدارة مصابيح المرتفع والمنخفض.

٤- مصهرات: تُستعمل هذه المصهرات لحماية الحِمْل الكهربائي عند زيادة مرور تيار الكهربائي.

٥- مفتاح تشغيل: متعدد الأوضاع يستعمل لتشغيل الدوائر الكهربائية.

٦- مرحلات: تُستعمل للتحكم في الدارة، لتمرير تيار الحمل العالي دون التأثير في مفتاح التشغيل.

تتكون المصابيح الأمامية من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي:

١- المصباح: يُحوّل الطاقة الكهربائية إلى ضوئية ويعتمد مبدأ عمله على أحد التصنيفات التي مررت بها سابقًا.

٢- العاكس: يصنع العاكس من معدن مصقول شديد اللمعان، يعمل على تجميع الضوء المنبعث من المصباح، وتوجيهه إلى مقدمة المركبة لإنارة الطريق بالعدسة، كما في الشكل (٣-١٤أ).

٣- العدسة: تصنع العدسة من الزجاج النقي على شكل منشور، وهي تعمل على إعادة توجيه الأشعة القادمة من العاكس على شكل حُزم، والتقليل ما أمكن من الأشعة المتشتتة التي تسبب إزعاجًا لسائقي المركبات الأخرى القادمين من الجهة المقابلة. انظر إلى الشكل (٣- ١٤ب).

الشكل (٣-١٤أ): العاكس.

الشكل (٣-١٤ب): العدسة.

مفاتيح الإنارة الرئيسة (Main Light Switch)

يستعمل هذا المفتاح للتحكم في تشغيل المصابيح الرئيسة الأمامية، والجانبية، والخلفية، ومصابيح لوحة القيادة، وغيرها، يبين الشكل (٣-١٥) مفتاحًا منها يركب على لوحة القيادة (مصابيح الإشارة) أمام السائق في الأوضاع الآتية:

١- الوضع(٠) (OFF): وتكون المصابيح جميعها غير مضاءة.

٢- الوضع(١) (مفتاح الدرجة الأولى): تضاء بواسطته المصابيح الجانبية، ومصابيح لوحة البيان، والمصابيح الخلفية.

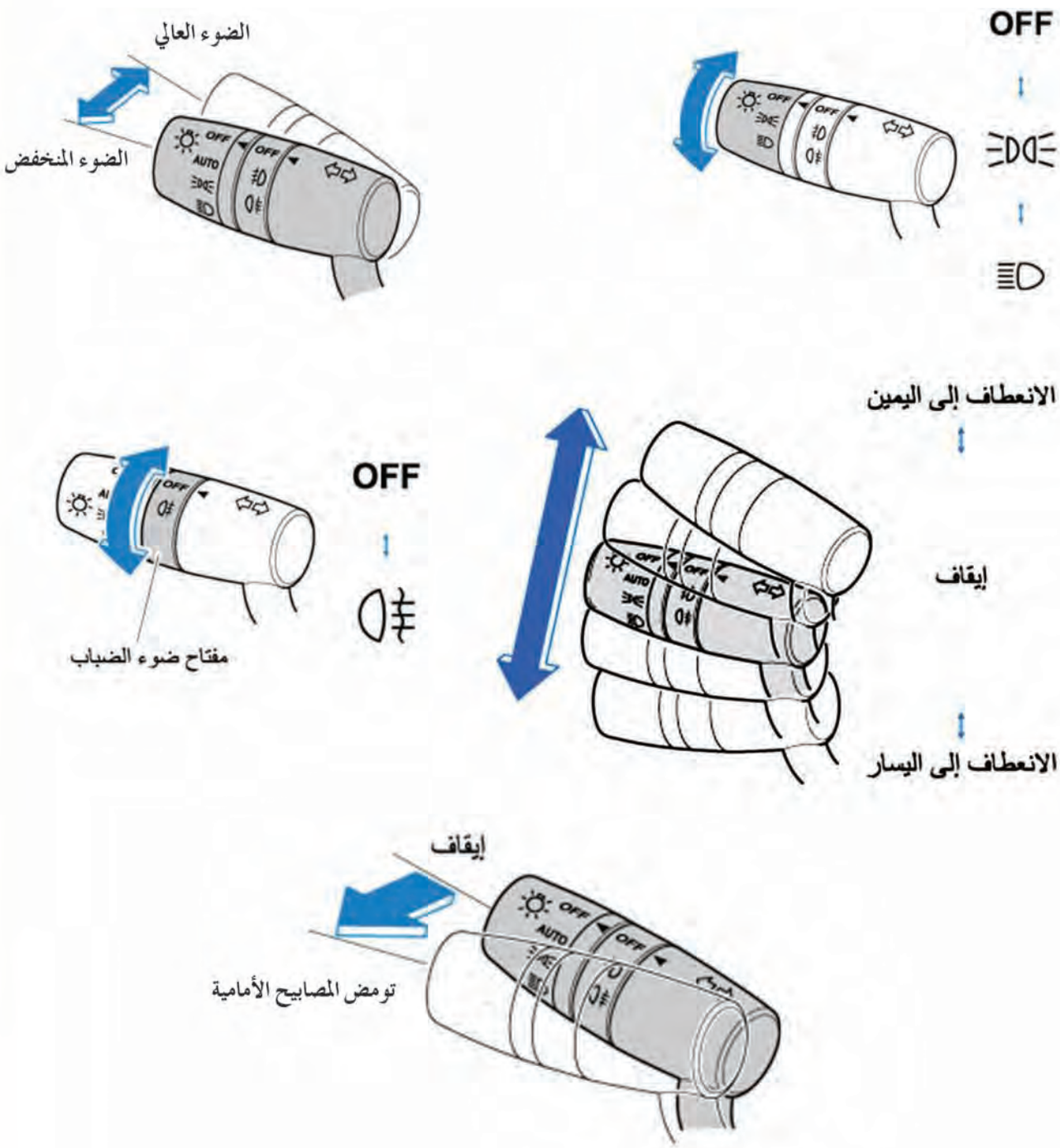
٣- الوضع (٢) (مفتاح الدرجة الثانية): تضاء بواسطته المصابيح الرئيسة الأمامية (مرتفع/منخفض)، فضلًا عن المصابيح المضاءة في الوضع (١)، وعند تبديل المفتاح، تضاء المصابيح العالي.

٤- الوضع (R) عند وضع المفتاح إلى الأعلى: تضاء به مصابيح إشارات الانعطاف اليمين

٥- الوضع (L) عند وضع المفتاح إلى الأسفل: تضاء به مصابيح إشارات الانعطاف الشمال.

٦ – عند سحب الذراع إلى الخلف، تُشغَّل المصابيح المرتفعة لحظةً.

٧-بعض المفاتيح تحتوي وضعية تشغيل مصابيح ضباب.



الشكل (٣-١٥): أوضاع مفتاح الإنارة الرئيسة.

التمارين العملية

التمرين الأول

تحديد مواقع المصابيح في المركبة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تحدد موقع المصابيح في المركبة.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند استعمال جهاز فحص الأعطال:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستعمالها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركبة. ٢- قفازات. ٣- صندوق العُدة.	

خطوات الأداء

١- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- تعرف المصابيح الأمامية للمركبة ومكان تركيبها، انظر إلى الشكل (١).

٤- تعرف المصابيح الخلفية للمركبة ومكان تركيبها، انظر إلى الشكل (٢).

٥- حدد نقاط التوصيل لأنظمة الإنارة المختلفة، انظر إلى الشكل (٣) الذي يبين نقاط التوصيل للمصباح الأمامي.

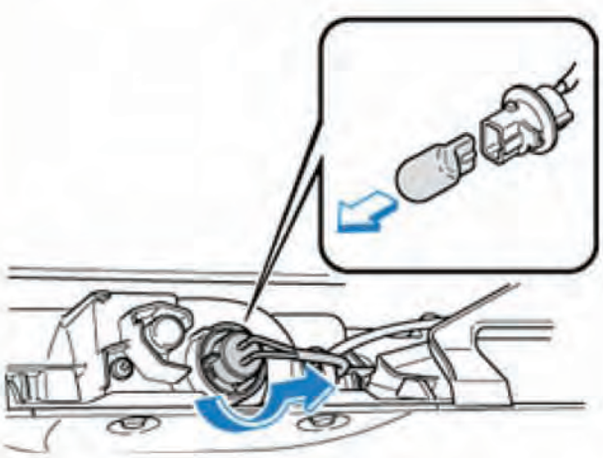
٦- قارن بين مصباح الضوء الرئيس ومصباح الضوء الخافت ومصابيح الإشارة، انظر إلى الشكل (٤).

٧- أعد ترتب العُدَد والأدوات، وحفظها في المكان المخصص لها.

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)



الشكل (٣)

الشكل (٤)

الأنشطة العملية

تحدد موقع المصابيح الأمامية والخليفة الأخرى في المركبات المتوافرة في مدرستك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	التعرف إلى المصابيح الأمامية للمركبة ومكان تركيبها.		
٢	التعرف إلى المصابيح الخلفية للمركبة ومكان تركيبها.		
٣	تحديد نقاط التوصيل لأنظمة الإنارة المختلفة.		
٤	المقارنة بين مصباح الضوء الرئيس، ومصباح الضوء الخافت، ومصابيح الإشارة.		

التمارين العملية

التمرين الثاني

نزع المصابيح الأمامية والخلفية وإعادة تركيبها

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنزع المصابيح الأمامية، ثم تُعيد تركيبها.
- تنزع المصابيح الخلفية، ثم تُعيد تركيبها.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند استعمال جهاز فحص الأعطال:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستعمالها وصيانتها بحسب التعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركبة. ٢- نموذج التدريب. ٣- صندوق العُدة.	

خطوات الأداء

١- أعـدّ خطة عمـل بسيطة لتنفيـذ التمرين، تتضمـن تحضير المواد والأجهـزة اللازمة لتنفيـذ التمريـن، مراعيًا شـروط السلامة والصحـةالمهنيـةوقوانينهـاكلهـا.

٢- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

٣- فُكّ مقبس المصابيح الأمامية، كما في الشكل (١).

٤- فـك مصبـاح الضـوء الخافـت، مصباح الضـوء المرتفـع والمنخفـض. كمـا في الشكـل(٢).

٥- قارن بين مصباح الضوء المرتفع والمنخفض و مصباح الضوء الخافت .

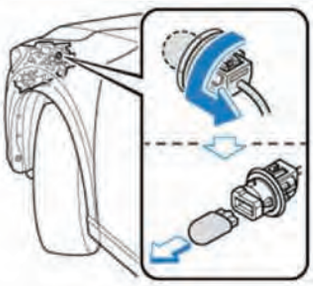
٦- انزع مصابيح الإنارة الخلفية، كما في الشكل (٣).

٧- قارن بين مصباح توقف المركبة ومصباح الرجوع إلى الخلف.

٨- افحص المصابيح الأمامية والخلفية مستعملًا المركم، انظر إلى الشكل (٤).

٩- افحص المصابيح الأمامية والخلفية بجهاز الأوميتر، والتأكد من صلاحيتها. انظر إلى الشكل (٥).

الرسم التوضيحي



الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

الشكل (٥)

الأنشطة العملية

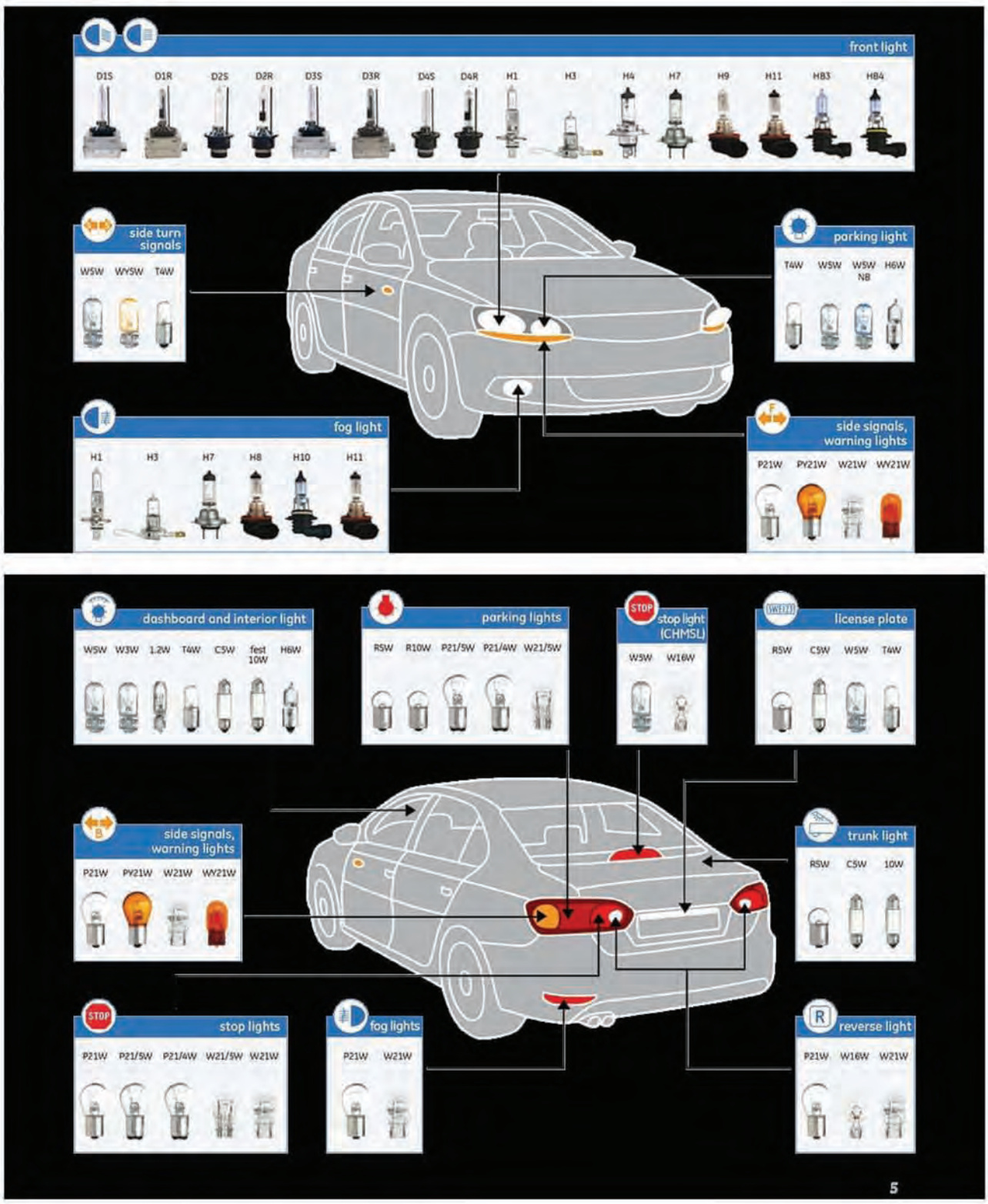
تنزع المصابيح الأمامية والخليفة لعدة موديلات وأنواع أخرى من المركبات المتوافرة في مشغلك.

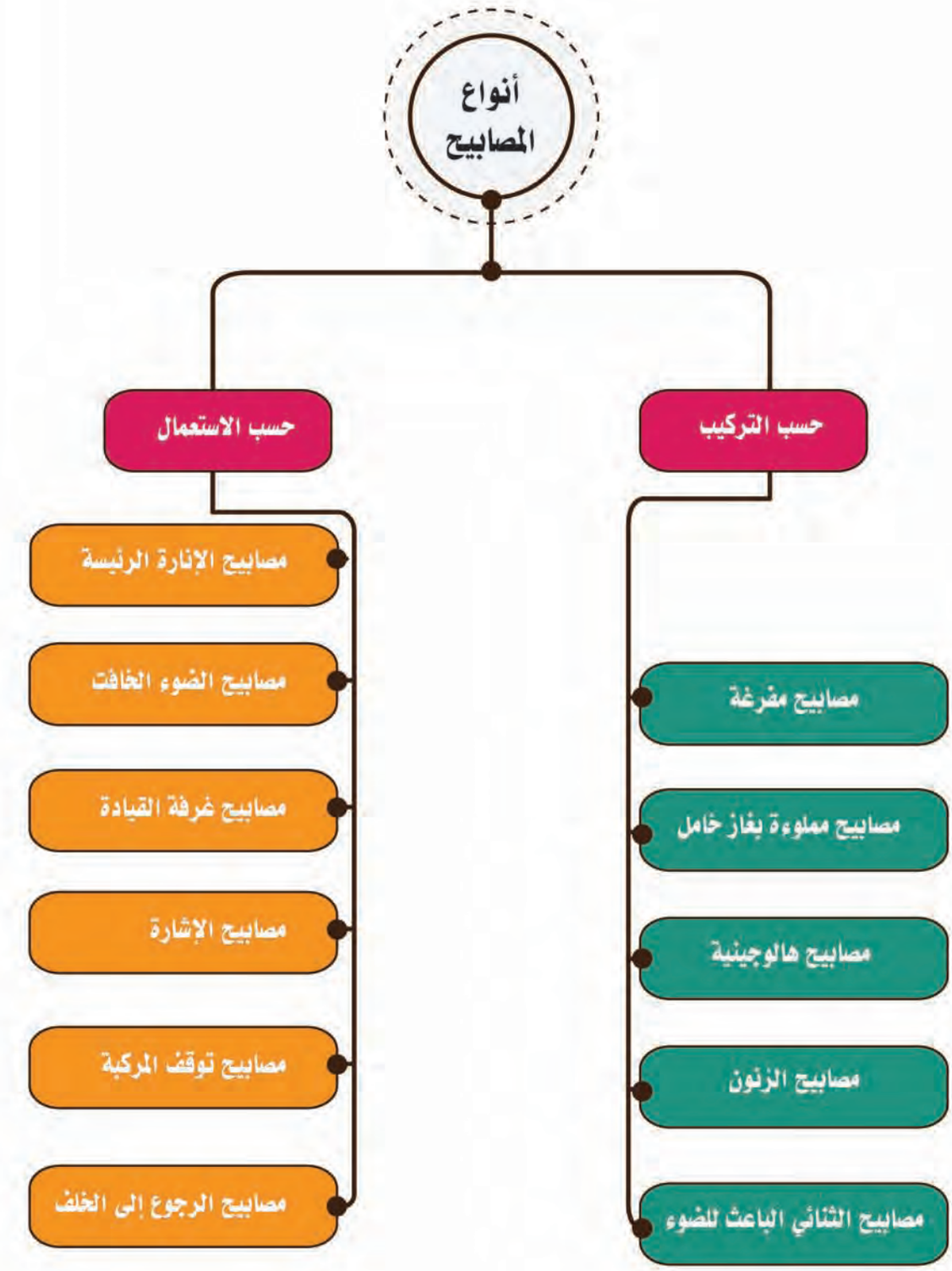
التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	فكّ مقبس المصابيح الأمامية.		
٢	فكّ مصباح الضوء الخافت.		
٣	نزع مصابيح الإنارة الخلفية.		
٤	فحص المصابيح الأمامية والخلفية مستعملًا المركم.		
٥	استعمال جهاز الأوميتر، والتأكد من صلاحية المصابيح.		

الشكل الآتي يبين أشكال المصابيح المختلفة وقدرتها وأماكن استعمالها في المركبات.

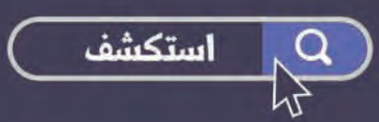



أنواع المصابيح
حسب التركيب
حسب الاستعمال
مصابيح مفرغة
مصابيح مملوءة بغاز خامل
مصابيح هالوجينية
مصابيح الزنون
مصابيح الثنائي الباعث للضوء
مصابيح الإنارة الرئيسة
مصابيح الضوء الخافت
مصابيح غرفة القيادة
مصابيح الإشارة
مصابيح توقف المركبة
مصابيح الرجوع إلى الخلف

ثانيًا: أنظمة الإنارة في المركبات وتوصيلاتها.

النتاجات

- يبني دارات المصابيح في المركبة.
- يجري الصيانة الوقائية والعلاجية لدارة المصابيح.



تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعدّ خطة عمل بسيطة، لتنفيذ تمرين الاستكشاف، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

المصهرات المستعملة في المركبة (FUSES)

انظر.. وتساءل

ما وظيفة المصهرات في المركبة؟

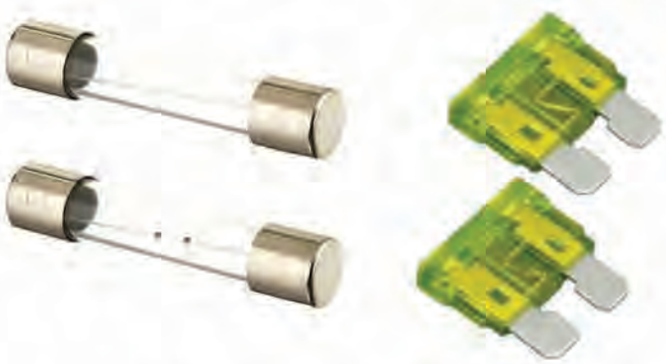
يحمي المصهر (الفيوز) أجزاء الدارات الكهربائية في المركبة عند زيادة التيار الكهربائي المفاجئ، حيث ينصهر جزؤه الداخلي، مانعًا مرور التيار الكهربائي في الدارة الكهربائية. ويصنع المصهر من سلك الفضة أو سبيكة النحاس؛ بحيث يتناسب قطره مع شدة التيار الكهربائي المار في الدارة الكهربائية، لذلك تجزأ الدارات الكهربائية الرئيسة دارات فرعية عدة، مثل: (دارة الإشعال، ودارة الشحن، ودارة الإنارة والإشارة، ودارة المحرك الكهربائي لماسحة الزجاج)، ويتم حماية كل دارة من هذه الدارات بصورة مستقلة، انظر إلى الشكل (٣-١٦)، الذي يبين بعض أنواع المصهرات المستعملة في المركبة.

الشكل (٣-١٦): بعض أنواع المصهرات المستعملة في المركبة.

استكشف

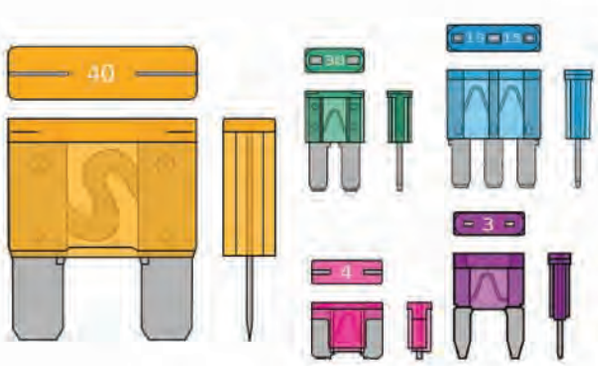
ابحث عبر محركات البحث (الإنترنت)، عن زيادة قيمة التيار الكهربائي، أو حدوث دارة قصر (تماس كهربائي)، أو حدوث تماس نتيجة خطأ ما في الدارة، أو تلف أحد عازلات الأسلاك الكهربائية، أو رداءة التوصيل الكهربائي في أي من الدارات، وتأثيرها في المصهرات، واكتب تقريرًا عن ذلك وشارك زملاءك فيه، ثم اعرضه على مدربك.

لابد أنك أدركت بعد تنفيذ نشاط الاستكشاف، أنه عند زيادة قيمة التيار الكهربائي، أو حدوث دارة قصر (تماس كهربائي)، أو حدوث تماس نتيجة خطأ ما في الدارة، أو تلف أحد عازلات الأسلاك الكهربائية، أو رداءة التوصيل الكهربائي في أي من الدارات، فإن درجة حرارة المنصهر ترتفع، فينصهر السلك النحاسي (للمصهر نقطة انصهار محددة) قاطعًا التيار الكهربائي المار بالدارة، مما يحول دون حدوث أي تلف في أجزاء الدارة الكهربائية، انظر إلى الشكل (٣-١٧)، الذي يبين بعض أنواع المصهرات المختلفة في حالة الانصهار (الاحتراق).



الشكل (٣-١٧): المصهرات في حالة الانصهار.

يختلف قطر سلك المصهر تبعًا لشدة التيار الكهربائي المار بالدارة الكهربائية، ويكتب على جسم المصهر من الخارج قيمة الأمبير التي يستطيع تحملها في الدارة الكهربائية، انظر إلى الشكل (٣-١٨)، الذي يبين القيم الكهربائية لبعض أنواع المصهرات.



الشكل (٣-١٨): بعض أنواع المصهرات.

اقرأ.. وتعلم

فمثلاً، المصهر الذي يحمل الرقم (20A)، يمكنه تحمل تيار كهربائي قيمته (٢٠) أمبير. إذا زادت قيمة التيار عن الحد المسموح به، فينصهر سلك المصهر بفعل الحرارة الشديدة التي تعرض لها من التيار الكهربائي الذي يمر به، فيقطع الدارة الكهربائية مانعًا بذلك احتراق أجزائها الكهربائية، الجدول (٣-١)، يبين ألوان المصهرات الحديثة، وقيم التيار لكل منها.

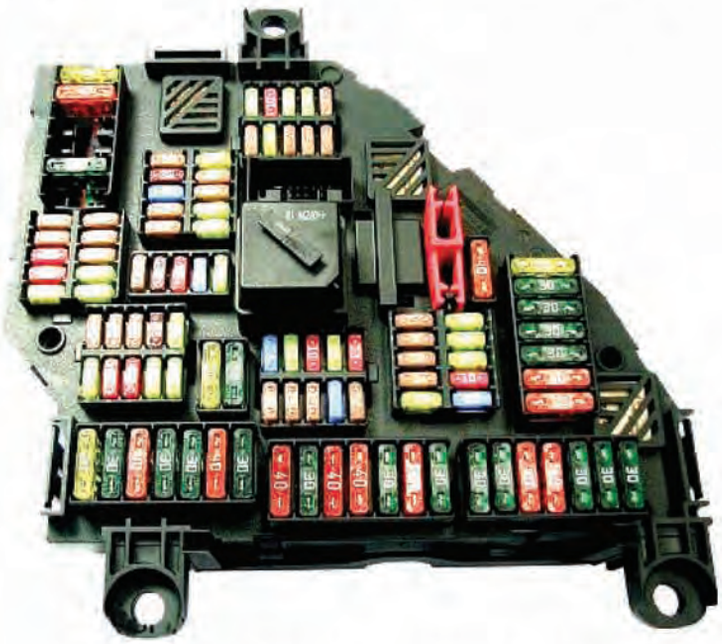
الجدول (٣-١): ألوان المصهرات الحديثة، وقيم التيار لكل منها.

الرقم	اللون	التيار الأقصى / أمبير
١	البرتقالي	٥
٢	الأحمر	١٠
٣	الأزرق	١٥
٤	الأصفر	٢٠
٥	الأبيض	٢٥
٦	الأخضر	٣٠

توجد أنواع أخرى من المصهرات تتحمل تيارات أعلى في المركبة، وهي كبيرة الحجم نسبيًا، وتركب داخل صندوق المصهرات (علبة الفيوزات)، ومن الأمثلة عليها: مصهر دارة الشحن (المولد) الذي يمكنه تحمل تيار مقداره (٣٠ أمبير)، ونظام مانع غلق العجلات (ABS)، الذي يمكنه تحمل تيار مقداره (٣٠ أمبير)، ومراوح التبريد التي تتحمل تيارًا مقداره (٤٠ أمبير). يبن الشكل (٣-١٩)، أنواع المصهرات ذوات الحجم الكبير في المركبة.

الشكل (٣-١٩): أنواع المصهرات ذوات الحجم الكبير.

تجهز كل مركبة بصندوق خاص أو أكثر؛ لجمع هذه المصهرات (الفيوزات) بانتظام، ويطلق عليه صندوق المصهرات (علبة الفيوزات). يستعمل هذا الصندوق كونه نقطة وصل مهمة لكل الدارات الكهربائية في المركبة، ويسهّل الصيانة اللازمة للمصهرات، ويحتوي مجموعة من المرحلات (الكتاوتات) التي سنتناولها لاحقًا، انظر إلى الشكل (٣-٢٠)، الذي يبين أحد أنواع صناديق المصهرات.



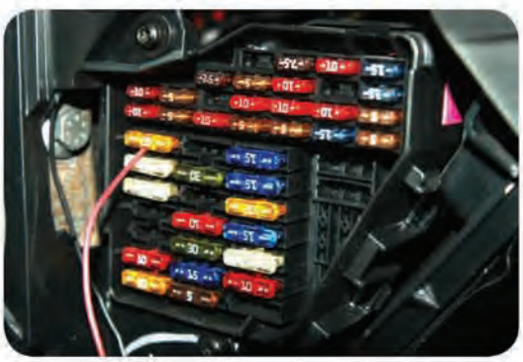
الشكل (٣-٢٠): صندوق المصهرات.

تربط جدلات الأسلاك الكهربائية بصندوق المصهرات، على نحو يضمن استمرارية مرور التيار الكهربائي في الأجزاء الكهربائية وإليها في المركبة. انظر إلى الشكل (٣-٢١).

الشكل (٣-٢١): جدلات الأسلاك الكهربائية بصندوق المصهرات.

يثبت صندوق المصهرات غالبًا في المركبة تحت غطاء المحرك قرب المركم، بعيدًا عن الأجزاء المتحركة، وعن حرارة المحرك، كما في الشكل (٣-٢٢)، الذي يبين مكان صندوق المصهرات في المركبة تحت غطاء المحرك.

الشكل (٣-٢٢): صندوق المصهرات، المثبت تحت في غرفة المحرك.



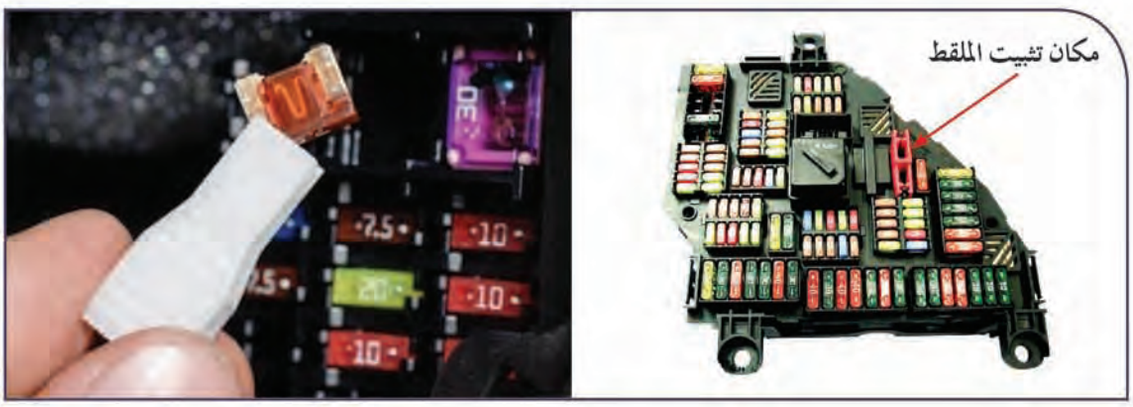
في نوع آخر، يكون صندوق المصهرات في بعض أنواع المركبات أسفل لوحة القيادة (التابلو)، وبعيدًا عن أجزاء محرك المركبة نهائيًا، انظر إلى الشكل (٣-٢٣) الذي يبين مكان صندوق المصهرات في المركبة أسفل لوحة القيادة.

الشكل (٣-٢٣): صندوق مصهرات، المثبت أسفل لوحة القيادة (التابلو).

يُثبّت في المركبة غالبًا صندوقان موصولان ببعضها، ويكتب على غطاء كل منهما حروف، أو رموز، أو رسوم في الموقع نفسه، تدل على الدارة المتصلة بكل مصهر، انظر إلى الشكل (٣-٢٤)، الذي يبين غطاء صندوق أحد المصهرات.

الشكل (٣-٢٤): لوحة صندوق المصهرات.

يحتوي صندوق المصهرات نازعًا للمصهرات (ملقط سحب)؛ لتسهيل عملية نزع المصهر من مكانه، ويثبت هذا الملقط داخل صندوق المصهرات، كما في الشكل (٣-٢٥).



الشكل (٣-٢٥): ملقط سحب المصهرات.

وتستعمل المصهرات في بعض الدارات أسلاك التوصيل؛ لحماية الحِمْل الكهربائي من مرور تيار عالٍ من المركم، انظر إلى الشكل (٣-٢٦).

الشكل (٣-٢٦): أسلاك توصيل.

التمارين العملية

التمرين الثالث

نزع المصهرات عن صندوق المصهرات، وتفقدها وفحصها وإعادة تركيبها

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنزع المصهرات من صندوق المصهرات وتتفقدها وتفحصها.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند استعمال جهاز فحص الأعطال:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستعمالها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة، والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية، والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركبة. ٢- مصهرات مختلفة. ٣- لمبة فحص ٤- جهاز الأفوميتر	

خطوات الأداء

١- حدد مكان تركيب صندوق المصهرات في المركبة، انظر إلى الشكل (١).

٢- انزع المصهر بالملقط، انظر إلى الشكل (٢).

٣-افحص المصهر بالمشاهدة (بالنظر إليه)، على النحو الآتي:

أ- إذا كان الغطاء الخارجي للمصهر شفافًا، فإنه يمكننا رؤية سلك النحاسي الداخلي، فإذا كان السلك متصلًا، فيدل على ذلك أن المصهر في حالة سليمة.

ب- إذا كان السلك مقطوعًا، فإن هذا يدل على أن المصهر غير صالح، ويجب استبداله، انظر إلى الشكل (٣).

٤- افحص المصهر بلمبة الفحص: حيث يوضع طرف لمبة الفحص ذو الملقط على نقطة شصي جيدة، ويُنقل الطرف المدبب للمبة الفحص بين مدخل المصهر ومخرجه في حالة إنارة لمبة الفحص في الحالتين (المدخل، المخرج)، هذا يدل على أن المصهر صالح. عند إضاءة لمبة الفحص عند المدخل و لم تضئ عند المخرج، يدل ذلك على أن المصهر غير صالح. انظر إلى الشكل (٤).

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

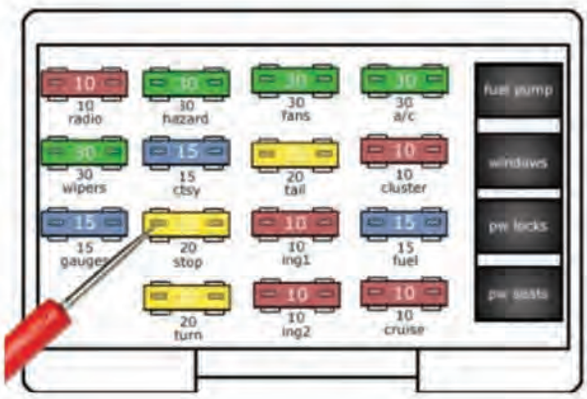
خطوات الأداء

٥-افحص المصهر مستعملًا جهاز الفولتميتر:

يوضع طرف الفولتميتر السالب على نقطة شصي (جسم المركبة)، ومن ثَمّ، يوضع طرف الموجب للفولتميتر بين مدخل المصهر ومخرجه، إذا كانت القراءة في الحالتين ١٢ فولتًا، فهذا يدل على أن المصهر يعمل بصورة جيدة.

أما إذا كان الفولتية على المخرج تساوي صفرًا، فهذا يدل على أن المصهر غير صالح للعمل. انظر إلى الشكل (٥)

الرسم التوضيحي



الشكل (٥)

الأنشطة العملية

تنزع المصهرات من صندوق المصهرات وتتفقدها و تفحصها.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تحديد مكان تركيب صندوق المصهرات في المركبة.		
٢	نزع المصهر بالملقط.		
٣	التحقق من حالة المصهر بعد نزعة.		
٤	فحص المصهر بلمبة فحص، وجهاز فولتميتر.		

المرحلات

ابحث وشارك

زُر مكتبة مدرستك برفقة مجموعة من زملائك، واختر كتابًا عن كهرباء المركبات، وابحث عن وظيفة المرحلات في المركبة، واكتب تقريرًا عن ذلك، وشارك زملاءك فيه، ثم اعرضه على مدربك.

تعرفت عَبْرَ نشاط البحث على أن المرحل (الكتاوت)، يعمل كونه مفتاح تحكم كهربائي، حيث يقوم بوصل التيار الكهربائي وفصله في الدارة، ويحمي مفاتيح الدارة التي يوجد فيها باستعماله تيارًا كهربائيًّا صغيرًا للتحكم في تيار أكبر لتشغيل الدارة الكهربائية. وتوجد أنواع عدة من المرحلات في المركبة، انظر إلى الشكل (٣-٢٥).

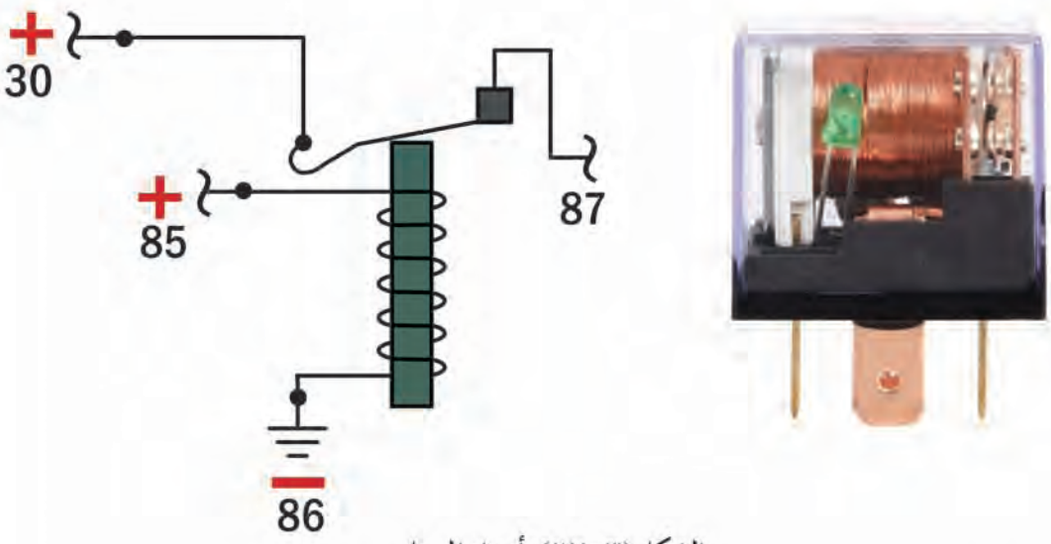
الشكل (٣-٢٥): المرحلات

تقسم الدارات الكهربائية في المرحل دارتين، هما:

١- دارة التحكم: يمر في هذه الدارة تيار صغير يعمل على إيصال التيار الكهربائي إلى ملف المرحل (85 - 86)، مولدًا مجالًا مغناطيسيًّا يجذب ذراع توصيل نقاط التلامس داخله، موصلًا التيار الكهربائي إلى الدارة.

٢- دارة التشغيل: يمر في هذه الدارة تيار كهربائي تتناسب قيمته مع تيار الحِمْل المتصل به. يتكون المرحل في المركبة من ملف كهربائي (كهرمغناطيسي) يعمل على توليد مجال مغناطيسي عند

مرور تيار كهربائي فيه، ونقاط توصيل توصل التيار الكهربائي وتفصله عن الدارة بواسطة قوة المجال المغناطيسي الناشئ في الملف، انظر إلى الشكل (٣-٢٧) الذي يبين أجزاء المرحل (الكتاوت).



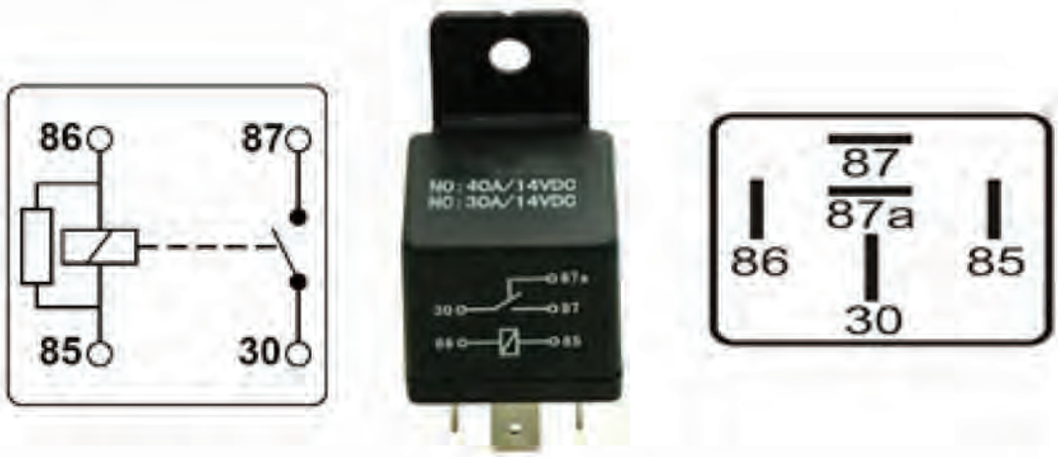
الشكل (٣-٢٧): أجزاء المرحل.

مبدأ عمل المرحلات

عند مرور تيار كهربائي في ملف المرحل، فإنه يتكون مجال مغناطيسي قويّ يجذب نقاط التوصيل بعضها إلى بعض، فيمر تيار كهربائي بين نقاط التلامس داخل المرحل. وعند فصل التيار الكهربائي عن ملف المرحل، يتوقف المجال المغناطيسي الداخلي، فتفصل نقاط التلامس بفعل قوة نابض الإرجاع داخله، ما يؤدي إلى قطع التيار الكهربائي المار بين نقاط التلامس.

أطراف المرحلات

تزود المرحلات برموز خاصة تدل على أطراف ملف المرحل، وأطراف نقاط التوصيل (نقاط التلامس)، ويُرسم مخطط كهربائي على الغطاء الخارجي لصندوق المرحل للدلالة على طريقة توصيله بالدارة الكهربائية، انظر إلى الشكل (٣-٢٨) الذي يبين مخطط المرحل.



الشكل (٣-٢٨): مخطط المرحل.

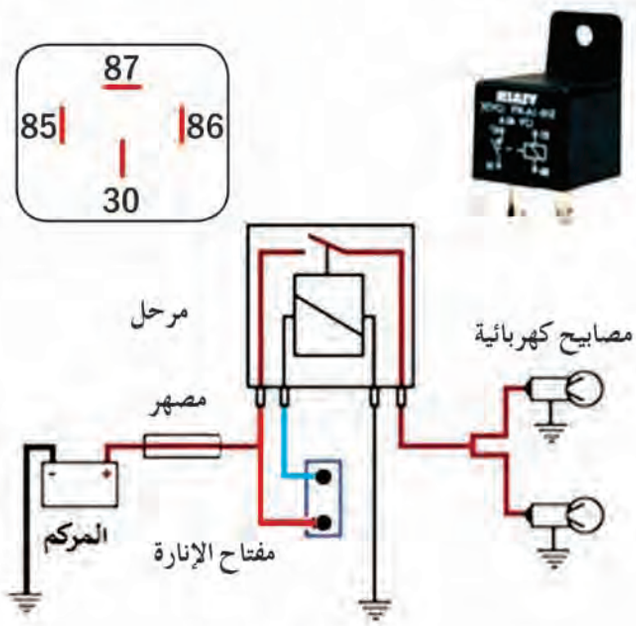
توصيل أطراف المرحل في دارة الكهربائية

تتوافر أنواع عدة من المرحلات، منها له أربعة أطراف، والمرحل ذو الأطراف الخمسة.

ففي المرحل ذو الأربعة أطراف، يحتوي طرفي الملف بالرمزين: (85-86)، بحيث يوصل أحدهما بالخط الموجب، والآخر بالخط السالب، لتكوين فرق الجهد على طرفي الملف، وبالتالي تكوين مجال مغناطيسي قادر على جذب التلامسات، حيث تعمل الدارة، والجدير بالذكر، أن التحكم بملف المرحل يحدث بطرائق عدة حسب الدارة .

في أغلب الدوائر يوصل الطرف السالب مباشرة بطرف المرحل (85)، ويتم التحكم في الخط الموجب لتغذية الطرف (86) عَبْر مفتاح كهربائي معين، يمكن أن يكون مفتاح إنارة كما في دوائر الإنارة، أو حساس حرارة كما في دارة مروحة تبريد المحرك، في بعض الدارات يوصل الخط الموجب مباشرة بملف المرحل (86) ويتم التحكم في الخط السالب لطرف المرحل (85) كما في دارة التنبيه. وعلى طرفي التلامس ذات الرموز (87-30) ويكون هذا التلامس غير متصل إذا تعطُل المرحل.

عند مرور تيار كهربائي في ملف المرحل فإنه يتكون مجال مغناطيسي قادر على جذب ذراع التلامس، مما يؤدي إلى إيصاله، ويوصَل الطرف (30) مباشرة بالطرف الموجب بعد دارة الحماية (المصهر) والطرف (87) يغذي الحمل. وفي المرحلات ذات الخمسة أطراف، تحتوي ما سبق ويضاف إليها طرف توصيل خامس يرمز إليه بالرمز (87a)، يكون هذا الطرف مغلقًا مع النقطة (30) إذا لم يمر تيار في ملف المرحل، وعند مرور تيار في ملف المرحل يفصل هذا الطرف وبالتالي فصل المصدر عن الحمل الموصول به، انظر إلى الشكل (٣-٢٩) الذي يبين استعمال مرحل ذو الأطراف الأربعة للتحكم في دارة إنارة.



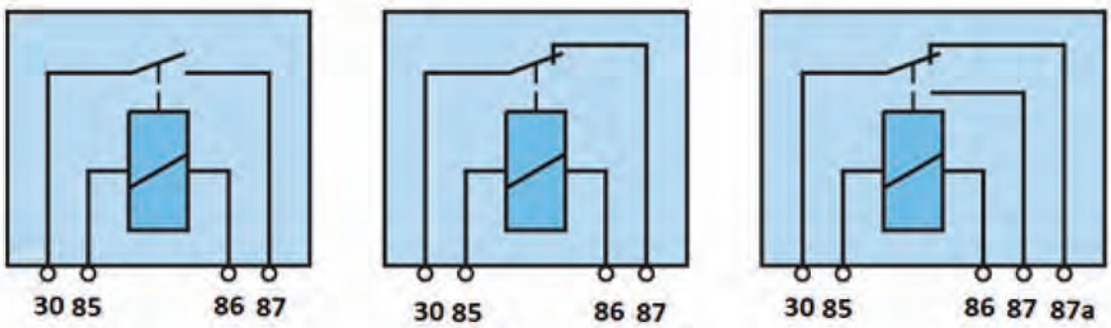
الشكل (٣-٢٩): مخطط دارة إنارة مع المرحل.

تقسم المرحلات في المركبة حسب نقاط التلامس إلى:

١- مرحل مع ملامس موصل: عند مرور تيار كهربائي في المرحل، فإنه يعمل على إيصال التيار إلى الدارة، انظر إلى الشكل (٣-٣٠ أ).

٢- مرحل مع ملامس فاصل: عند مرور تيار كهربائي في المرحل، فإنه يعمل على فصل التيار عن الدارة تبعًا لطريقة توصيله انظر إلى الشكل (٣-٣٠ ب).

٣- مرحل مع ملامس مبدل: عند مرور تيار كهربائي في المرحل، فإنه يعمل على تبديل نقاط التوصيل داخله، انظر إلى الشكل (٣-٣٠جـ).



(أ) (ب) (جـ)

الشكل (٣-٣٠): أنواع المرحلات حسب نقاط التلامس.

تركب المرحلات غالبًا داخل صندوق المصهرات في المركبة، تُحدد كل مرحل مع الدارة التي يتبع لها على غطاء علبة المصهرات، انظر إلى الشكل (٣-٣١) الذي يبين مكان تركيب المرحلات داخل المركبة.

الشكل (٣-٣١): صندوق المرحلات.

هنالك أنواع من المرحلات مع مصهر، بحيث يحمي المصهر الحِمْل من ارتفاع التيار. انظر إلى الشكل (٣-٣٢).

الشكل (٣-٣٢): مرحل يركب علبة مصهر.

من التطبيقات العملية للمرحلات في دوائر الإنارة تُستعمل جدلات الإنارة ذات المرحلات عند استعمال مصابيح رئيسة ذات قدرات عليا لحماية الجدلات القديمة ومفاتيح الإنارة من الزيادة في ارتفاع التيار الناشئ عن المصابيح الجديدة ذوات القدرات العالية انظر إلى الشكل (٣-٣٣)

الشكل (٣-٣٣): جدلة المرحلات.

التمارين العملية

التمرين الرابع

نزع المرحلات وفحصها وتحديد صلاحيتها

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنزع المرحلات عن صندوق المرحلات وتتفقدها، وتفحص المرحلات وتحدد صلاحيتها.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستعمالها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركبة. ٢- مرحلات مختلفة. ٣- جهاز أفوميتر ٤- صندوق العُدة	

خطوات الأداء

١ – حدد أطراف المرحل المرسومة على المخطط الموجود على جسم المرحل، انظر إلى الشكل (١).

٢– افحص ملف المرحل بالبطارية انظر إلى الشكل (٢).

باتباع الخطوات الآتية:

أ – صل طرف موجب البطارية بطرف المرحل (٨٥).

ب– صل طرف سالب البطارية بطرف المرحل (٨٦).

جـ– راقب المرحل إذا سُمعَ صوت داخل المرحل.

د– إذا سُمعَ صوت، فإن ملف المرحل يعمل جيدًا.

٣– افحص ملف المرحل عَبْر جهاز الأوميتر انظر إلى الشكل (٢).

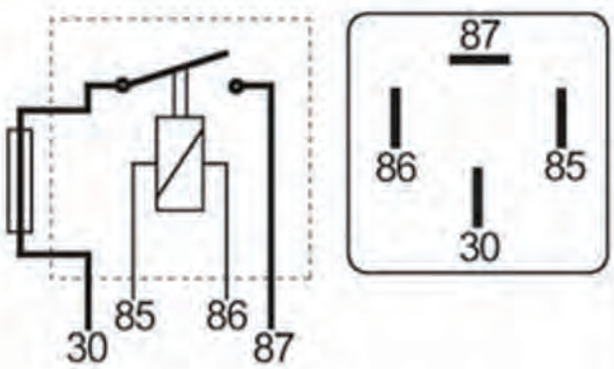
متبعًا الخطوات الآتية:

أ – صل طرف موجب جهاز الأوميتر بطرف المرحل (٨٥).

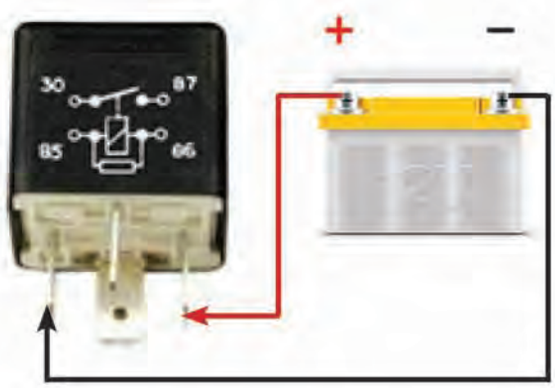
ب– صل طرف سالب جهاز الأوميتر بطرف المرحل (٨٦).

جـ– إذا كانت قراءة جهاز الأوميتر لمقاومة منخفضة، فإن ذلك يدل على أن المرحل يعمل جيدًا.

الرسم التوضيحي



الشكل (١)



الشكل (٢)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

د- إذا كانت قراءة جهاز الأوميتر لمقاومة عالية، فإن ذلك يدل على أن المرحل تالف ولا يعمل.

٤- افحص نقاط تلامس المرحل (٣٠-٨٧)، عَبْر جهاز الأوميتر انظر إلى الشكل (٤).

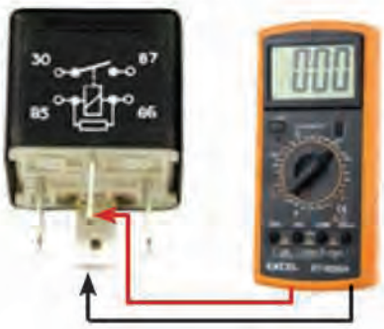
متبعًا الخطوات الاتية :

أ - صل طرف جهاز الأوميتر الموجب بطرف المرحل (٣٠).

ب- صل طرف جهاز الأوميتر السالب بطرف المرحل (٨٧) .

جـ - يجب أن تكون قراءة جهاز الأوميتر (مقاومة عالية).

الشكل (٣)



الشكل (٤)

الأنشطة العملية

أعدْ فحص نقاط تلامس المرحل (٣٠-٨٧)، عَبْرَ جهاز الأوميتر ، وذلك بعد تغذية أطراف المرحل بالجهد المناسب.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تحديد أطراف المرحل.		
٢	فحص ملف المرحل مستعملًا البطارية، وجهاز الأوميتر.		
٣	فحص تلامسات المرحل(٣٠-٨٧) عَبْر جهاز الأوميتر.		

دارات الإنارة في المركبات

فكر

ما عدد دارات الإنارة الكهربائية في المركبة؟

تقسم دارات الإنارة في المركبات ثلاثة أقسام، هي:

١- دارات الإنارة الأمامية، وهي:

أ - الإنارة الأمامية الرئيسة (منخفض / مرتفع)

ب - تحديد إبعاد المركبة (دارة الإنارة الخافتة).

٢- دارات الإنارة الخلفية، وهي:

أ - مصابيح الرجوع إلى الخلف.

ب - مصابيح التوقف.

جـ - تحديد إبعاد المركبة (دارة الإنارة الخافتة، إنارة لوحة أرقام المركبة).

٣- دارات الإنارة التحذرية، وهي:

أ - الانعطاف إلى ليمين والشمال.

ب- دارة التحذير من الخطر (الرباعي).

دارة الإنارة الأمامية الرئيسة

تُستعمل هذه الدارة في إنارة الطريق ليلًا أمام المركبة، ليتمكن السائق من كشف الطريق وتفادي الأخطار غير المتوقعة.

مكونات دارة الإنارة الأمامية الرئيسة

١ – مفتاح تشغيل الإنارة الرئيسة.

٢– المصابيح الأمامية.

٣ – المركم.

٤ – مفتاح تبديل (منخفض/ مرتفع).

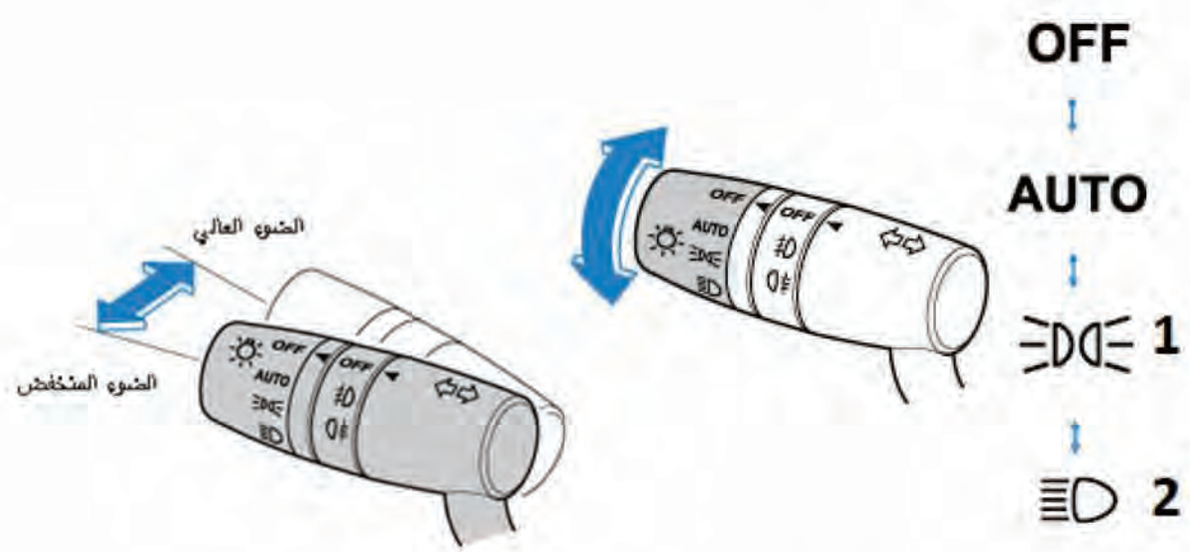
٥ – مرحل.

٦ – المصهرات.

٧ – أسلاك توصيل.

مفتاح تبديل (منخفض/ مرتفع)

مفتاح يثبّت بجانب عجلة القيادة؛ للتحكم في شدة الإنارة (منخفض و مرتفع)، فإذا كان المفتاح على وضعية (٢)، تعمل الإنارة المنخفضة، وعند تحريك مفتاح وعمل تبديل، ستعمل الإنارة المرتفعة، انظر إلى الشكل (٣–٣٤).



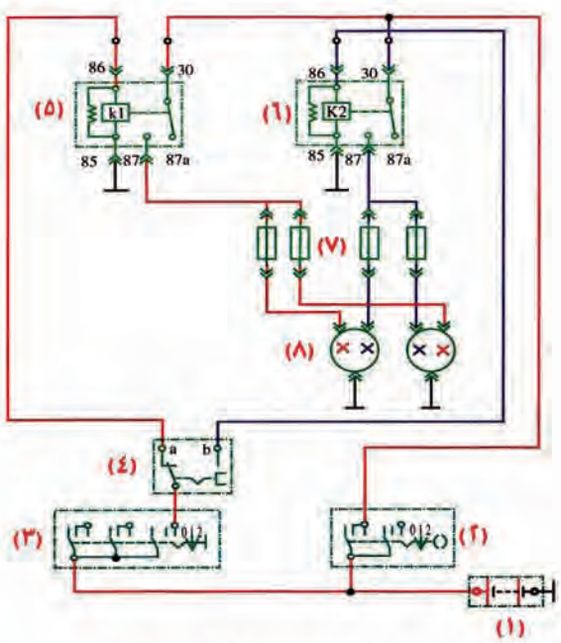
الشكل (٣–٣٤): مفتاح تبديل (منخفض/ المرتفع).

مبدأ عمل الدارة

عند وضع مفتاح الإنارة الرئيسة على وضعية العالي (a)، يمر تيار كهربائي من مفتاح التشغيل إلى المرحل (5) ثم إلى نقطة (86)، عبر ملف المرحل إلى النقطة (85) لتكتمل الدارة الكهربائية بالشصي ، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف الكهربائي مما يجذب تلامس المرحل، فيمر تيار من المركم عبر الملامس (87-30)، إلى المصابيح المرتفعة فتضيء.

عند وضع مفتاح الإنارة الرئيسة على وضعية العالي (b)، يمر تيار كهربائي من مفتاح التشغيل إلى المرحل (6) ثم إلى نقطة (86)، عبر ملف المرحل إلى النقطة (85) لتكتمل الدارة الكهربائية بالشصي ، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف الكهربائي، مما يجذب تلامس المرحل، فيمر تيار من المركم عبر الملامس (87-30)، إلى المصابيح المنخفضة فتضيء.

انظر إلى الشكل (٣-٣٥) الذي يوضح مخطط عمل الدارة.



الشكل (٣-٣٥): يوضح مخطط عمل الدارة.

تدل الأرقام في الشكل (٣-٣٤)، على ما يأتي:

١	المركم	٣	مفتاح الإنارة الرئيسة	٥	مرحل المصابيح المرتفعة	٧	مصهرات
٢	مفتاح التشغيل	٤	مفتاح تبديل (مرتفع / منخفض)	٦	مرحل المصابيح المنخفضة	٨	مصابيح الإنارة الأمامية الرئيسة

التمارين العملية

التمرين الخامس

بناء دارة المصابيح الأمامية ذات المرحلات.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح المصابيح الأمامية ذات المرحلات، وتتعرف مكونات دارة مصابيح الأمامية ذات المرحلات.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات		المواد الأولية
١- مصابيح أمامية.	٥- مركم.	١- أسلاك توصيل.
٢- مرحلات.	٦- لوح تدريب.	٢- شريط عزل كهربائي.
٣- مفتاح الإنارة الرئيس.	٧- مفتاح تشغيل.	٣- براغي تثبيت.
٤- صندوق عُدّة.		

خطوات الأداء

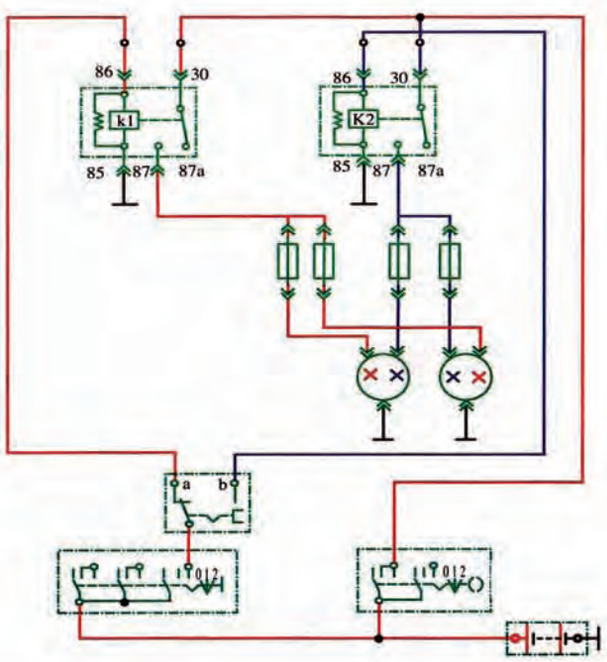
١- استعمل المصابيح الرئيسة المناسبة. انظر إلى الشكل (١).

٢- استعمل مفتاح الإنارة الرئيسة المناسب. انظر إلى الشكل (٢).

٣- استعمل المرحلات المناسبة. انظر إلى الشكل (٣).

٤- ضع المركم و الأسلاك على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (٤).

٥- صل الدارة كما في المخطط (٥)، وتحقق من عملها.



الشكل (٥)

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

الأنشطة العملية

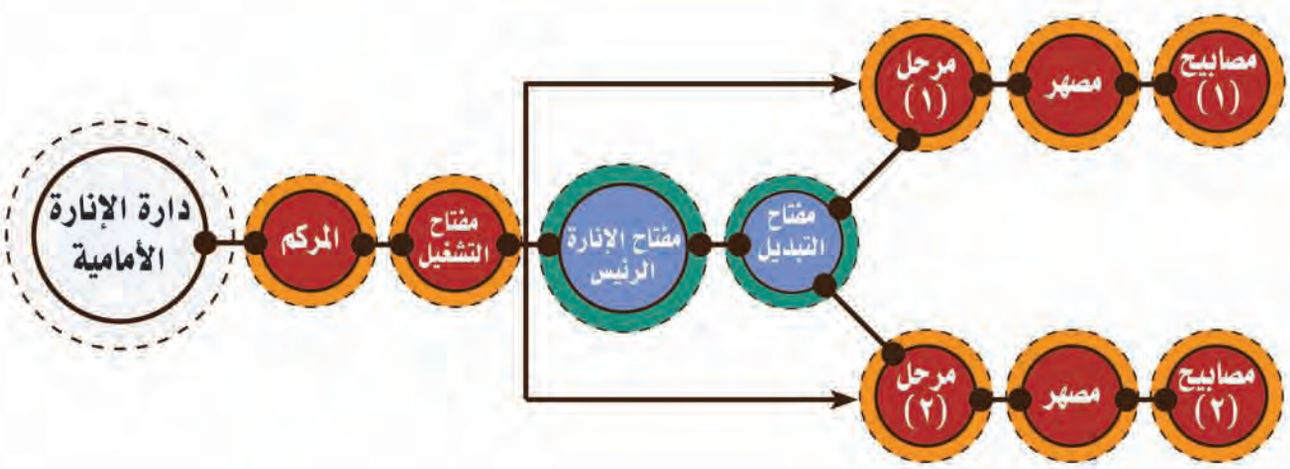
تنفذ دارة مصابيح المصابيح الأمامية ذات المرحلات، وفحصها مستعملًا جهاز الأوميتر.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تثبيت المصابيح الرئيسة على لوح التدريب.		
٢	تثبيت مفتاح ضوء المركبة على لوح التدريب.		
٣	تثبيت المرحلات على لوح التدريب.		
٤	توصيل الدارة بالمركم، ثم تحقق من عملها وفحص المصابيح الرئيسة عَبْر المركم.		

الخرائط المفاهيمية



دارة إنارة مصابيح توقف المركبة

يستعمل هذا النوع من الدارات لتنبيه سائق المركبة، وتحذيره من أن المركبة التي أمامه تقلل من سرعتها أو أنها ستتوقف.

تتكون هذه الدارة من الأجزاء الآتية:

١- مفتاح تشغيل مصابيح المكابح.

٢- المركم.

٣- مصابيح المكابح ولونها أحمر.

٤- أسلاك توصيل.

٥- مصهر.

٦- مرحل.

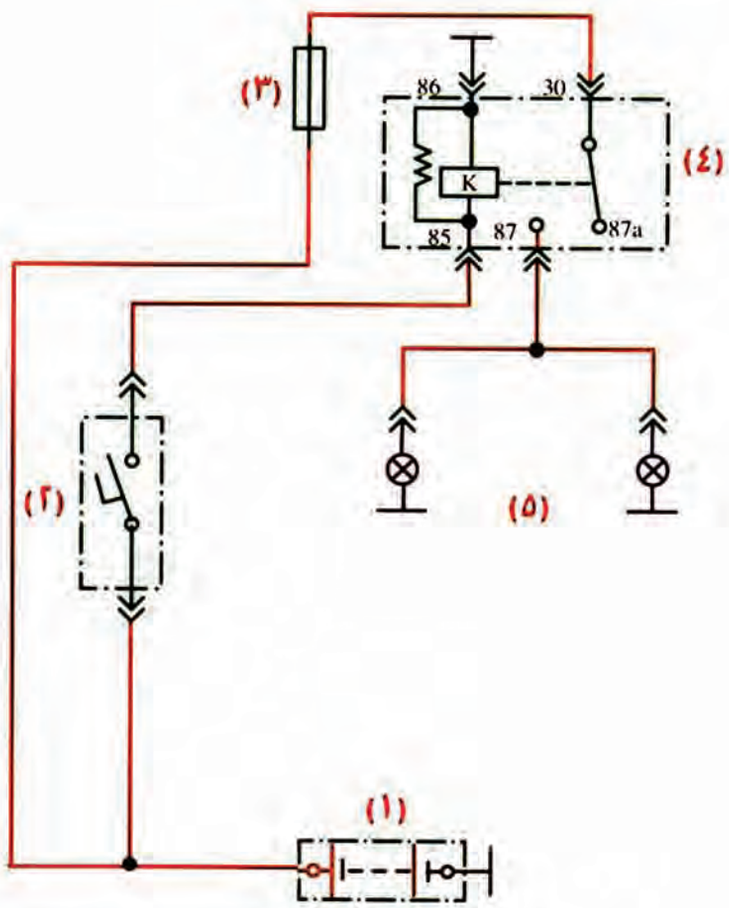
مفتاح تشغيل مصابيح المكابح

يصل هذا المفتاح الدارة ويفصلها عَبْر دواسة المكابح (الفرامل)، الموجودة أسفل دواسة المكابح، انظر إلى الشكل (٣-٣٦) مفتاح المكابح.

الشكل (٣-٣٦): مفتاح التوقف.

مبدأ عمل الدارة

عندما يضغط السائق على دواسة المكابح (الفرامل)، فإنه يغلق مفتاح التوقف، فيمر تيار كهربائي من مفتاح تشغيل، ثم إلى مفتاح المكابح، ثم إلى ملف المرحل عبر النقطة **(85)** إلى النقطة **(86)**، فتكتمل الدارة الكهربائية عَبْر الشصي، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف مما يجذب التلامس **(30-87)** ويغلقه. فيمر تيار من المركم عبر التلامس إلى المصابيح فتضيء، انظر إلى الشكل (٣-٣٧)، الذي يوضح مخطط الدارة الكهربائية للنظام.



الشكل (٣-٣٧): المخطط الكهربائي لدارة إنارة مصابيح التوقف.

تدل الأرقام في الشكل (٣-٣٦)، على ما يأتي:

١	المركم	٣	المصهر	٥	مصابيح التوقف
٢	مفتاح التوقف	٤	المرحل		

التمارين العملية

التمرين السادس

بناء دارة مصابيح التوقف .

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح التوقف، وتتعرف مكونات دارة مصابيح التوقف.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات		المواد الأولية
١- وحدة ضوء التوقف.	٤- مفتاح تشغيل.	١- أسلاك توصيل.
٢- ضاغط العكسي.	٥- لوح تدريب.	٢- شريط عزل كهربائي.
٣- صندوق العُدة.	٦- المرحل.	٣- براغي تثبيت.

خطوات الأداء

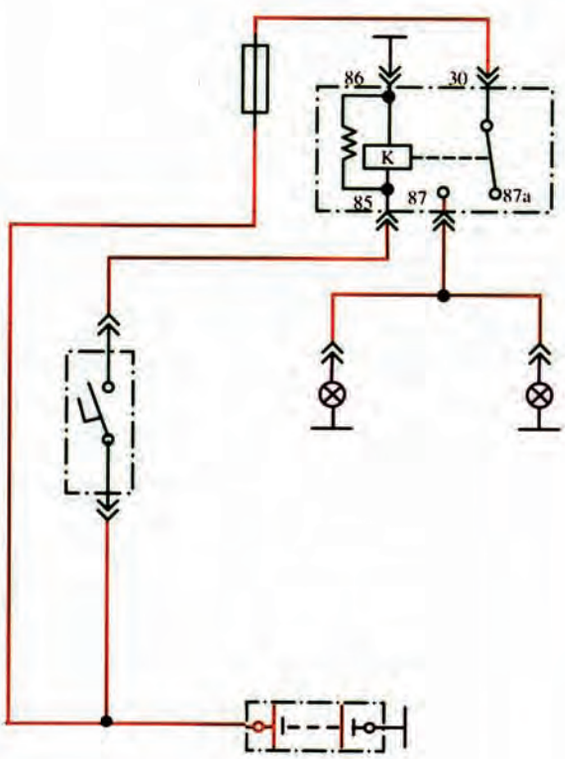
١- استعمل وحدة الضوء الخلفي المناسبة. انظر إلى الشكل (١).

٢- استعمل المفتاح المكابح (الفرامل) المناسبة. انظر إلى الشكل (٢).

٣- استعمل المرحل المناسب. انظر إلى الشكل (٣).

٤- ضع المركم و أسلاك التوصيل على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (٤).

٥-صل الدارة كما في المخطط (٥)، وتحقق من عملها.



الشكل (٥)

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

الأنشطة العملية

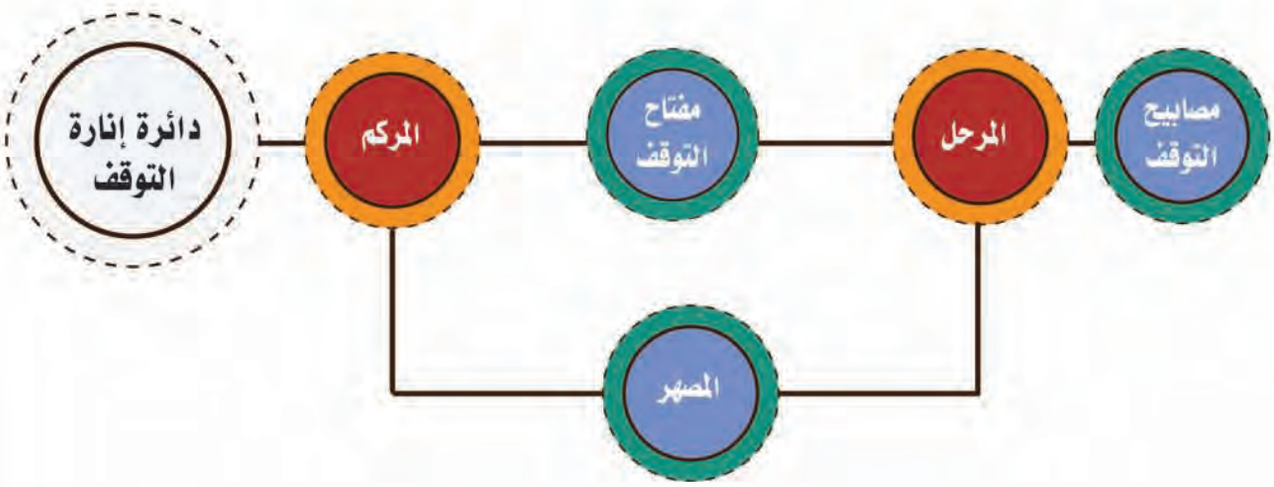
تنفيذ دارة مصابيح التوقف، وفحصها مستعملًا جهاز الأوميتر.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تثبيت وحدة الضوء الخلفي على لوح التدريب.		
٢	تثبيت المفتاح المكابح (الفرامل) على لوح التدريب.		
٣	تثبيت المرحل على لوح التدريب، ووضع المركم و أسلاك التوصيل على لوح التدريب.		
٤	توصيل الدارة بالمركم، ثم التحقق من عملها.		

الخرائط المفاهيمية



دارة إنارة الرجوع للخلف (Reversing Light Circuit)

تُستعمل هذه الدارة لتنبه سائقي المركبة، وتحذيرهم من أن المركبة التي أمامهم سترجع إلى الخلف، فضلاً عن إنارتها ليلًا خلف المركبة، ليتمكن السائق من رؤية ما وراء مركبته ويكون لونها أبيض.

مكونات دارة إنارة الرجوع إلى الخلف

تتكون هذه الدارة من الأجزاء الآتية:

١- مفتاح تشغيل مصابيح الرجوع إلى الخلف: تُشغل الدارة في أثناء ضبط عصا صندوق السرعات على وضعية الرجوع إلى الخلف، ويثبّت هذا المفتاح على صندوق السرعات، انظر إلى الشكل (٣-٣٨)، مفتاح الرجوع إلى الخلف.

٢- مصابيح الرجوع إلى الخلف، وتكون بيضاء اللون.

٣- مرحل .

٤- مصهر .

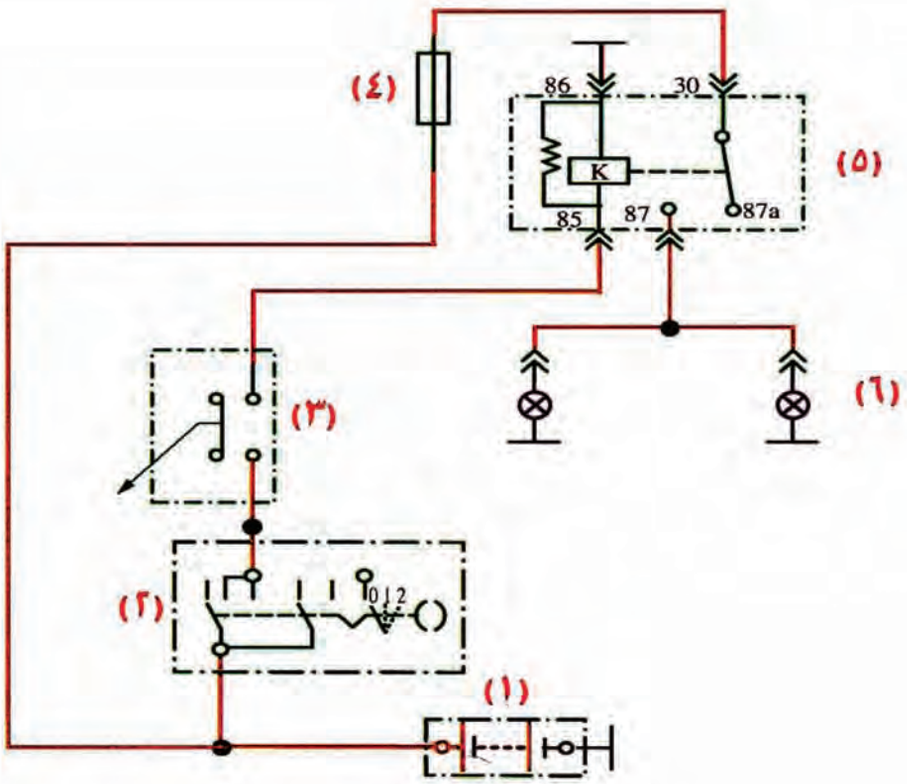
٥- مركم .

٦- أسلاك توصيل .

الشكل(٣-٣٨): مفتاح الرجوع إلى الخلف.

مبدأ عمل الدارة

عندما يضبط السائق عصا صندوق السرعات على وضعية الرجوع إلى الخلف، يغلق مفتاح مصابيح الرجوع مما يعمل على مرور التيار الكهربائي من مفتاح تشغيل إلى المرحل عبر نقطة (٨٥)، ثم إلى ملف المرحل ثم إلى نقطة (٨٦) فتكتمل الدارة الكهربائية بالشصي، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف، مما يجذب الملامس إلى نقطة (٨٧)، فيمر تيار من المركم إلى نقطة (٣٠)، ثم إلى الملامس ثم إلى نقطة (٨٧)، ثم إلى المصابيح وتكتمل دارة المصابيح عَبْر خط سالب، فتضيء المصابيح. انظر إلى الشكل (٣-٣٩) الذي يبين مبدأ عمل الدارة.



الشكل(٣-٣٨): المخطط الكهربائي لدارة إنارة الرجوع إلى الخلف.

تدل الأرقام في الشكل (٣-٣٩)، على ما يأتي:

١	المركم	٣	مفتاح الرجوع إلى الخلف	٥	المصهر	٧	مصابيح الرجوع إلى الخلف
٢	مفتاح التشغيل	٤	المصهر	٦	المرحل		

التمارين العملية

التمرين السابع

بناء دارة الرجوع إلى الخلف

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح الرجوع إلى الخلف، وتتعرف مكونات دارة مصابيح الرجوع إلى الخلف.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها بحسب التعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- وحدة ضوء الخلفي.	١- أسلاك توصيل.
٢- المركم.	٢- شريط عزل كهربائي.
٣- مفتاح الرجوع إلى الخلف.	٣- براغي تثبيت.
٤- صندوق العُدة.	
٥- المرحل.	

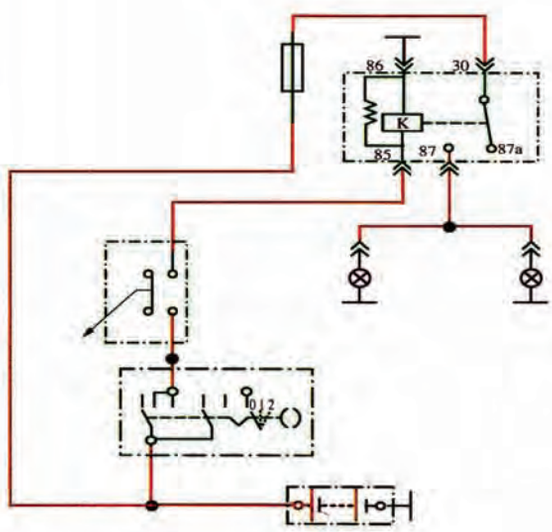
خطوات الأداء

١- استعمل وحدة المصباح الخلفي المناسب. انظر إلى الشكل (١).

٢- استعمل مفتاح الرجوع إلى الخلف المناسب. انظر إلى الشكل (٢).

٣- ضع المركم وأسلاك توصيل مناسبة. انظر إلى الشكل (٣).

٤-صل الدارة كما في المخطط (٤)، وتحقق من عملها.



الشكل (٤)

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الأنشطة العملية

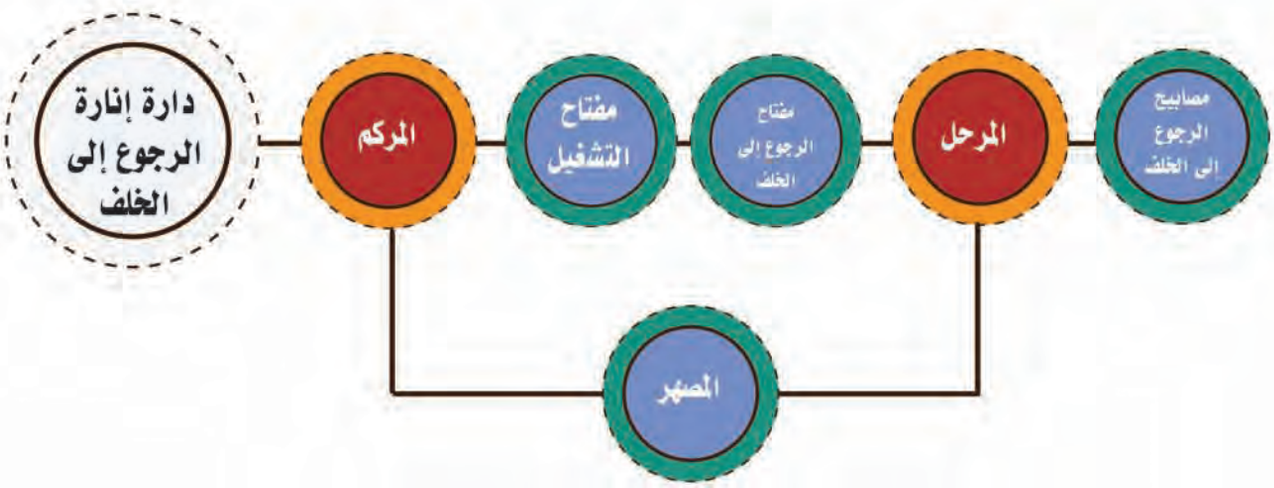
تنفذ دارة مصابيح الرجوع إلى الخلف، وتفحص الدارة مستعملًا جهاز الأفو ميتر.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تثبيت وحدة الضوء الخلفي على لوح التدريب.		
٢	تثبيت مفتاح الرجوع إلى الخلف على لوح التدريب.		
٣	وصل الدارة بالمركم، ثم التأكد من عملها. مستعينًا في المخطط المطلوب.		
٤	فحص مفتاح الرجوع إلى الخلف عَبْر جهاز الأفموميتر.		

الخرائط المفاهيمية



دارة الإنارة الخافتة (parking light Circuit)

تحدد مصابيح الإنارة الخافتة الأمامية والخلفية جوانب المركبة الأربعة، حتى تكون المركبة ظاهرة للمركبات الأخرى.

مكونات دارة الإنارة الخافتة

تتكون الدارة من الأجزاء الآتية:

١ – مصابيح الإنارة الخافتة (الأمامية والخلفية).

٢ – مفتاح تشغيل الإنارة الرئيس.

٣ – مصهر.

٤ – المركم.

٥ – أسلاك توصيل.

٦ – مرحل.

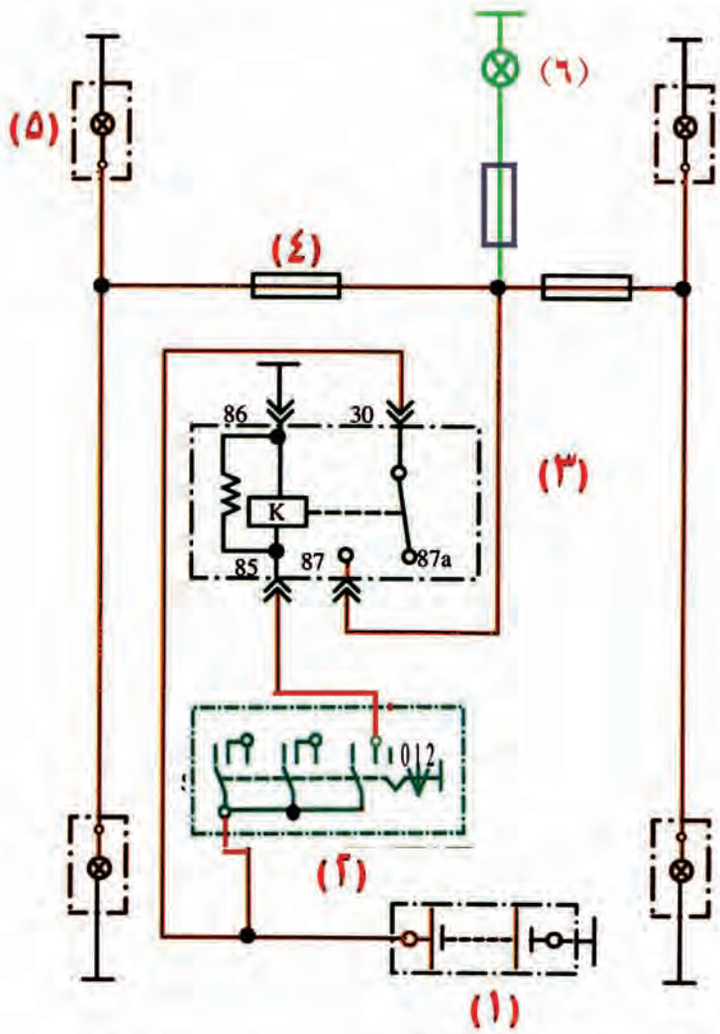
مفتاح تشغيل الإنارة الرئيس

يشغّل نظام الإنارة الرئيس، ويثبّت هذا المفتاح عل لوحة القيادة، انظر إلى الشكل (٣–٤٠) الذي يبين مفتاح الإنارة الرئيس.

الشكل (٣–٤٠): مفتاح الإنارة الرئيس.

مبدأ عمل الدارة

عندما يضبط السائق مفتاح الإنارة الرئيس على وضعية الإنارة الخافتة، فإنه يمر تيار من مفتاح المصابيح إلى المرحل عبر نقطة (85)، ثم إلى ملف المرحل، ثم إلى نقطة (86)، فتكتمل الدارة الكهربائية عَبْر الشصي، فيتولد مجال مغناطيسي في الملف مما يجذب الملامس إلى نقطة (87)، فيمر تيار عالٍ من المركم إلى نقطة (30)، ثم إلى الملامس المرحل، ثم إلى نقطة (87)، ثم إلى المصابيح، فتضيء. انظر إلى شكل (٣-٤١)، الذي يوضح المخطط الكهربائي لدارة الإنارة الخافتة.



الشكل(٣-٤١): المخطط الكهربائي لدارة الإنارة الخافتة.

تدل الأرقام في الشكل (٣-٤٠)، على ما يأتي:

١	المركم	٣	المرحل	٥	مصابيح الخافتة
٢	مفتاح الإنارة الرئيس	٤	المصهرات	٦	مصباح إنارة لوحة أرقام المركبة

التمارين العملية

التمرين الثامن

بناء دارة مصابيح الإنارة الخافتة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح الخافتة، وتتعرف إلى مكونات دارة مصابيح الخافتة.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- وحدة الإنارة الأمامية لونها أبيض أو أصفر فاتح. ٢- المركم. ٣- وحدة الإنارة الخلفية لونها أحمر. ٤- صندوق العُدة. ٥- مفتاح المصابيح الرئيس. ٦- المرحل.	١- أسلاك توصيل. ٢- شريط عزل كهربائي. ٣- براغي تثبيت.

خطوات الأداء

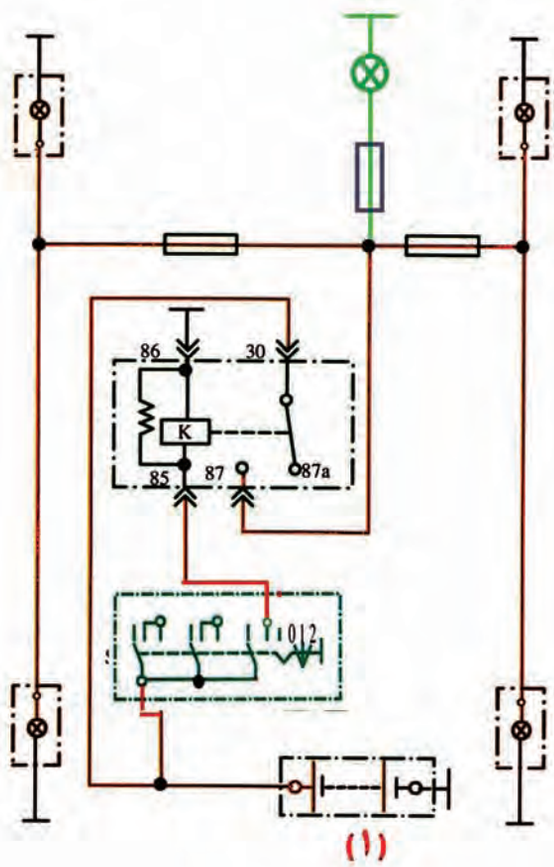
١- استعمل وحدة الإنارة الأمامية والخلفية المناسبة. انظر إلى الشكل (١).

٢- استعمل مفتاح المصابيح الرئيس على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (٢).

٣- استعمل المرحل المناسبة. انظر إلى الشكل (٣).

٤- ضع المركم وأسلاك التوصيل المناسبة. انظر إلى الشكل (٤).

٥- صل الدارة كما في المخطط (٥)، وتحقق من عملها.



الشكل (٥)

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

الأنشطة العملية

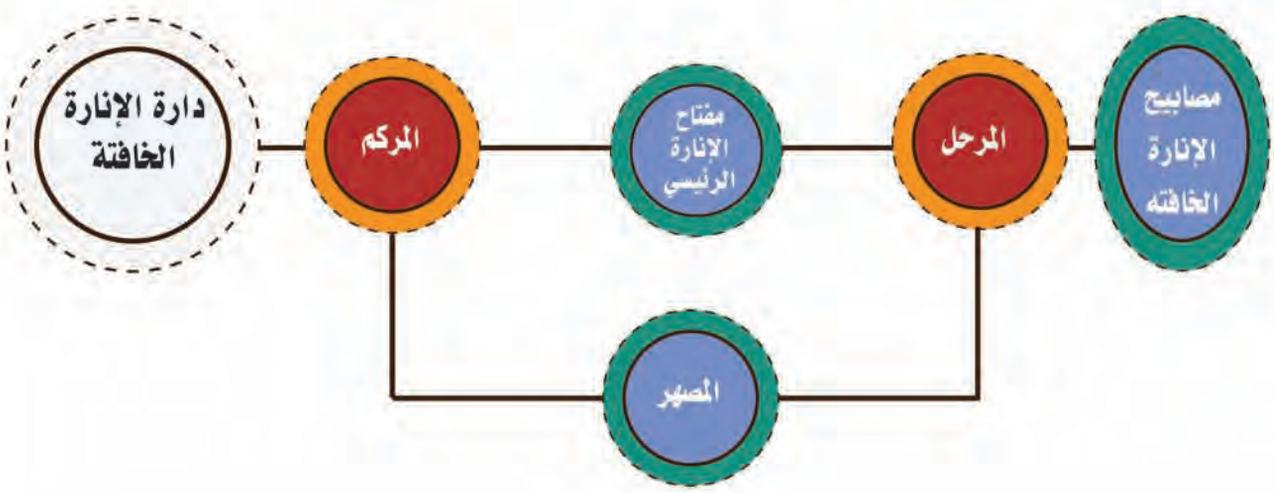
افحص مفتاح المصابيح الرئيس عَبْر جهاز الأفوميتر.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تثبيت وحدة الإنارة الأمامية و الخلفية على لوح التدريب.		
٢	تثبيت مفتاح المصابيح الرئيس على لوح التدريب.		
٣	تثبيت المرحل على لوح التدريب.		
٤	فحص مفتاح المصابيح الرئيس عَبْر جهاز الأفوميتر، بعد وصل الدارة بالمركم.		

الخرائط المفاهيمية



دارة مصابيح الإشارة (الغمازات) (Signal light)

تُستعمل هذه المصابيح لتحديد اتجاه المركبة عند انعطافها في أثناء السير نحو اليمين أو الشمال، ويكون ضوؤها متقطعًا حيث يعمل المرحل على وصل التيار وفصله عنها.

تتكون الدارة من الأجزاء الآتية:

١- مفتاح الإشارة – تبديل (يمين / شمال)

٢- مصابيح تشغيل – مصابيح الإشارة

٣ – مرحل إشارة.

٤ – مصهر.

٥ – المركم.

٦ – أسلاك توصيل.

مرحل إشارة (FlasheR)

يصل مرحل الإشارة التيار ويفصله عن المصابيح الإشارة، وله ثلاثة أطراف (B-L-E)، ويثبت داخل علبة المرحلات، حيث توصل نقاط مرحل الإشارة (B) بموجب المركم، ونقطة (E) بالطرف السالب للمركم، ونقطة (L) توصل بمفتاح تبديل (يمين - شمال). انظر إلى الشكل (٣-٤٢) الذي يبين مرحل الإشارة.

تجدر الإشارة إلى وجود أنواع عدة من هذه المرحلات، منها ما يحتوي طرفين أو ثلاثة أطراف أو أربعة أطراف.

الشكل (٣-٤٢): مرحل الإشارة.

مفتاح تشغيل مصابيح الخطر (الرباعي)

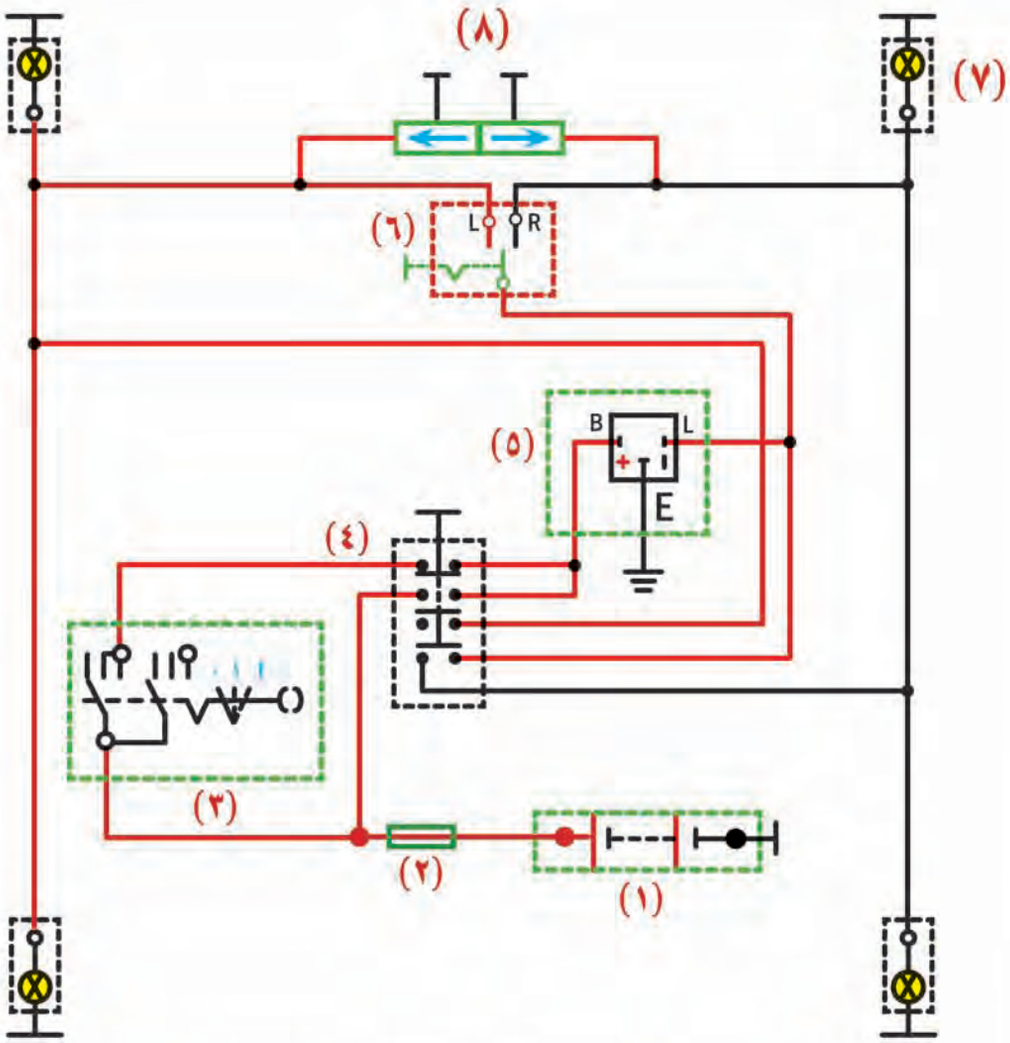
مفتاح يعمل على تشغيل مصابيح الإشارة معًا، ويثبّت على لوحة القيادة، ويستعمل السائق مفتاح الرباعي في الحالات الطارئة، أو في حالة تنبيه المركبات الأخرى بوجود خطر ما، وتركب على لوحة القيادة. انظر إلى الشكل (٣-٤٣) مفتاح الخطر(الرباعي).

الشكل (٣-٤٣): مفتاح الخطر (الرباعي).

مبدأ عمل الدارة

عندما يحرك السائق مفتاح تبديل مصابيح الإشارة إلى أعلى أو أسفل، يمر تيار كهربائي من مفتاح التشغيل إلى مرحل الإشارة عبر نقطة (B)، فتعمل على وصل التيار وفصله بسرعة (٦٠-١٢٠) مرة في الدقيقة، فيضئ مصابيح الإشارة الأمامية والخلفية بشكل متقطع، وحسب وضع مفتاح تبديل (R) أو (L)، فتعمل مصابيح اليمين أو مصابيح الشمال، حيث توصل نقطة المرحل(L) بمفتاح تبديل (L-R)، وتوصل نقطة المرحل (B) بموجب المركم، عَبْر مفتاح التشغيل ونقطة المرحل (E) توصل بسالب المركم.

في حال وجود حالات طارئة، فإن السائق يضغط على مفتاح تشغيل مصابيح الخطر (الرباعي)، فتوصَل مصابيح اليمين والشمال معًا عَبْر المفتاح، ليعمل في آن معًا، وتقطع الإشارة بواسطة المرحل.



الشكل (٣-٤٤) : المخطط الكهربائي .

تدل الأرقام في الشكل (٣-٤٤)، على ما يأتي:

١	المركم	٣	مفتاح التشغيل	٥	مرحل إشارة	٧	مصابيح الإشارة
٢	المصهر	٤	مفتاح تشغيل الرباعي(خطر)	٦	مفتاح تبديل الإشارة	٨	مصابيح بيان الانعطاف على لوحة القيادة

التمارين العملية

التمرين التاسع

بناء دارة مصابيح الإشارة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح الإشارة، وتتعرف مكونات دارة مصابيح الإشارة.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- وحدة الإنارة الأمامية. ٢- وحدة الإنارة الخلفية. ٣- مرحل إشارة. ٤- مفتاح مصابيح الإشارة تبديل (R-L). ٥- لوح تدريب. ٦- المركم.	١- أسلاك توصيل. ٢- شريط عزل كهربائي. ٣- براغي تثبيت.

خطوات الأداء

١- استعمل ضوء الجنب المناسب. انظر إلى الشكل (١).

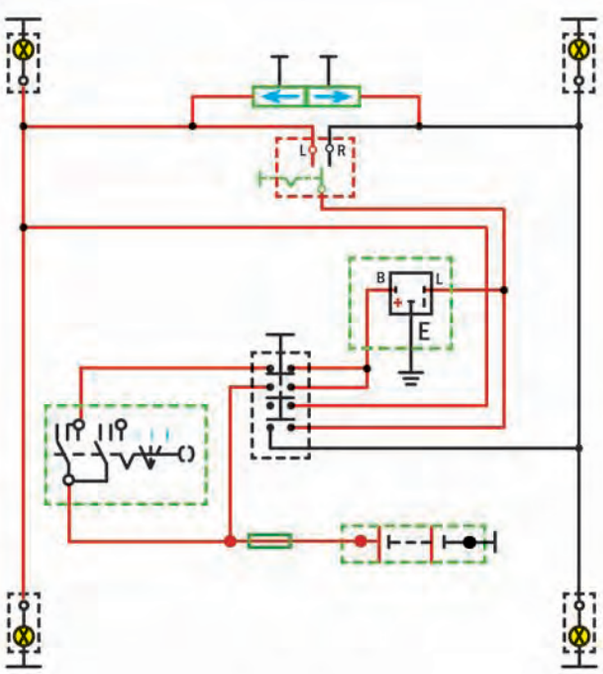
٢- استعمل مفتاح التبديل المناسب. انظر إلى الشكل (٢).

٣- استعمل مرحل الإشارة المناسب. انظر إلى الشكل (٣).

٤- استعمل مفتاح الرباعي المناسب. انظر إلى الشكل (٤).

٥- ضع المركم وأسلاك التوصيل المناسبة. انظر إلى الشكل (٥).

٦-صل الدارة كما في المخطط (٦)، وتحقق من عملها.



الشكل (٦)

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

الشكل (٥)

الأنشطة العملية

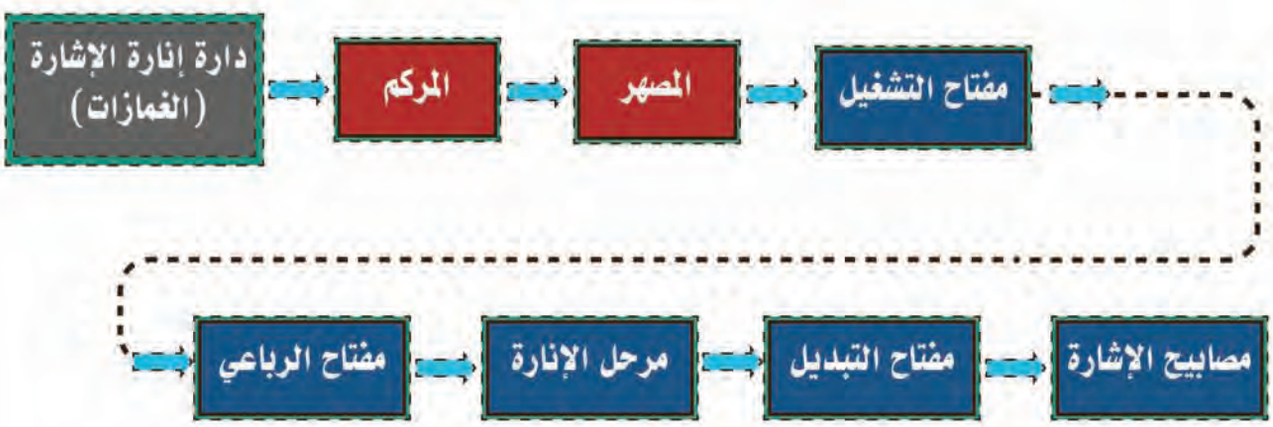
نفذ دارة مصابيح الإشارة، وافحص الدارة مستعملًا جهاز الآفوميتر.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تثبيت ضوء الجنب على لوح التدريب.		
٢	تثبيت مفتاح التبديل على لوح التدريب.		
٣	تثبيت مرحل الإشارة على لوح التدريب.		
٤	توصيل الدارة بالمركم، ثم التأكد من عملها مستعينًا بالمخطط المطلوب.		

الخرائط المفاهيمية



دارة مصباح غرفة القيادة (Cabin lamp Circuit)

تُستعمل هذه الدارة لإنارة غرفة القيادة، وتركب على غرفة القيادة، ويوجد لها مفتاح له ثلاثة أوضاع على النحو الآتي:

١ - وضع (Door)، بحيث تكتمل الدارة فيه الدارة المصباح عَبْرَ ملامسات مثبّتة على باب المركبة.

٢ - وضع (On)، وضع تشغيل، دون الحاجة إلى فتح الباب.

٣ - وضع (Off)، وضع الإيقاف، الذي يوقف عمل المصباح.

مكونات دارة غرفة القيادة:

تتكون الدارة من الأجزاء الآتية:

١ - وحدة الإنارة لغرفة القيادة تحتوي:

أ – مصباح غرفة القيادة.

ب– مفتاح تحكم بوضعية الإنارة.(ON-DOOR -OFF).

٢ - مفتاح الأبواب.

٣ - مصهر.

٤ - المركم.

٥ - أسلاك توصيل.

مفتاح مصباح غرفة القيادة المثبّت على الأبواب

هو ضاغط عكسي يثبّت على زاوية الباب، ووظيفته إكمال الدارة الكهربائية لمصباح غرفة القيادة عند فتح باب المركبة وعددها أربعة. انظر إلى الشكل (٣–٤٥).

الشكل (٣–٤٥): مفتاح مصباح غرفة القيادة المثبّت على الأبواب.

مبدأ عمل الدارة

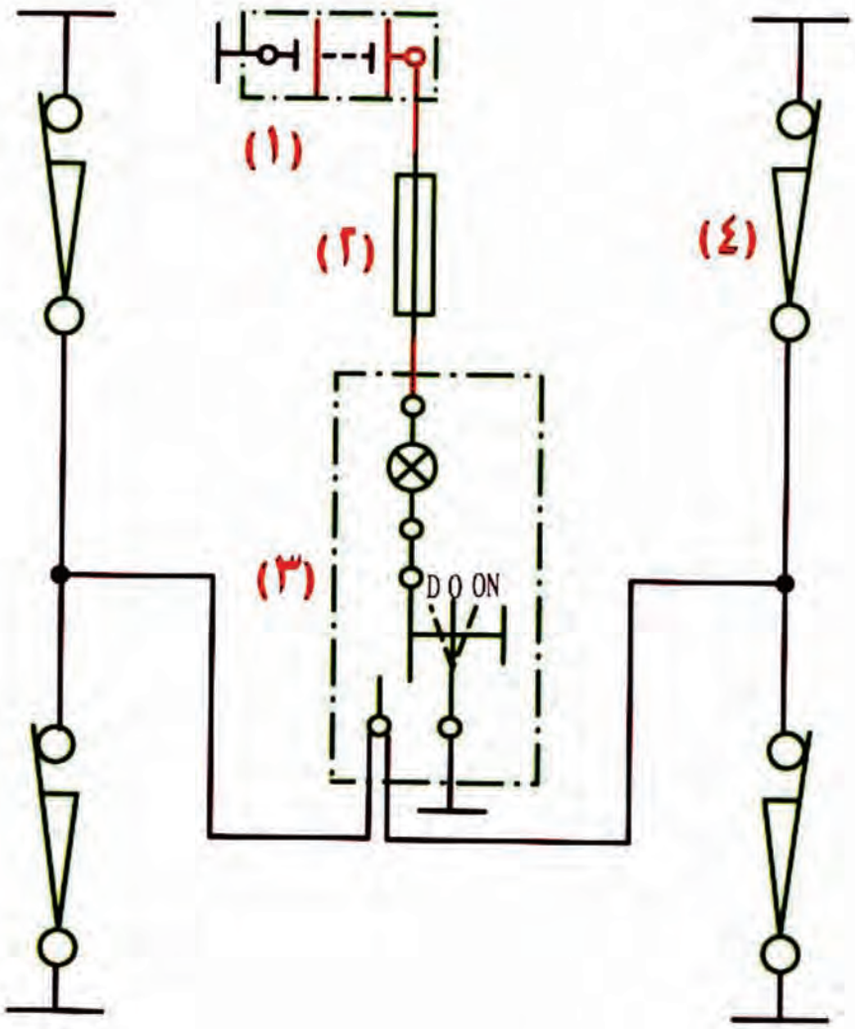
١- عند وضع المفتاح على وضعية (On)، يمر تيار كهربائي من المركم عبر المصهر إلى المصابيح، فالمفتاح الذي يكمل الدارة مع خط سالب (الشصي) فيضيء المصباح.

٢- عند وضع المفتاح على وضعية (Door)، وعند فتح أحد الأبواب، يمر تيار كهربائي من المركم إلى المصهر، ثم إلى مصابيح غرفة القيادة، ثم إلى مفتاح الأبواب (ضاغط العكسي)، المثبّت على الباب ليكمل الدارة مع خط سالب (الشصي) فيضيء المصباح، انظر إلى الشكل (٣-٤٦) الذي يبين مصباح غرفة القيادة.

٣- عند وضع المفتاح على وضعية (off) يفصل التيار الكهربائي عن مفاتيح الأبواب، فتنطفئ المصابيح.

الشكل (٣-٤٦): مصباح غرفة القيادة.

في ما يأتي الشكل (٣-٤٧)، الذي يبين دارة مصباح غرفة القيادة:



الشكل (٣-٤٧): دارة مصباح غرفة القيادة.

تدل الأرقام في الشكل (٣-٤٧)، على ما يأتي:

١	المركم	٣	وحدة إنارة غرفة السائق
٢	المصهر	٤	ضاغط عكسي

التمارين العملية

التمرين العاشر

بناء دارة مصابيح غرفة القيادة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح غرفة القيادة، وتتعرف مكونات دارة غرفة القيادة.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة، والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مفتاح وحدة إنارة غرفة السائق. ٢- مفتاح تشغيل. ٣- صندوق العُدة. ٤- لوح تدريب. ٥- المركم.	١- أسلاك توصيل. ٢- شريط عزل كهربائي. ٣- براغي تثبيت.

خطوات الأداء

١- استعمل وحدة إنارة غرفة السائق المتوافرة. انظر إلى الشكل (١).

٢- استعمل الضاغط العكسي المناسب، انظر إلى الشكل (٢).

٣- ضع المركم وأسلاك التوصيل على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (٣).

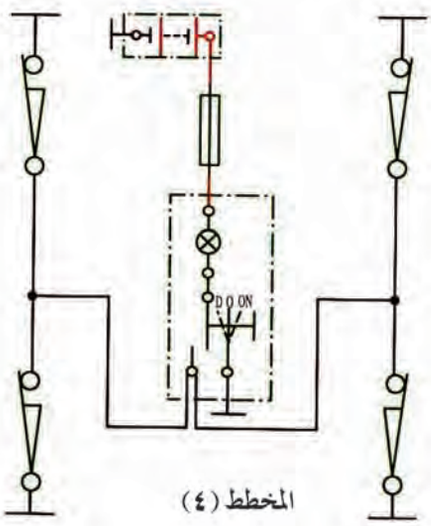
٤-صل الدارة كما في المخطط (٤)، وتحقق من عملها.

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)



المخطط (٤)

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تثبيت وحدة إنارة غرفة السائق على لوح التدريب.		
٢	توصيل الدارة بالمركم، ثم التأكد من عملها، مستعينًا بالمخطط المطلوب.		
٣	تثبيت مرحل الإشارة على لوح التدريب.		
٤	فحص الدارة مستعملًا المركم.		

دارة مصابيح الضباب (Fog Lamps Circuit)

تستعمل هذه الدارة في الظروف الجوية، مثل: (انتشار الضباب الكثيف، وانتشار الغبار، وتساقط الثلوج).

مكونات دارة مصابيح الضباب

١ – مركم.

٢ – مصهر.

٣ – مرحل.

٤ – مصابيح الضباب.

٥ – أسلاك التوصيل.

٦ – مفتاح تشغيل مصابيح الضباب.

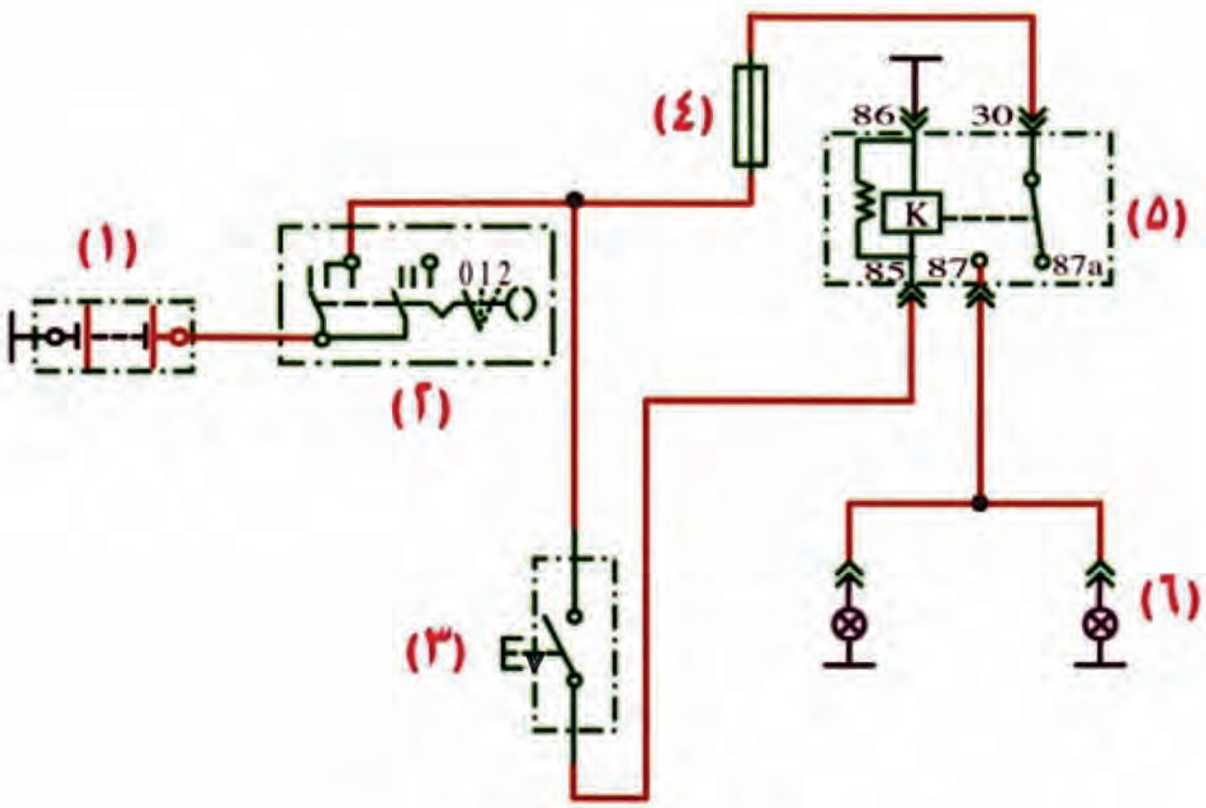
مصابيح الضباب

تحتوى هذه المصابيح فتيلة واحدة، وهي ذات قدرة عالية جدًّا تصل إلى (١٠٠) وات، انظر إلى الشكل (٣–٤٨) الذي يبين بعض أنواع مصابيح الضباب.

الشكل (٣–٤٨): بعض أنواع مصابيح الضباب.

مبدأ عمل الدارة

عند تشغيل السائق مفتاح مصابيح الضباب، يمر تيار كهربائي من مفتاح تشغيل إلى المرحل عبر نقطة (85)، ثم إلى الملف ثم إلى نقطة (86)، فتكتمل الدارة الكهربائية بالشصي فيتكون مجال مغناطيسي فيجذب الملامس إلى نقطة (87)، فيمر تيار عالٍ من المركم إلى نقطة (30)، ثم إلى الملامس ثم إلى نقطة (87)، ثم إلى المصابيح ، فتضيء. و الشكل (٣-٤٩) يبن مخطط الكهربائي لدارة مصابيح الضباب.



الشكل (٣-٤٩): المخطط الكهربائي لدارة مصابيح الضباب

تدل الأرقام في الشكل (٣-٤٩)، على ما يأتي:

١	المركم	٣	مفتاح تشغيل مصابيح الضباب	٥	المرحل
٢	مفتاح التشغيل	٤	المصهر	٦	مصابيح الضباب

التمارين العملية

التمرين الحادي عشر

بناء دارة مصابيح الضباب

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح الضباب، وتتعرف مكونات دارة مصابيح الضباب.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مصابيح الضباب.	١- أسلاك توصيل.
٢- المرحل.	٢- شريط عزل كهربائي.
٣- مفتاح تشغيل المصابيح الضباب	٣- براغي تثبيت.
٤- صندوق العُدة.	
٥- لوح تدريب.	
٦- المركم.	

خطوات الأداء

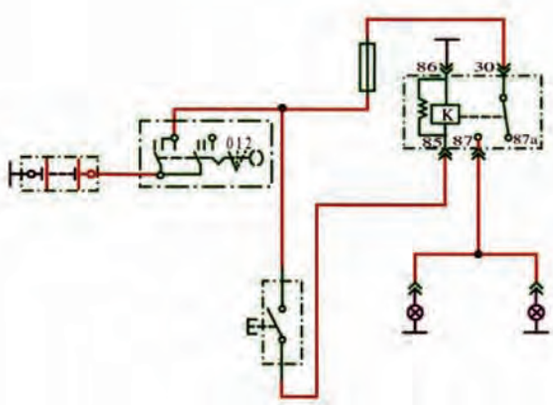
١- استعمل مصابيح الضباب المناسبة. انظر إلى الشكل (١).

٢- استعمل مفتاح تشغيل مصابيح المناسبة. انظر إلى الشكل (٢).

٣- استعمل المرحل المناسب. انظر إلى الشكل (٣).

٤- ضع المركم وأسلاك توصيل على لوحة التدريب. انظر إلى الشكل (٤).

٥- صل الدارة كما في المخطط (٥)، وتحقق من عملها.



الشكل (٥)

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

الأنشطة العملية

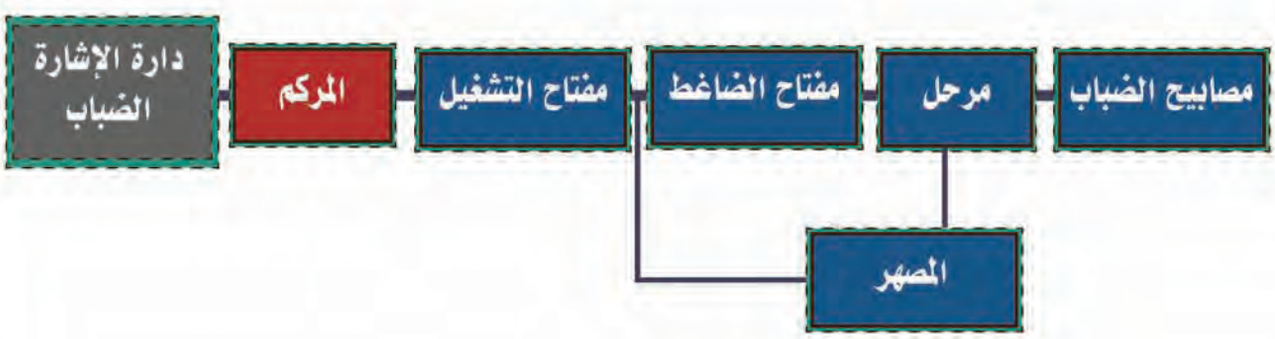
تنفذ دارة مصابيح الضباب، وتفحص الدارة مستعملًا جهاز الأوميتر.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	تثبيت مصابيح الضباب على لوحة التدريب.		
٢	تثبيت مفتاح تشغيل مصابيح على لوحة التدريب.		
٣	تثبيت المرحل على لوحة التدريب.		
٤	توصيل الدارة بالمركم، والتأكد من عملها، مستعينًا بالمخطط المطلوب.		

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين الثاني عشر

بناء دارة المصابيح الأمامية (مصابيح الزنون)

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنفذ دارة مصابيح الزنون، وتتعرف إلى مكونات دارة مصابيح الزنون.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مصابيح الأمامية (الزنون). ٢- محولات (الزنون). ٣- صندوق العُدة. ٤- لوح تدريب. ٥- المركم.	١- أسلاك توصيل. ٢- شريط عزل كهربائي. ٣- براغي تثبيت.

خطوات الأداء

١- ثبّت مصابيح الزنون على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (١).

٢- ثبّت محول زنون على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (٢).

٣- ثبّت المفتاح الإنارة على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (٣).

٤- ضع المركم وأسلاك التوصيل على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (٤)

٥-صِل مكونات الدارة حسب تعليمات الشركة الصانعة، وتحقق من عملها.

الرسم التوضيحي

الشكل (١)

الشكل (٢)

الشكل (٣)

الشكل (٤)

معايرة المصابيح (الأضواء) الأمامية

يتعرض كثير من سائقي المركبات في أثناء قيادة مركباتهم ليلًا على الطرقات إلى صعوبة الرؤية؛ نتيجة ضوء المصابيح الأمامية من المركبات القادمة من الاتجاه الآخر، وكذلك يلاحظون أن مصابيح مركباتهم الأمامية لا تضيء الطريق بصورة واضحة، ذلك الأمر يرجع إلى عدم ضبط إضاءة مصابيح مركباتهم بصورة صحيحة، ومن هنا تبرز أهمية التأكد من ضبط، ومعايرة المصابيح؛ لكي تكشف الطريق بوضوح.

تعدّ معايرة المصابيح الأمامية للمركبة أمرًا مهمًّا، نظرًا لدورها الفاعل في وضوح الرؤية ليلًا، ولكي توفر إنارة لا تؤذي سائقي المركبات الأخرى، وتتم عملية المعايرة باستعمال برغي عيار مركب على وحدة الإنارة الأمامية، حيث يكون هذا البرغي متصلًا بالعاكس، وفيها يحرك العاكس في الاتجاهات الأربعة للحصول على البؤرة المناسبة من جهاز المعايرة، ويوجد في المركبات الحديثة مفتاح يتحكم بشدة الإضاءة في وحدة الإنارة الأمامية، ويركب على لوحة القيادة، انظر إلى شكل (٣-٥٠) الذي يبين برغي المعايرة ومفتاح شدة الإنارة.

الشكل (٣-٥٠): برغي المعايرة ومفتاح شدة الإنارة.

التمارين العملية

التمرين الثالث عشر (أ)

معايرة وضبط إنارة المصابيح الأمامية وضبطها مستعملًا جهاز المعايرة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تعاير إنارة المصابيح الأمامية وتضبطها مستعملًا جهاز المعايرة.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركبة عاملة. ٢- جهاز معايرة المصابيح الأمامية. ٣- صندوق العُدة.	

خطوات الأداء

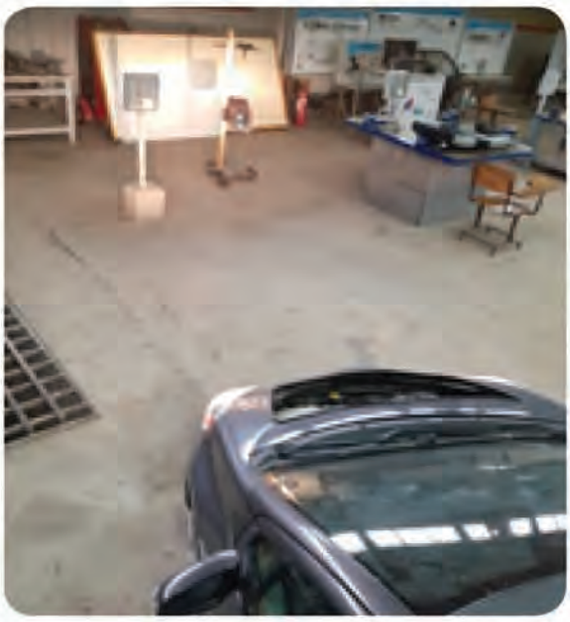
١- ضع المركبة على وضعية مستوية، ثم فرّغ صندوق المركبة من أي حِمْل زائد

٢- اضبط الهواء في الإطارات جميعها على الضغط الصحيح حسب تعليمات الشركة الصانعة.

٣- ضع الجهاز على بعد (٥-٧ متر) من المركبة المراد معايرة مصابيحها، بحيث تكون بؤرة الجهاز مستقيمة ومنتصف المركبة، موازية لبؤرة مصابيح المركبة أفقيًّا (أن تكون بؤرة الجهاز مساوية بالارتفاع عن الأرض لارتفاع بؤرة مصابيح المركبة عن الأرض) انظر إلى الشكل (١).

٤- اضبط الجهاز وتأكد من أنه في وضعية مستقيمة، وذلك مستعينًا بمفتاح ضبط وضعية الجهاز، والنظر إلى الفقاعة الهوائية (ميزان الماء) الموجود على جسم الجهاز؛ حتى تستقر في المكان الصحيح (منتصف التدريج) انظر إلى الشكل(٢).

الرسم التوضيحي



الشكل (١)

الشكل (٢)

خطوات الأداء

٥- أضئ مصابيح المركبة، وانظر إلى انعكاس بؤرة الضوء على اللوحة الداخلية للجهاز انظر إلى الشكل (٣).

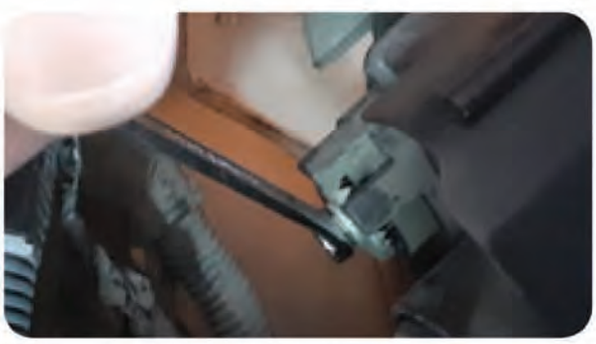
٦- عاير الضوء اليمين أفقيًا وعموديًا حسب الحاجة مستعملًا مفك أو مفتاح مناسب انظر إلى الشكل (٤)

٧- تابع المعايرة حتى تطابق بؤرة الضوء تقاطع الخط الأفقي مع الخط العمودي على لوحة الجهاز الداخلية وتستقر في منتصف التقاطع انظر إلى الشكل (٥)

٨- أعِد الخطوات السابقة لمعايرة الضوء الشمال، انظر إلى الشكل (٦)

الرسم التوضيحي

الشكل (٣)



الشكل (٤)

الشكل (٥)

الشكل (٦)

التمارين العملية

التمرين الثالث عشر (ب)

معايرة إنارة المصابيح الأمامية وضبطها مستعملًا الشريط اللاصق والنقاط المرجعية

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تعاير إنارة المصابيح الأمامية وتضبطها مستعملًا الشريط اللاصق والنقاط المرجعية.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- التقيد بلباس التدريب العملي داخل المشغل، وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات، واستعمالها، وصيانتها، بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استعمال المواد والنظافة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل عضوًا ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.
- الإصغاء جيدًا إلى تعليمات المدرب.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
١- مركبة عاملة. ٢- شريط متري (متر). ٣- صندوق عُدة.	- شريط لاصق.

خطوات الأداء

١- أبقِ المركبة على وضعية مستوية وقريبة من الجدار، مراعيًا وجود مسافة، من: (٥-٧) أمتار فارغة خلف المركبة، ثم فرّغ صندوق المركبة من أي حمل زائد. انظر إلى الشكل (١).

٢- اضبط الهواء في الإطارات جميعها على الضغط الصحيح حسب تعليمات الشركة الصانعة.

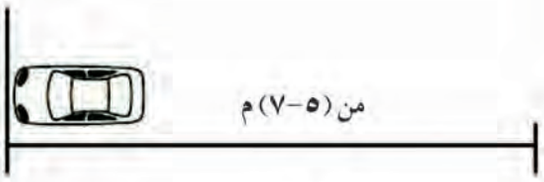
٣- ارسم على الجدار خطًّا عموديًّا من الأرض إلى منتصف المصباح الأمامي، ثم كرر الخطوة للمصباح الثاني مشكلًا المحور (**Y**)، انظر إلى الشكل (٢).

٤- صل بين النقطتين السابقتين بشريط أفقي مشكلًا المحور (**X**)، انظر إلى الشكل (٣).

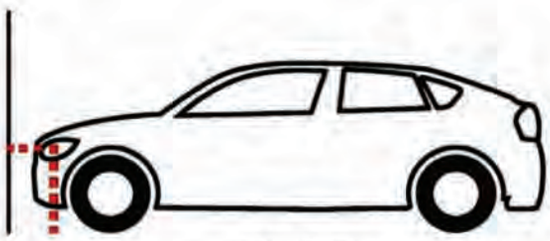
٥- زدْ طول الخطوط العمودية بما يقارب مترًا واحدًا انظر إلى الشكل (٤).

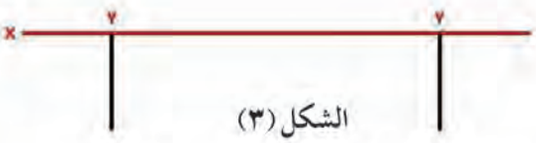
٦- أرجع المركبة بخط مستقيم مسافة (٥-٧) أمتار انظر إلى الشكل (٥).

الرسم التوضيحي

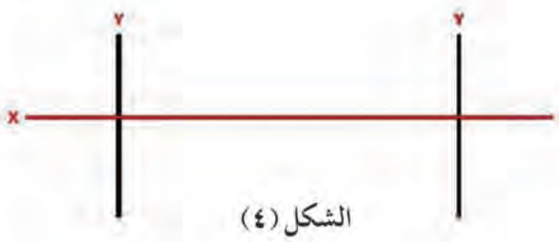


الشكل (١)

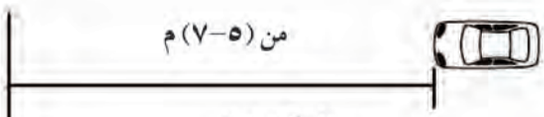

الشكل (٢)



الشكل (٣)



الشكل (٤)



الشكل (٥)

خطوات الأداء

٧- عند إضاءة المصابيح الأمامية يمكن أن تكـون بـؤرة ضـوء المصابيح مختلفة عـن النقـاط المرجعية على محـور (Y,X) التي حُـددت سابقًا بالشريـط اللاصـق. انظـر إلى الشكـل(٦).

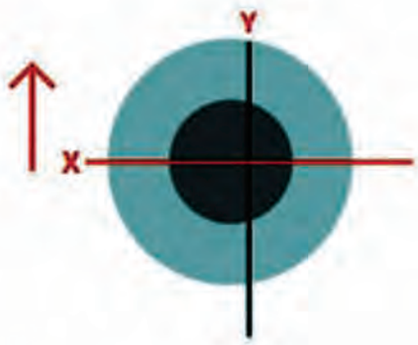
٨- استعمل الأداة المناسب لمعايرة المصباح عـمـوديًّا مستعملًا برغي المعايـرة إلى أعلى وأسفل، حتى يطابق مركز بؤرة الضوء المحور الأفقي (X)، انظر إلى الشكل (٧).

٩- عايـر ضـوء المصبـاح نفسـه أفقيًّا ببرغي المعايرة إلى اليمين والشمال، حتـى يطابـق مركـز بـؤرة الضوء المحـور الأفقـي (Y). انظـر إلى الشكـل(٨).

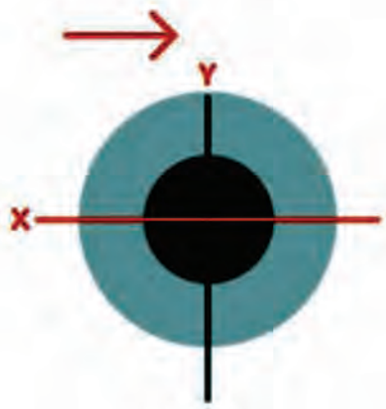
١٠- أعِد الخطوات (٧-٨) للمصباح الآخر، انظر إلى الشكل (٩).

الرسم التوضيحي

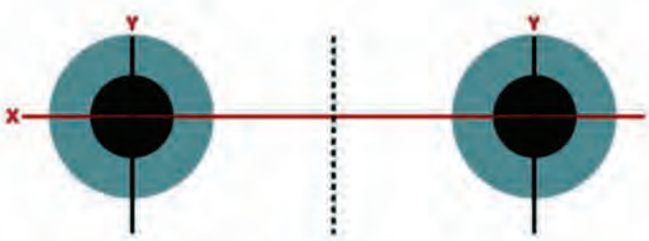
الشكل (٦)



الشكل (٧)



الشكل (٨)



الشكل (٩)

الأنشطة العملية

نفذ تمرين معايرة إنارة المصابيح الأمامية وضبطها مستعينًا بالشريط اللاصق والنقاط المرجعية لمركبة حديثة الصنع.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	نعم	لا
١	وضع جهاز المعايرة على بعد (٥ – ٧ م) من المركبة.		
٢	ضبط الجهاز متأكدًا من أنه في وضعية مستقيمة.		
٣	معايرة الضوء أفقيًّا وعموديًّا حسب الحاجة مستعملًا مفك أو مفتاح مناسب.		
٤	رسم خط عمودي من الأرض إلى منتصف الضوء الأمامي وتكرار الخطوة للضوء الثاني مشكلًا المحور (Y).		
٦	الإيصال بين النقطتين على محور(Y) بشريط أفقي مشكلًا المحور (X).		
٧	زيادة طول الخطوط العمودية بما يقارب (١) متر.		
٨	استعمال الأداة المناسب لمعايرة المصباح عموديًّا مستعملًا برغي المعايرة إلى أعلى وأسفل حتى يطابق مركز بؤرة الضوء المحور الأفقي (X)		
٩	معايرة المصباح أفقيًّا مستعملًا برغي المعايرة إلى اليمين والشمال حتى؛ يطابق مركز بؤرة الضوء بالمحور الأفقي (Y)		

تشخيص أعطال أنظمة الإنارة، وبيان أسبابها، وطرائق إصلاحها

يتعرض نظام الإنارة كغيره من الأنظمة الكهربائية للأعطال الفجائية، يبين الجدول (٣–١) هذه الأعطال،وأسبابها وطرائق إصلاحها.

جدول (٣-١): أعطال أنظمة دارات الإنارة الكهربائية، أسبابها وطرائق إصلاحها.

١ – أعطال دارة المصابيح الأمامية الرئيسة		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة.	– احتراق المصهر. – احتراق المصباح. – تعطل مفاتيح الدارة. – قطع أحد أسلاك الدارة. – قصر أحد أسلاك الدارة. – تلف المرحل.	– استبدال مصهر جديد يحمل القيمة نفسها بالمصهر التالف. – استبدال المصباح. – فك المفاتيح، ثم تنظيفها. – فك المفتاح، ثم إصلاحه، أو استبدال آخر به. – وصل الأسلاك المقطوعة. – تنظيف مقبس المصباح. – استبدال مرحل جديد بالمرحل التالف.
ضعف الإضاءة.	– ضعف المركم. – استعمال أسلاك رفيعة. – اتساخ العاكس والعدسة.	– شحن المركم. – استبدال أسلاك مناسبة بتلك الرفيعة. – تنظيف العاكس والعدسة.
٢ – أعطال دارة الرجوع إلى الخلف		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة.	– احتراق المصهر. – حدوث قطع في الأسلاك. – احتراق المصباح. – تلف المفتاح. – تلف المرحل.	–استبدال مصهر جديد يحمل القيمة نفسها. بالمصهر التالف. – وصل الأسلاك المقطوعة. – استبدال مصباح جديد بالمصباح التالف. – استبدال المرحل.
٣ – أعطال دارة مصابيح الإشارة		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
توقف مصابيح الإشارة عن العمل.	– احتراق المصهر. – احتراق المصابيح . – عدم توصيل المفتاح. – تعطل المرحل. – حدوث قطع في الأسلاك. – تلف مرحل الإشارة.	– استبدال مصهر جديد بالمصهر التالف. – استبدال مصباح جديد بالمصباح التالف. – فك المفتاح، ثم إصلاحه، أو استبدال آخر به. – فك المحل، ثم إصلاحه. – وصل الأسلاك المقطوعة. – استبدال مرحل الإشارة.

إضاءة المصابيح من دون تقطيع الضوء.	– تعطل المرحل.	– إصلاح المرحل، أو استبدال آخر به.
تقطيع التيار عن المصابيح على نحوٍ سريع جدًّا.	– احتراق أحد المصابيح.	– استبدال مصباح جديد بالمصباح التالف.
المصابيح تضيء، ولكن الضوء لا يتقطع.	– عدم توصيل الخط السالب للمركم بأحد المصابيح. – تعطل مرحل الإشارة.	– تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة. – استبدال مرحل الإشارة.
مصابيح الجهة اليمنى تعمل واليسرى لا تعمل.	– تآكل نقاط توصيل المفتاح. – احتراق فتايل مصابيح الجهة اليسرى.	– استبدال مفتاح التبديل. – استبدال مصابيح جديدة.

٤ – أعطال دارة مصابيح التوقف المركبة

العُطْل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة	– احتراق مصهر. – قطع في الأسلاك. – عدم توصيل الخط السالب. – احتراق مصباح. – تلف مفتاح التوقف.	– استبدال المصهر. – توصيل الأسلاك الكهربائية. – التأكد من توصيل خط السالب. – تركيب مصباح جديد. – تركيب مفتاح توقف جديد.

٥– أعطال دارة إنارة غرفة القيادة

العُطْل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة.	– تلف مصباح. – تلف وحدة الإنارة لغرفة القيادة. – مفتاح الأبواب. – تلف مفاتيح الأبواب.	– استبدال المصباح. – استبدال وحدة الإنارة. – استبدال وحدة الأبواب. – استبدال مفاتيح الأبواب.

أنظمة الإنارة الإلكترونية الحديثة في المركبات

كان لتطور الإلكترونيات ودخولها عالم المركبات تأثيرها الفاعل في أنظمة الإنارة، ولاسيما الإنارة الأمامية، فظهرت تقنية المصابيح الأمامية المتكيفة في عام ٢٠٠٣، التي تغير اتجاه المصابيح تلقائيًا حسب مسار المركبة وسرعتها، وكذلك تتغير اتجاه المصابيح حسب الوزن الملقى على نظام التعليق ووحدة التوجيه، من دون حاجة إلى السائق.

١- نظام الرؤية الليلية: هو نظام يزيد من قدرة السائق على الرؤية الليلية أو في الأجواء الصعبة التي لا يمكن رؤيتها عَبْر الأنوار العالية للسيارة. يستعمل النظام حساسات الأشعة تحت الحمراء؛ للكشف عن صور الأجسام التي تصعب رؤيتها في عدم توافر الضوء الكافي للرؤية. ويقسم إلى قسمين:

أ ـ النظام السالب: يستعمل الآت تصوير حرارية؛ للحصول على صور ناجمة من الحرارة المنبعثة من الجسم حسب درجة حرارته.

ب- النظام الموجب: يستعمل مصدر أشعة تحت الحمراء ؛ لتعكس الأجسام أمام المركبة، وتُسجل حساسات الأشعة فوق الحمراء وتعرضه على لسائق. انظر إلى الشكل (٣-٥١).

الشكل (٣-٥١): نظام الرؤية الليلية.

٢- نظام التحكم الموائم في الإضاءة (Adapthve light control): يظبط نظام الإضاءة الأمامية الموائم شدة الإضاءة المنبعثة من الكشافات الأمامية؛ لتوائم حالات القيادة المختلفة، وهذه النظم تؤدي إلى ما يأتي:

أ - ضبط توجيه الأنوار الأمامية لمتابعة انحناءات الطريق، عَبْر تجميع المعلومات من حساس السرعة المركبة، وحساس وضع عجلة القيادة، وحساس مقدار دوران المركبة حول محورها الرأسي.

ب- يوجه شعاع النور عند التقاطعات حسب نية توجيه المركبة.

جـ- يغير الضوء من النور العالي للمنخفض تلقائيًا حسب حالة الطريق من أمطار، أو ضباب، أو وجود مركبة في الاتجاه المعاكس.

د- رفع الأنوار العالية وخفضها في الحالات الآتية:

١. عند السرعات العالية، ويخفضها ذاتيًا عند السرعات البطيئة لمواءمة الحركة داخل المدن وخارجها.

٢. تغير ارتفاع الأنوار عند تغير توزيع الأحمال، مثل: تحميل المركبة بالأشخاص، أو المعدات، أو في أثناء التعجيل، أو التباطؤ.

٣. السير على طرق فيها ارتفاعات وانخفاضات، حيث يوفر النظام الإضاءة اللازمة للتغلب على تلك الظروف.

الشكل (٣-٥٢): نظام التحكم عند المفترقات الطرق.

إن معظم تلك الأنظمة تستعمل محركًا كهربائيًّا لضبط اتجاه الأنوار الأمامية، بعض الأنظمة تعتمد على إضاءة مصادر أخرى للأنوار بأماكن واتجاهات مختلفة، أو استعمال عاكسات لتوجيه الأشعة، ويضاف إليها إضاءة جانبية، التي تضاف ذاتيًّا عندما تكون السرعة أعلى من (٧٠) كم/ساعة، لتحسين رؤية جانبي المركبة، كما في الشكل (٣-٥٣).

الشكل (٣-٥٣): نظام التحكم بالإنارة عند مقابلة مركبة أخرى على الطريق.

٣-نظام التنبيه عبر المصابيح الخلفية: ظهرت في الآونة الأخيرة تقنية جديدة في بعض المركبات وهي عبارة عن نظام تنبيه عبر المصابيح الخلفية، مثل: مضاعفة شدة الضوء في المواقف الخطرة، وإضاءة المكان بحجم المركبة في أثناء الاصطفاف، مما يسهل عملية الاصطفاف، وتنبيه السائقين، بالإضافة إلى أن بعض المصابيح قادرة على رسم إشارات أو كتابة عبارات مقروءة ومفهومة، انظر إلى الشكل (٣-٥٤) نظام التنبيه عبر المصابيح الخلفية.

الشكل (٣-٥٤): نظام التنبيه عبر المصابيح الخلفية.

١: ضع إشارة (✓) قبل العبارة الصحيحة، وإشارة (X) قبل العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

١- ( ) تركب مصابيح الرجوع إلى الخلف في مقدمة المركبة.

٢-( ) تركب المصابيح الأمامية الرئيسة في مقدمة المركبة.

٣- ( ) مرحل الإشارة هو أحد مكونات دارة مصابيح الإشارة.

٤- ( ) تُستعمل مصابيح ذات الفتيلتين (الشَّعْرتين) في دارة المصابيح الإشارة.

٥- ( ) يستعمل المرحل في المركبات لحماية الحمل الكهربائي من مرور تيار عالٍ.

٢ -اختر رمز الإجابة الصحيحة ممّا يأتي:

(١) يُصنَع السلك المستعمل في المصابيح المفرغة من مادة:

أ) الحديد جـ) النحاس

ب) التنجستون د) الفضة

(٢) تبلغ قيمة تيار المصهر أصفر اللون:

أ) ٢٥ أمبير جـ) ٣٠ أمبير

ب) ٢٠ أمبير د) ١٠ أمبير

(٣) قدرة مصابيح الضباب تصل إلى:

أ) (١٠٠) واط جـ) (٦٠) واط

ب) (١٥٠) واط د) (٥٠) واط

(٤) من مكونات دارة مصابيح الإشارة:

أ) مرحل الإشارة جـ) مفتاح تبديل (منخفض/مرتفع)

ب) مرحل د) مصباح ذو الفتلتين (ذو الشعرتين)

(٥) يثبّت مفتاح تشغيل الرجوع إلى الخلف في:

أ) في أسفل دواسة الكابح　　جـ) علبة المصهرات

ب) في صندوق السرعات　　د) لوحة القيادة

٣ – تصنف المصابيح الكهربائية المستعملة في المركبات حسب التركيب إلى خمسة أنواع. اذكرها.

٤ – تصنف المصابيح الكهربائية من حيث الاستعمال إلى ستة أنواع، اذكرها.

٥ – تتكون المصابيح الأمامية من ثلاثة أجزاء رئيسة. اذكرها.

٦ – ما وظيفة كل من الأجزاء الآتية في نظام الإنارة في المركبة:

١ – مرحل الإشارة؟　　٣ – مفتاح تبديل الإشارة (L-R)؟

٢ – مفتاح تبديل (منخفض/مرتفع)؟　　٤ – مفتاح المصابيح الرئيس؟

٧ – لمفتاح الإنارة الرئيسة أوضاع عدة اذكرها.

٨ – ما وظيفة كل جزء من الأجزاء الآتية:

١ – المصهر ؟　　٢ – المرحل؟

٩ – اذكر أنواع المرحلات حسب تلامسها.

١٠ – اذكر أنواع المصهرات.

١١ – عدد مكونات دارة مصابيح توقف المركبة.

١٢ – عدد مكونات دارة الرجوع إلى الخلف.

١٣ – ارسم المخطط الكهربائي لدارة مصابيح الرجوع إلى الخلف.

١٤ – اشرح مبدأ عمل دارة مصابيح المكابح.

١٥ – اشرح مبدأ عمل دارة الرجوع إلى الخلف.

١٦ – ارسم المخطط الكهربائي لدارة مصابيح الضباب.

١٧ – اذكر مكونات دارة مصابيح الضباب.

١٨ – اشرح مبدأ عمل دارة الإنارة الخافتة.

١٩ – اشرح مبدأ عمل دارة غرفة القيادة.

١٩ – اذكر مكونات دارة إنارة المصابيح الأمامية ذات المرحلات.

٢٠- اشرح مبدأ عمل دارة إنارة المصابيح الأمامية ذات المرحلات.

س٢١- أين يثبّت مفتاح تشغيل المكابح في المركبة؟

س٢٢- أين توصل كل من الأطراف الآتية في مرحل الإشارة:

أ - B-:؟ جـ- L:؟

ب- E:؟

٢٣- اذكر أعطال دارة المصابيح الأمامية الرئيسة.

٢٤- اذكر الأسباب المحتملة لكل من الأعطال الآتية:

أ -انعدام الإضاءة في دارة التوقف والرجوع إلى الخلف.

ب- توقف مصابيح الإشارة عن العمل.

٢٥- اذكر مكونات مصابيح التفريغ الغازية (الزنون).

٢٦- ارسم دارة مصباح غرفة القيادة.

٢٧- ما الأمور التي ينبغي للسائق مراعاتها عند معايرة المصابيح الأمامية؟

٢٨- ما أهمية استعمال دارة الرجوع إلى الخلف في المركبة؟

٢٩ – اذكر خطوات معايرة المصابيح الأمامية.

٣٠- اذكر أنواع المصابيح التي تُستعمل في أنظمة الإنارة الإلكترونية الحديثة في المركبات.

٣١- عدد استعمالات ثنائي الباعث الضوئي(L.E.D) في دوائر الإنارة في المركبات الحديثة.

٣٢ – اشرح مبدأ عمل نظام الرؤية الليلية في المركبات الحديثة.

٣٣– عدد الحالات التي يتم خفض الأنوار العالية أو رفعها في المركبات الحديثة، وعدد أسبابها.

س٣٤- ما الفرق بين المصابيح الهالوجينة ومصابيح التفريغ الغازية (الزنون)؟

س٣٥- ما هي مصابيح ثنائي الباعث الضوئي (L.E.D)؟ اذكر مميزاتها.

Adaptive Light Control	نظام التحكم الموائم للإضاءة
Alkaline Batteries	المراكم القلوية
Alternating Current	التيار المتناوب
Analogue	تناظري
A.V.O Meter	جهاز قياس الجهد ، والتيار ، والمقاومة
Battery	المركم
Battery Capacity	سعة المركم
Battery Case	غلاف المركم
Battery Storage	تخزين المراكم
Battery Terminals	أقطاب المركم
Bulbs	المصابيح
Braking Switch	مفتاح التوقف (الفرامل)
Braking Bulbs	مصابيح التوقف (الفرامل)
Carbon Resistors	المقاومات الكربونية
Car Electrical Wire	الأسلاك الكهربائية في المركبات
Conductive Materials	المواد الموصلة
Connecting terminals	أطراف التوصيل
Cylindrical Resistors	المقاومات الأسطوانية
Digital	رقمي
Direct Current	التيار المباشر
Direct Voltage	الجهد المباشر
Discharge Bulbs Gas	مصابيح التفريغ الغازية
Driver Room Lamps	مصابيح غرفة القيادة

Electrical Current	التيار الكهربائي
Electrical Voltage	فرق الجهد الكهربائي
Electrical Resistance	المقاومة الكهربائية
Electrolyte	محلول المركم الحامضي
Film Resistors	المقاومات السطحية
Fixed Resistors	المقاومات الثابتة
Fog Lamps	مصابيح الضباب
Front Light	المصابيح الأمامية
Fuses	المصهرات
Grid Plates	الألواح الشبكية
Halogen Bulbs	مصابح هالوجينية
Head Light Switch	مفتاح الإنارة الرئيس
Hydrometer	جهاز فحص محلول المركم (الهيدروميتر)
Inret–Gas Filled Bulbs	المصابيح المملوءة بالغاز الخامل
Insulating Materials	المواد العازلة
Junction Cells	وصلات الخلايا
Lead–Acid Batteries	المراكم الرصاصية
Light	ضوء
Light indicator	مصباح مبين
Load	الحِمْل
Lithium–Ion Batteries	مركم ليثيوم ايون
Negative Plate	الألواح الشبكية السالبة
Nickel– Cadmium Battery	مركم نيكل – كاديوم
Nickel– Iron Battery	مركم نيكل – حديد
Non – Service Batteries	مراكم غير قابلة للصيانة

Parallel Connection	التوصيل على التوازي
Positive Plates	الألواح الشبكية الموجبة
Parking Bulbs	المصابيح الخافتة
Reversing Switch	مفتاح الرجوع إلى الخلف
Reversing Bulbs	مصابيح الرجوع إلى الخلف
Relays	المرحلات
Semi Conductive Materials	المواد شبه الموصلة
Series Connection	التوصيل على التوالي
Separators	الألواح العازلة
Specific Gravity	الوزن النوعي
Surface Resistance	المقاومات السطحية
Thermal Resistance	المقاومات الحرارية
Vacuum Bulbs	المصابيح المفرغة
Variable Resistance	المقاومات المتغيرة
Vrms	القيمة الفعالة للجهد
Wave Length	طول الموجة
Wire Resistance	المقاومات السلكية

تم بحمد الله