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: 8–5 / 4617304 فاكس 4637569

ص.ب: (1930) الرمز البريدي: 11118 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 (2020/17)، تاريخ 2020/5/4م، بدءًا من العام الدراسي2021/2020م.

حقوق الطبع جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمان – الأردن ص ب: (1930)

الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(2371/7/2020)

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: م. محمد عبداللطيف أبو رحمة — راجعها: م. عاهد حامد العطوي

الطبعة الأولى 1441هـ/ 2020م

أعيدت طباعته 2021 – 2022م

منهاجي
متعة التعليم الهادف

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	
المسوغات	9
إرشادات الطلبة	10
الوحدة الأولى: أساسيات الكهرباء	13
أولًا: المفاهيم الأساسية في الكهرباء	16
العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي	19
الدارة الكهربائية البسيطة	24
قانون أوم	48
القدرة والطاقة الكهربائية	50
التمرين الأول: تعرَّف العُدَد والأدوات المستخدمة في مشغل كهرباء المركبات	54
التمرين الثاني: توصيل مجموعة من المقاومات: (على التوالي، على التوازي، مركب)، وقياس قيمة المقاومة المكافئة	58
التمرين الثالث: التحقق من قانون أوم	61
ثانيًا: أجهزة القياس	64
التمرين الرابع: استعمال جهاز الأفوميتر التناظري لقياس المقاومة	77
التمرين الخامس: استعمال جهاز الأفوميتر التناظري لقياس فرق الجهد الكهربائي	81
التمرين السادس: استعمال جهاز الأفوميتر التناظري لقياس التيار	85
التمرين السابع: تعرَّف الأسلاك وطرائق توصيلها ولحامها	88
القياس والتقويم	92
الوحدة الثانية: مصدر الطاقة الكهربائية (البطاريات)	95
أولًا :أنواع البطاريات، خصائصها وتركيبها	98
التمرين الأول: نزع البطارية من المركبة	118
التمرين الثاني: فحص مستوى المحلول داخل البطاريات	121

الموضوع	الصفحة

التمرين الثالث: قياس كثافة محلول البطاريات 124
التمرين الرابع: فحص فولتية البطارية 128
التمرين الخامس: شحن البطارية شحنًا بطيئًا 131
التمرين السادس: شحن البطارية شحنًا سريعًا 136
التمرين السابع: فحص البطارية عند التحميل 141
التمرين الثامن: تشخيص أعطال البطاريات وتصليحها 145
ثانيًا: توصيل البطاريات (التوالي، التوازي) والخصائص الفنية للبطاريات 149
التمرين التاسع: توصيل البطاريات على التوالي وعلى التوازي 162
ثالثًا: استخدام الأجهزة الحديثة في فحص البطاريات واكتشاف الأعطال 165
التمرين العاشر: استخدام جهاز قارىء البيانات الفنية في فحص البطارية 169
القياس والتقويم 173
الوحدة الثالثة: أنظمة الإنارة في المركبات 175
أولًا: المصابيح المستخدمة في المركبات 178
التمرين الأول: تحديد مواقع المصابيح في المركبة 193
التمرين الثاني: نزع المصابيح الأمامية والخلفية وإعادة تركيبها 196
ثانيًا: أنظمة الإنارة في المركبات وتوصيلاتها 201
المصهرات المستخدمة في المركبة 202
المرحلات 208
دارات الإنارة في المركبات 213
دارة الإنارة الأمامية الرئيسة 213
دارة إنارة مصابيح توقف المركبة 216
دارة إنارة الرجوع إلى الخلف 218
دارة الإنارة الخافتة 220

الموضوع	الصفحة

دارة مصابيح الإشارة (الغمازات) 222
مفتاح تشغيل مصابيح الخطر (الرباعي) 223
دارة مصابيح غرفة القيادة 225
دارة مصابيح الضباب 228
معايرة المصابيح (الأضواء) الأمامية 230
تشخيص أعطال أنظمة الإنارة، وبيان أسبابها وطرائق علاجها 231
أنظمة الإنارة الإلكترونية الحديثة في المركبة 233
التمرين الثالث: نزع المصهرات من صندوق المصهرات، وتفقدها وفحصها وإعادة تركيبها 237
التمرين الرابع: نزع المرحلات وفحصها وتحديد صلاحيتها 240
التمرين الخامس: بناء دارة المصابيح الأمامية ذات المرحلات 243
التمرين السادس: بناء دارة مصابيح التوقف 246
التمرين السابع: بناء دارة الرجوع إلى الخلف 249
التمرين الثامن: بناء دارة الإنارة الخافتة 252
التمرين التاسع: بناء دارة مصابيح الإشارة 255
التمرين العاشر: بناء دارة مصابيح غرفة القيادة 258
التمرين الحادي عشر: بناء دارة مصابيح الضباب 260
التمرين الثاني عشر: بناء دارة المصابيح الأمامية (مصابيح الزنون) 263
التمرين الثالث عشر: معايرة المصابيح الأمامية وضبطها بواسطة جهاز المعايرة 265
التمرين الرابع عشر: معايرة إنارة المصابيح الأمامية وضبطها بالشريط اللاصق والنقاط المرجعية 268
القياس والتقويم 272
مسرد المصطلحات 275
قائمة المراجع 278

منهاجي
متعة التعليم الهادف

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيّدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، أمّا بعد، فانطلاقًا من رؤية وزارة التربية والتعليم، وانسجامًا مع أهدافها بتطوير التعليم، جاء تطوير منهاج كهرباء المركبات 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، ولكي يتواصلوا 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 (البطاريات)، 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 خصوصًا 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 يحتاج إليها 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)، مرحلة 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 إيجاد حلول مبتكرة للمشكلات التي تواجههم، واتخاذ القرار الصحيح بشأنها عند مزاولتهم المهن في الحياة العملية.

بهذا التخصص، نسعى إلى غرس مبادي ء العمل، وقيمه، واحترامها لدى الطلبة، وَفْقًا لتعاليم الدين 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 قادرين 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:

1- 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؟

2- 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؟

3- 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 ستُستخدم في التمرين؟
- هل استُعملت مصادر المعلومات المتوافرة جميعها؟
- هل التزمت متطلبات السلامة؟

4- 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 في النتائج التي توصّل إليها.

من الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

هل اخترت التسلسل الصحيح لإنجاز المهمة؟

5- 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؟

6- 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:

1- احترام المواعيد.

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

3- الصدق والأمانة في تشخيص الأعطال وتقدير حجم العمل.

4- احترام خصوصيات الزبائن وممتلكاتهم عند العمل في المنازل المسكونة.

5- تجنب الممارسات المدمرة للبيئة أو الضارة بالمجتمع.

6- تجنب الرشوة، والمنافسة غير الشريفة.

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

1 الوحدة الأولى

أساسيات الكهرباء

المحاور الفرعية

أولًا: المفاهيم الأساسية في 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.

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 يحتاجون إليها، كانوا يحرقون الأخشاب أو الفحم أحيانًا طلبًا للدفء، وطهو الطعام، إلا أن الأمور تغيرت بعد اختراع الكهرباء، حيث أتيحت صناعة الطاقة في مكان واحد، ثم نقلها مسافات طويلة، وأتيح تشغيل السيارة بالطاقة بوساطة 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 ثَمَّ؛ أصبح ترشيد استعمالها ضرورة ملحة؛ فقد أمر الدين الإسلامي بعدم التبذير؛ وترشيد استهلاك الطاقة حفاظًا عليها، وجني فوائد كثيرة تعود على الفرد والمجتمع إذا رُشّد استهلاك الطاقة حسب الأصول.

البادئات القياسية في النظام العالمي للوحدات (SI)

تُستخدم 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^{12}	تريليون

أساسيات الكهرباء

أولًا: المفاهيم الأساسية في الكهرباء

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تبني دارات التيار المستمر، وتقيس متغيراتها.
- تستعمل جهاز الأفوميتر.

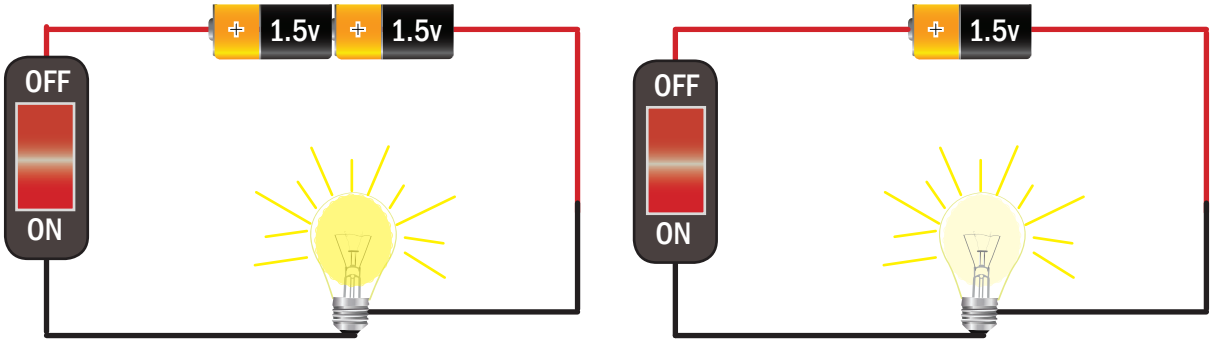
المفاهيم الأساسية في الكهرباء

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

استكشف

العلاقة بين فرق الجهد والتيّار الكهربائي

لو كانت لديك دارة كهربائية بسيطة مكونة من: مصباح، وبطارية، وأسلاك توصيل، ومفتاح كهربائي كما في الشكل (1–1)، ماذا تتوقع أن يحصل لو أضفنا بطارية أخرى إلى الدارة؟



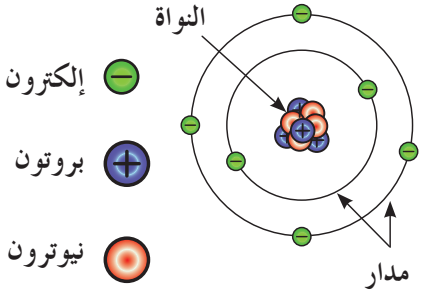
الشكل (1–1): دارة كهربائية بسيطة.

لعلك لاحظت أن إنارة المصباح أصبحت أقوى عندما أضفنا بطارية أخرى، ما يدل على أن شدة التيار الكهربائي المار في الدارة قد ازدادت، 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.

اقرأ.. وتعلم

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

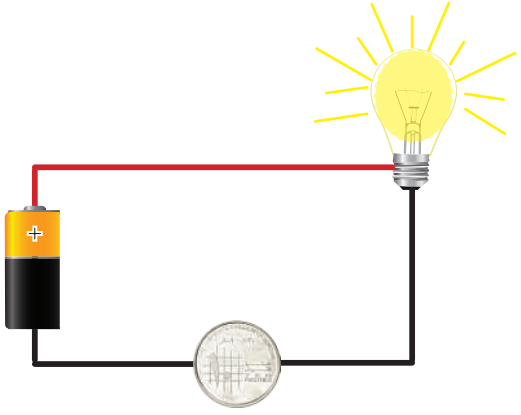
تُعدّ الذرة أصغر جزء في المادة حيث، وتتشكل الذرة من الشحنات السالبة (الإلكترونات)، التي تدور حول نواة موجبة الشحنة في المركز، وتكون الذرة متعادلة الشحنة بحالتها الطبيعية، وتصبح الذرة مشحونة بشحنة موجبة إذا فقدت إلكترونًا أو أكثر، وتسمى الذرة المشحونة بشحنة موجبة (أيونًا موجبًا)، وتصبح الذرة سالبة الشحنة، 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 (1–2) مكونات الذرة.



الشكل (1–2): مكونات الذرة.

المواد الموصلة للكهرباء (Conductive Materials)

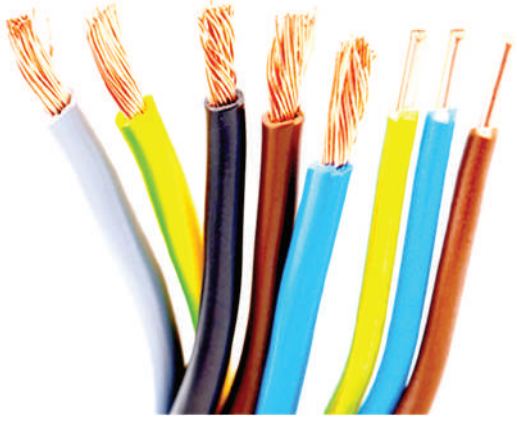
هي تلك المواد التي يمكن للإلكترونات في المدار الخارجي فيها أن تتحرر من ذراتها وتتحرك حركة عشوائية بين الذرات، وإذا تعرضت لفرق جهد، كوّنت الإلكترونات تيارًا كهربيًّا، أي أن المواد الموصلة، هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عَبْرَها كما في الشكل (1–3)؛ لأن هذه المواد تحتوي عددًا كبيرًا من الإلكترونات 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 يستخدم 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(1–3): المواد الموصلة تسمح بمرور التيار الكهربائي عَبْرَها.

المواد العازلة للكهرباء (Insulating Materials)

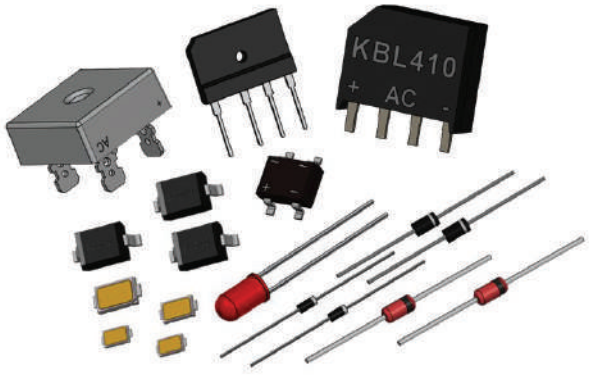
مادة لا تسمح للتيّار الكهربائي بالمرور عَبْرَها، لذا؛ تُعزل الأسلاك الكهربائية بالمواد العازلة كما في الشكل (1–4)، ومن أشهر المواد العازلة للكهرباء: الخشب، والبلاستيك، والمطاط، والهواء، فلا يمكن أن تجد حبلًا أو خيطًا مستعملًا لتوصيل التيار الكهربائي في دارة كهربائية، حيث إن الحبل والخيط مصنوعان من مواد 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 الأكبال الكهربائية وحمايتها، وتُستخدم في صناعة المفاتيح الكهربائية، وعزل ملفات المحركات الكهربائية، وغيرها كثير من الاستعمالات المهمة 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 استخدامًا في صناعة المواد العازلة للكهرباء؛ لأنها عازلة جيدة للكهرباء، وعازلة جيدة للماء والرطوبة، ولديها استقرار كيميائي جيد ، ومقاومة للتآكل، و تُستخدم مادة البولي أثيلين التشابكي (**Cross Linked Poly- Ethylene**)(**X.L.P.E**)، في عزل الأكبال الكهربائية من الخارج ؛ لحماية الإنسان من الصعقات الكهربائية.



الشكل(1–4): أسلاك كهربائية معزولة.

المواد شبه الموصلة (Semi-conductive Materials)

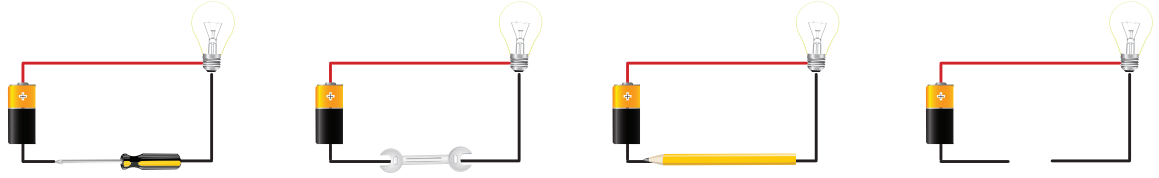
هي المواد التي تكون عازلة عند درجة حرارة الصفر المطلق، كلما ارتفعت درجة حرارتها، تخلّت عن عازليتها، من أهم المواد شبه الموصلة: السيلكون والجرمانيوم، وقد استُفيد من المواد شبه الموصلة في صناعة الإلكترونيات، مثل: الترانزستور، والخلايا الشمسية، والثنائيات (Diode)، والثنائيات الباعثة للضوء (LED)، كما في الشكل (1–5)، وتُعدّ ألواح الطاقة الشمسية من أهم مجالات استعمال المواد شبه الموصلة، حيث تحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.



الشكل(1–5): قطع إلكترونية مصنوعة من المواد شبه الموصلة للكهرباء.

فكّر

أي مصباح سيضيء من المصابيح الآتية؟ لماذا؟



(أ) (ب) (جـ) (د)

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.

الدارة الكهربائية البسيطة

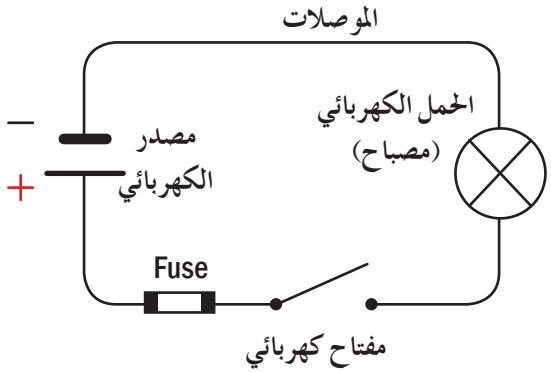
تتكون الدارة الكهربائية في أبسط صورها من المكونات الأساسية الآتية:

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

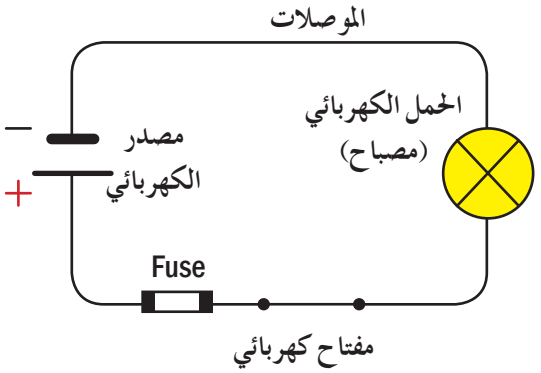
2- الحِمْل الكهربائي (**Electrical Load**): يمثل جميع الأجهزة الكهربائية التي تستهلك الطاقة الكهربائية، وتحولها إلى طاقات أخرى مفيدة ونافعة، مثل: (المصباح، والتلفاز، والثلاجة، والمحركات الكهربائية، أنظمة الإنارة في المركبة، أنظمة الصوتيات في المركبة، وغيرها).

3- 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.

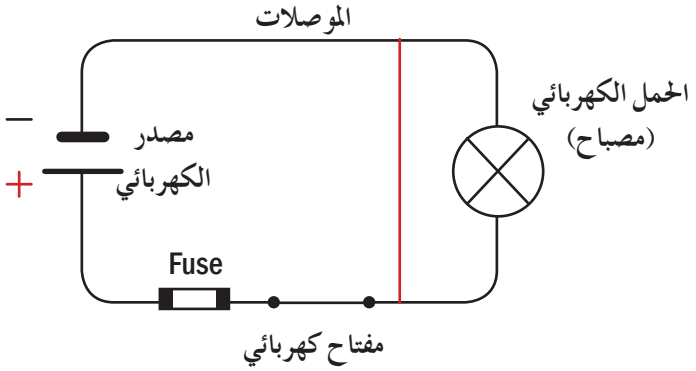
وتكون الدارة الكهربائية مغلقة كوْن جميع عناصر الدارة موصولة ببعضها بالموصلات الكهربائية، بحيث يمر التيار الكهربائي في الدارة المغلقة وهي تؤدي وظيفتها، وتكون الدارة مفتوحة عندما ينقطع اتصال أحد مكوناتها ويمنع مرور التيار الكهربائي عَبْرها، ويمكن إضافة مفتاح للدارة؛ لفتح الدارة أو إغلاقها، وتكون الدارة 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 (1-6/أ) الدارة الكهربائية البسيطة المفتوحة، ويبين الشكل (1-6/ب) الدارة الكهربائية البسيطة المغلقة، كما يبين الشكل (1-6/جـ): دارة كهربائية بسيطة في حالة القصر (**Short**).



الشكل (1–6/أ): الدارة الكهربائية البسيطة المفتوحة.



الشكل (1–6/ب): الدارة الكهربائية البسيطة المغلقة.



الشكل (1–6/جـ): دارة كهربائية بسيطة في حالة القصر.

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 (1) فولت، يساوي (1) جول من الشغل لكل (1) كولوم من الشحنة، وينتج من 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 (1) أمبير، عبر موصل مقاومته (1) أوم، و يُمكن التعبير عنها أيضًا بوحدة (جول/كولوم)، ويتم الحصول على الفولتية من مصادر عدة، مثل:

1- المصادر الكيميائية مثل البطاريات الجافة، والبطاريات السائلة (بطاريات المركبات): حيث تُنتَجُ الطاقة الكهربائية من التفاعلات الكيميائية في هذه البطاريات.

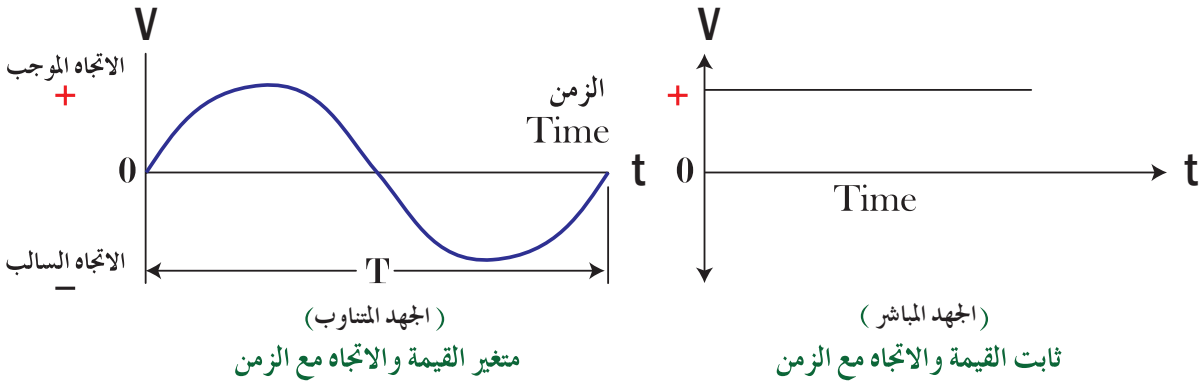
2- المصادر الطبيعية، مثل: الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الجوفية، والطاقة الحركية لمياه السدود، والأنهار، والبحار، والشلالات.

3- الطاقة النووية: تُنتَجُ الكهرباء من المفاعلات النووية.

ويتوافر الجهد الكهربائي بنوعين رئيسين، هما:

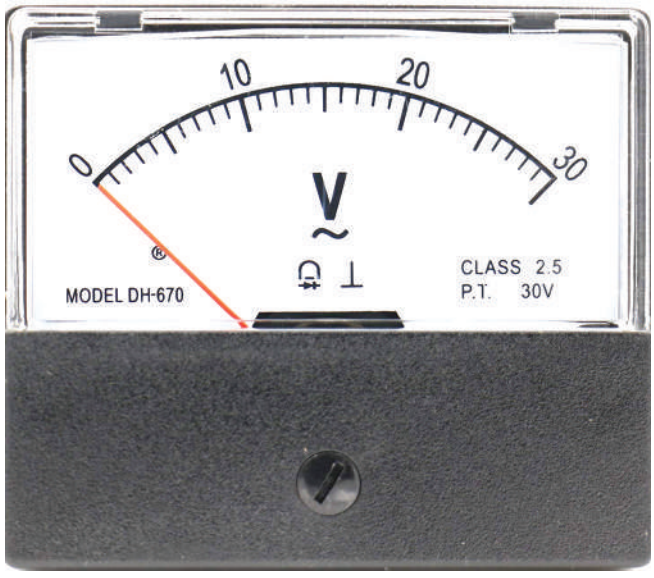
1- الجهد الكهربائي المباشر (**Direct Current Voltage**): هو الجهد الذي له قيمة ثابتة مع الزمن، أو هو الجهد الكهربائي الذي ينتج عنه تيار مباشر، وتكون قيمة تردده صفرًا، ويرمز إليه بالرمز (**DCV**).

2- 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 (1-7) مقارنة بين منحنى الجهد الكهربائي المتناوب، والجهد الكهربائي المباشر.



الشكل (1-7): 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 الفولتميتر على التوازي في الدارة المراد قياس الجهد عليها، ولكي لا يؤثر جهاز القياس في الدارة الكهربائية، يجب أن تكون مقاومة الفولتميتر 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 (1–8)، أحد أجهزة الفولتية (الجهد الكهربائي).



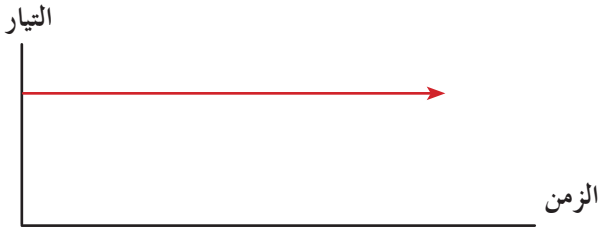
الشكل (1–8): جهاز قياس الفولتية المتناوبة (الفولتميتر).

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 (1 كولوم)، تمر في موصل في زمن مقداره (1 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 بوساطته المركبات، أما النوع الآخر(التيار المتناوب)، فيُستخدم في المنازل والمباني ولا يستخدم 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 البطاريات ذات الجهد العالي.

1- **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 (1–9)، منحنى التيار المستمر مع الزمن.



الشكل (1–9): منحنى التيار المستمر.

يظهر التيار المستمر في عديدٍ من التطبيقات المنخفضة الجهد، خصوصًا تلك التي تعمل بالبطاريات التي تولد تيارًا مستمرًّا 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 البطارية)، وتُقسّم مصادر التيّار الكهربائي المستمر أربعة أقسام، هي:

أ – **البطاريات (البطاريات)**: حيث تُنتج الطاقة الكهربائية من التفاعلات الكيميائية.

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

جـ- **التقويم (التوحيد) (Rectification)**: وهي دارات كهربائية تحوّل التيّار المتناوب إلى تيّار مستمر.

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

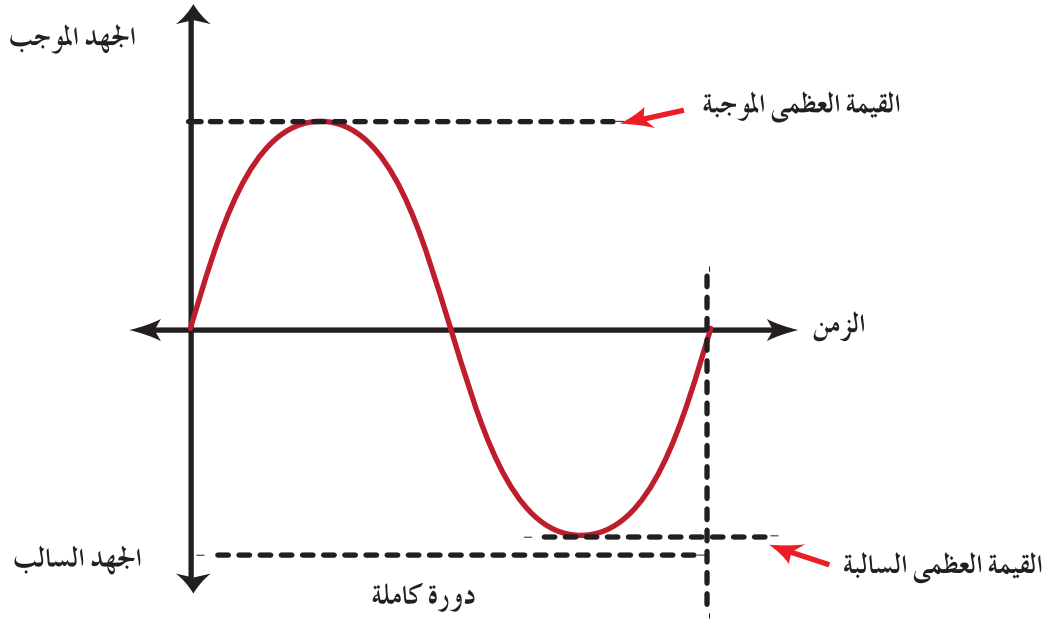
ويرمز إلى مصدر التيّار المستمر بأحد الرمزين الآتيين في الشكل (1-10).

الشكل (1-10): رمزا مصدر التيار المستمر.

2- **التيّار المتناوب (المتردّد) (Alternative Current)**: هو التيار الكهربائي المستخدم استخدامًا شائعًا 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: (220-240) فولت، أما التيّار المتناوب ثلاثي الأطوار، فيعمل على تشغيل الأحمال التي تعمل بفرق جهد مقداره (380-400) 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 = $\frac{1}{\text{الزمن الدوري}}$).

ويقاس التردد بوحدة تسمى (الهيرتز)، ويرمز إليها بالرمز (**Hz**)، وقيم التردد الشائعة هي (50هيرتز، و60 هيرتز)، والتردد المستخدم في الأردن ومعظم دول العالم هو (50 هيرتز)، أما الولايات المتحدة الأمريكية، فتستخدم التردد (60 هيرتز). ويرمز إلى مصدر التيّار المتناوب بالرمز ( ).

يبين الشكل (1–11)، منحنى التيار المتردد (شكل الموجة الجيبية).



الشكل (1–11) : 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

الشكل(1–12): جهاز قياس التيار الكهربائي ذو الفك المتحرك (كلامبميتر).

الآخر أو يؤثر فيه، وتصبح محصلتهما (صفرًا) أو (تتأثر دقة القياس)، وفي هذه الحالة لا يستطيع الجهاز قياس القيمة، يبين الشكل (1–12) 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 وحاجة 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 أمبير واحد، 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 أمبير واحد، وتُمثل المقاومة الدارات الكهربائية ذات الرمز: (R)، يستعمل جهاز الأوميتر (Ohmmeter) لقياس قيمة المقاومة، حيث يوصل الأوميتر على التوازي مع المقاومة المراد قياس مقاومتها، ويجب فصل التيار الكهربائي المار بالمقاومة عند إجراء عملية القياس، وتصنف المقاومات الكهربائية كما يأتي:

1- **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 (1–13)، تحت تصنيف المقاومات الثابتة.

الشكل(1–13): مقاومات ثابتة (كربونية).

أنواع المقاومات الثابتة:

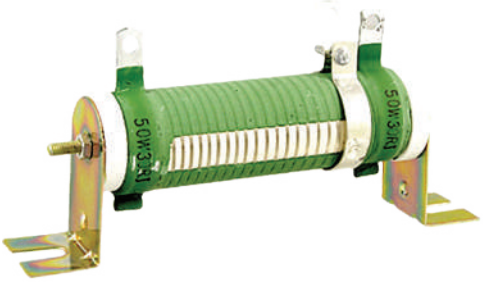
أ- **المقاومة الكربونية (Carbon Resistor)**: هي المقاومة التي تُصنع فيها المادة الموصلة من الكربون، وغالبًا ما تكون قيمة هذه المقاومات كبيرة، يبين الشكل (1-14) أحد أشكال المقاومات الكربونية.

الشكل (1-14):
أحد أشكال المقاومات الكربونية.

عندما تتلف المقاومة الكربونية، تظهر آثار الحرق على جسمها الخارجي، ويتسبب تلف المقاومة بفتح الدارة الكهربائية (**Open Circuit**)، يبين الشكل (1-15) تلف المقاومة الكربونية.

الشكل (1-15): تلف المقاومة 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 (1) أوم، وقد تصل إلى (200 كيلو أوم)، أو أكثر، وتتحمل درجة حرارة تصل إلى (350سيليسيوس)، ويجب أن تكون هناك مسافة بين كل لفه من لفات السلك، يبين الشكل (1-16)، أحد أشكال المقاومات السلكية.



الشكل(1-16): أحد أشكال المقاومات السلكية.

2- **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 (10) 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 (1-17).

الشكل (1-17): 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 (1-18) أحد أشكال المقاومات السلكية المتغيرة.

الشكل (1-18): أحد أشكال المقاومات السلكية المتغيرة (ريوستات).

جـ- المقاومات الضوئية (Photo Resistors): تصنع هذه المقاومات من مواد حساسة للضوء مثل سلفيد الكاديوم، وكلما تغيرت شدة الإضاءة الساقطة عليها، تغيرت قيمة المقاومة، يبين الشكل (1-19) المقاومة الضوئية.

الشكل(1-19): المقاومة الضوئية.

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

1. المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب **(PTC) (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 الثيرميستور لحماية الأجهزة من ارتفاع الحرارة، مثل حماية المعالجات في الحاسوب يبين الشكل (1-20) المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب.

الشكل(1-20): المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب (PTC).

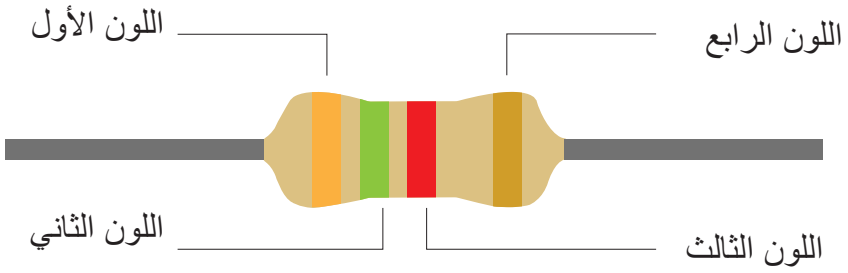
2. المقاومات ذوات المعامل الحراري السالب (NTC) (Negative Temperature Coeffecient) حيث تقل قيمتها بزيادة درجة الحرارة، وكلما ارتفعت درجة الحرارة، انخفضت قيمة المقاومة، وتُستعمل هذه المقاومة للحماية في تحديد اندفاع التيارات وحماية الأجهزة، كما في الشكل (1–21).

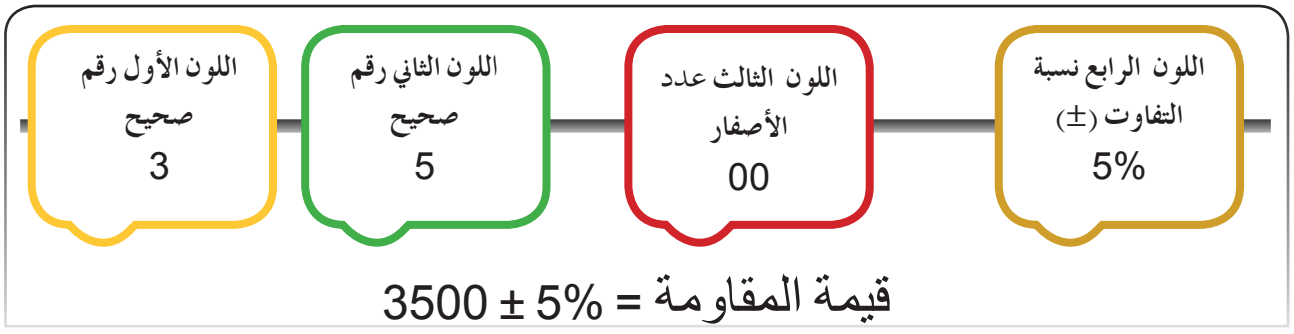
الشكل(1–21): المقاومات ذوات المعامل الحراري السالب (NTC).

الدلالة الرقمية لألوان المقاومات الكربونية

تتكون بعض المقاومات من حلقات دائرية ملونة، تُمكننا هذه الألوان من معرفة قيمة المقاومة، تصعب 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:

1 – **مقاومة لها أربعة ألوان**: يدل اللونان 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 (1–22).



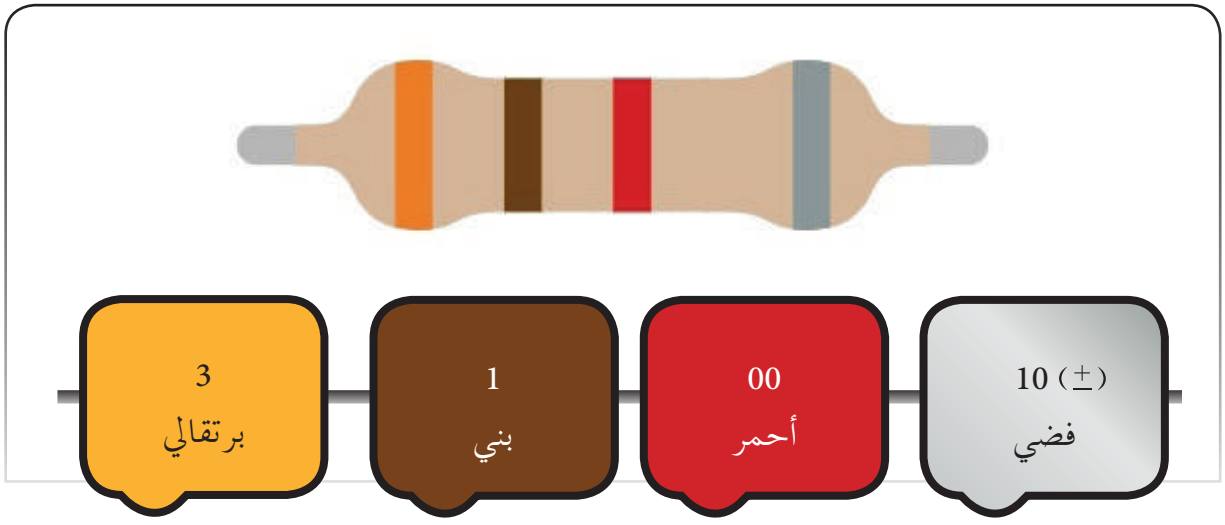


النطاق اللوني الأول		النطاق اللوني الثاني		النطاق اللوني الثالث		النطاق اللوني الرابع	
0	أسود	0	أسود	X0.01	فضي	5%	ذهبي
1	بني	1	بني	X0.1	ذهبي	10%	فضي
2	أحمر	2	أحمر	X1	أسود	1%	بني
3	برتقالي	3	برتقالي	X10	بني	2%	أحمر
4	أصفر	4	أصفر	X100	أحمر		
5	أخضر	5	أخضر	X1,000	برتقالي		
6	أزرق	6	أزرق	X10,000	أصفر		
7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

الشكل(1-22): مقاومة لها أربعة ألوان.

مثال

مقاومة كربونية تتكون من أربعة أرقام، كما في الشكل (1–23)، احسب قيمتها بوساطة لونها.



الشكل (1–23): مقاومة كربونية تتكون من أربعة أرقام.

اللون الأول برتقالي = (3)	3
اللون الثاني بني = (1)	1
(اللون الثالث أحمر)، بمعنى أن تضرب القيمة في 100	X 100
اللون الرابع فضي، فتكون نسبة الخطأ 10(±)	(±)10

ذلك يعني أن المقاومة $3100 \pm 10\%$

$$3100 \times \frac{10}{100} = 310\Omega$$

وعليه، تكون قيمة المقاومة $(3100 - 310 = 2790\Omega)$

$(3100 + 310 = 3410\Omega)$

أي أن قيمة المقاومة تتراوح بين $(2790\Omega - 3410\Omega)$

فكر

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

2– **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 (1–24).

الشكل (1–24).

مثال

مقاومة كربونية تتكون من خمسة أرقام، كما في الشكل (1–25)، احسب قيمتها بوساطة اللون.

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

الشكل (1–25): **مقاومة كربونية تتكون من خمسة أرقام.**

$$R=150000\Omega = 150\text{K}\Omega \pm 5\%$$

$$150000\Omega \times \frac{5}{100} = 7500\Omega$$

$$150\text{K} + 7500 = 157.5\text{K}\Omega$$

$$150\text{K} - 7500 = 142.5\text{K}\Omega$$

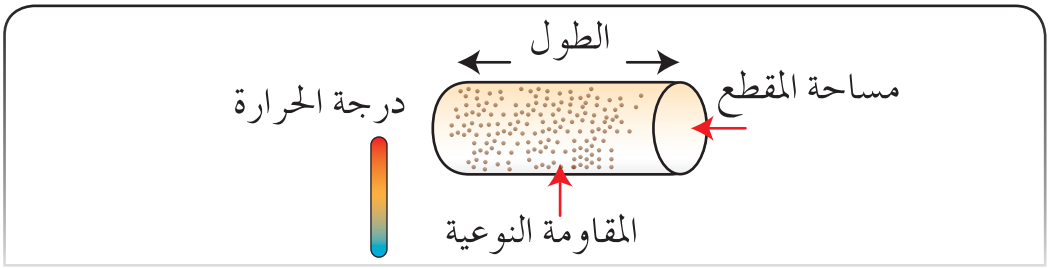
$$(142.5\text{K}\Omega - 157.5\text{K}\Omega)$$

نشاط:

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

العوامل المؤثرة في اختيار قيمة المقاومة.

انظر إلى الشكل (1–26).



الشكل (1–26): العوامل المؤثرة في اختيار قيمة المقاومة.

تعتمد قيمة المقاومة للماده على أربعة عوامل، وهي:

طول الموصل	تتناسب المقاومة تناسبًا طرديًّا وطول الموصل، فكلما زاد طول الموصل، زادت مقاومته.
مساحة مقطع الموصل	تتناسب المقاومة تناسبًا عكسيًّا ومساحة المقطع، وكلما زادت مساحة مقطع الموصل، قلّت مقاومته.
نوع مادة الموصل	المقاومة النوعية للمادة (Resistivity) (المقاومية)، وحدة قياسها (Ω.m) 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، وتسمى هذه المواد، المواد ذوات المعامل الحراري الموجب.

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 $(1.5)mm^2$، وآخر مساحة مقطعه $(2.5)mm^2$ ولهما الطول نفسه أيهما تكون مقاومته أقل؟

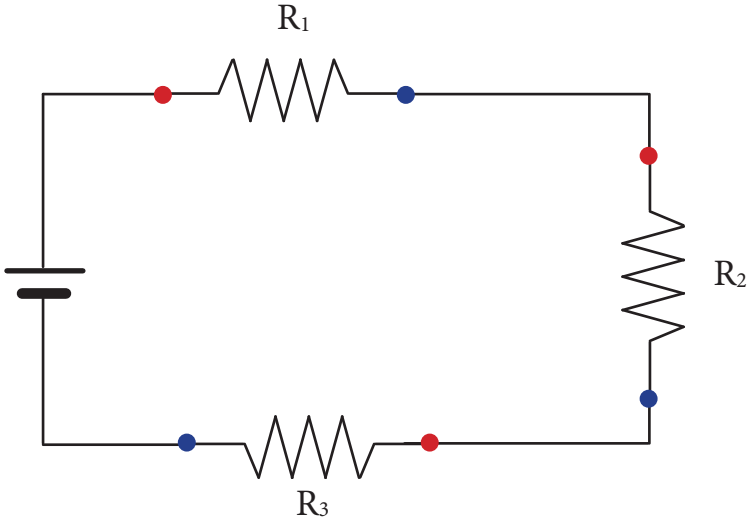
الموصلية (Conductance)

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

طرائق توصيل المقاومات الكهربائية

تُوصل الأحمال الكهربائية بثلاث طرائق، وهي كالآتي:

1- **التوصيل على التوالي**: عند توصيل المقاومات على التوالي، تُوصل نهاية كل مقاومة ببداية المقاومة التي تليها، حيث تُوصل نهاية المقاومة الأولى (R_1) ببداية المقاومة الثانية (R_2)، ثم توصل نهاية المقاومة الثانية (R_2) ببداية المقاومة الثالثة (R_3)، وهكذا، يبين الشكل (1-27) دارة مكونة من مصدر كهربائي وثلاث مقاومات (المقاومة هنا تمثل الحِمْل الكهربائي) موصولة على التوالي.



(1-27): دارة مكونة من مصدر كهربائي وثلاث مقاومات.

خواص توصيل المقاومات على التوالي:

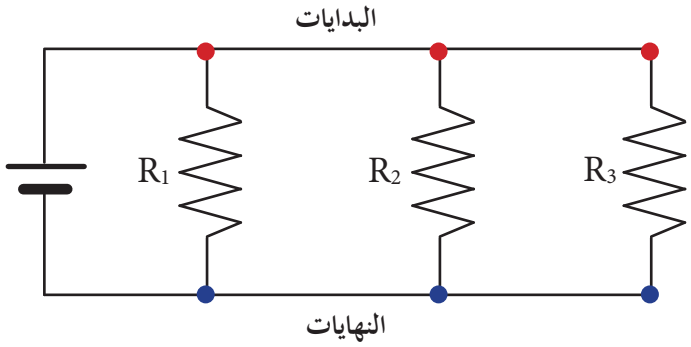
أ - قيمة التيار متساوية في المقاومات كلها.

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، $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots + R_n$ (حيث n عدد المقاومات).

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

2- **التوصيل على التوازي**: أما عند توصيل المقاومات على التوازي، فتوصل كل البدايات ببعضها وكل النهايات ببعضها، يبين الشكل (1-28)، دارة مكونة من مصدر كهربائي وثلاث مقاومات (المقاومة هنا تمثل الحِمْل الكهربائي) موصولة على التوازي:



الشكل (1-28): 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.

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

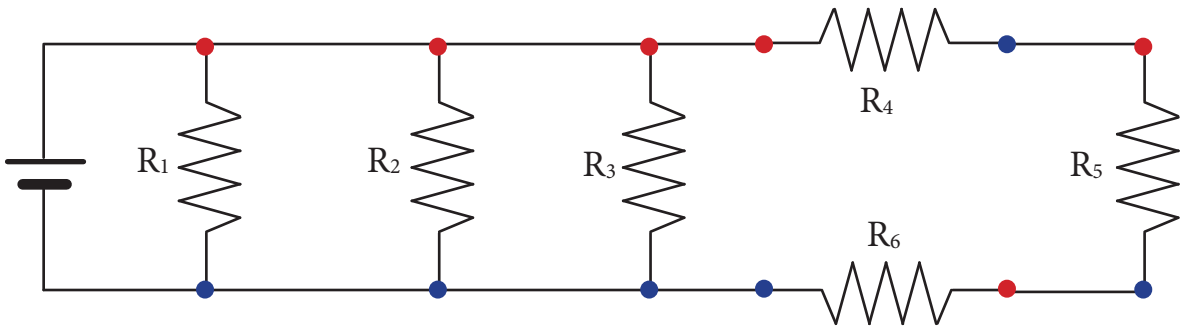
(حيث ن عدد المقاومات).

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

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

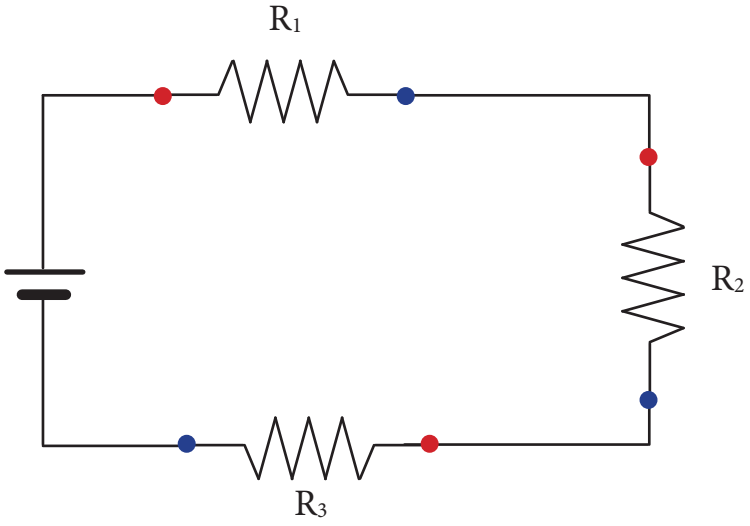
3- **التوصيل المركب**: عند توصيل بعض المقاومات على التوالي، وبعضها الآخر على التوازي في نفس الدارة الكهربائية يسمى هذا النوع التوصيل المركب للمقاومات الكهربائية، أي أنها خليط من التوالي والتوازي معًا، وتُحسَب المقاومة الكلية بتبسيط الدارة الكلية عَبْرَ حساب

المقاومة المكافئة لكل مجموعة من المقاومات الموصولة وَفْقًا لأحد النوعين من أنواع التوصيل، وهما: التوالي والتوازي، يبين الشكل (1–29)، التوصيل المركب للمقاومات.



الشكل (1–29): التوصيل المركب للمقاومات.

مثال(1): ثلاث مقاومات موصولة ببعضها على التوالي، قيمها: ($R_1=2\Omega$) أوم، و($R_2=5\Omega$) أوم، و($R_3=7\Omega$) أوم، احسب قيمة المقاومة الكلية:



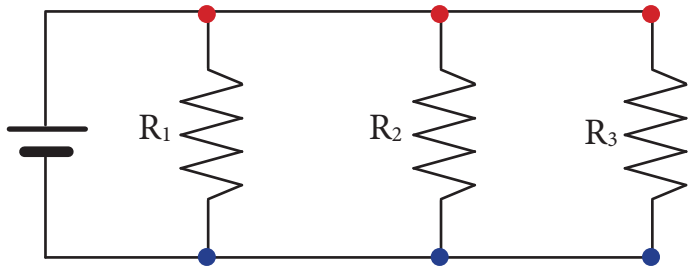
الحل:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 2 + 5 + 7$$

$$R_T = 14\Omega$$

مثال (2): إذا وُصّلت ثلاث مقاومات على التوازي، قيمها: ($R_1=2\Omega$)، ($R_2=3\Omega$)، ($R_3=4\Omega$)، فاحسب قيمة المقاومة الكلية (المقاومة المكافئة) للدارة الآتية:



الحل:

أولًا: نكتب العلاقة الرياضية:

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

ثانيًا: نعوض قيم المقاومات الثلاثة:

$$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}$$

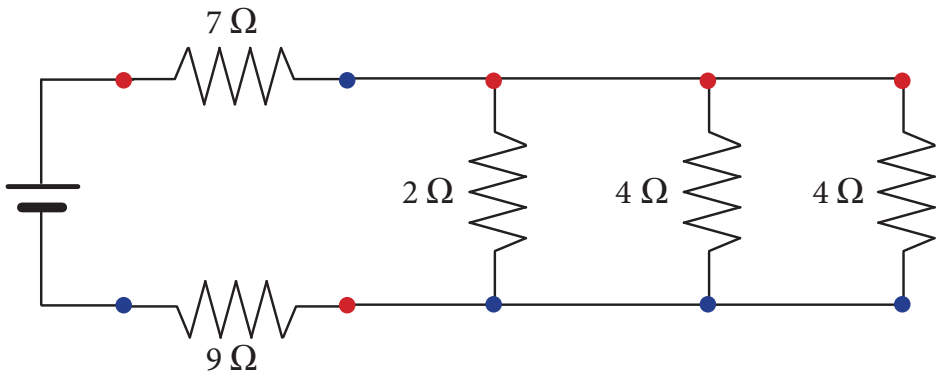
$$\frac{1}{R_T}=\frac{6}{12}+\frac{4}{12}+\frac{3}{12}$$

$$=\frac{3+4+6}{12}=\frac{13}{12}$$

$$\frac{1}{R_T}=\frac{13}{12}$$

$$R_T = 0.9\ \Omega$$

مثال (3): جد المقاومة الكلية (R_T) للدارة المبينة في الشكل الآتي:



الحل:

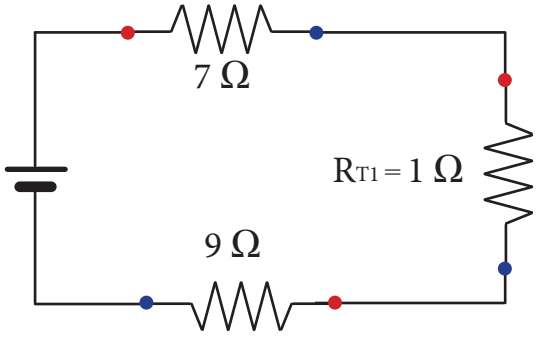
أولًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث الموصولة على التوازي، وهي المقاومات: (2،4،4) كما تعلمت في المثال رقم (2):

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{2+1+1}{4} \longrightarrow \frac{R_T}{1} = \frac{4}{4} = 1\ \Omega$$

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



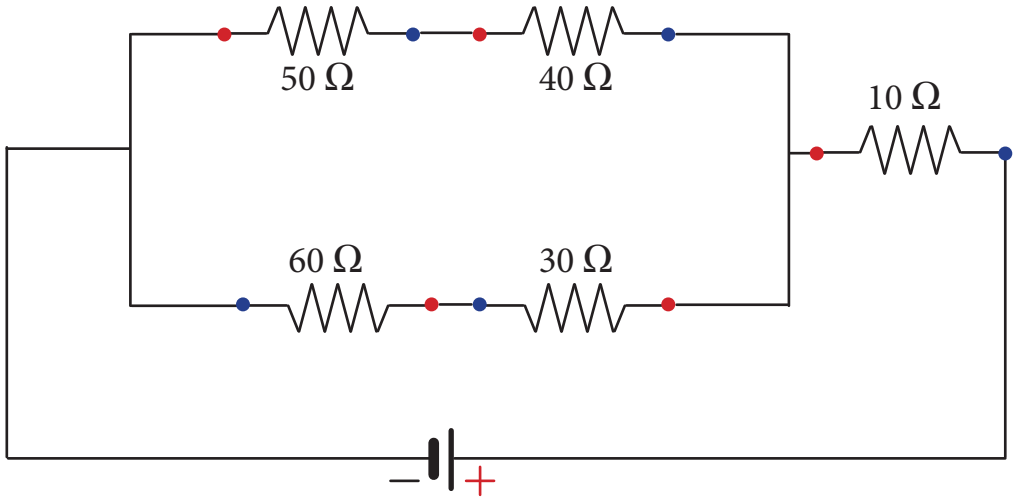
ثالثًا: نجد قيمة المقاومة الكلية للدارة المبسطة.

$$R_T = R_{T1} + 7 + 9$$

$$R_T = 1 + 7 + 9$$

$$R_T = 17\ \Omega$$

مثال(4): احسب المقاومة الكلية المكافئة للمقاومات (10،60،50،40،30) أوم الموصولة معًا في الدارة المبينة في الشكل الآتي، مُهمِلًا مقاومتي المصدر والأسلاك.



الحل:

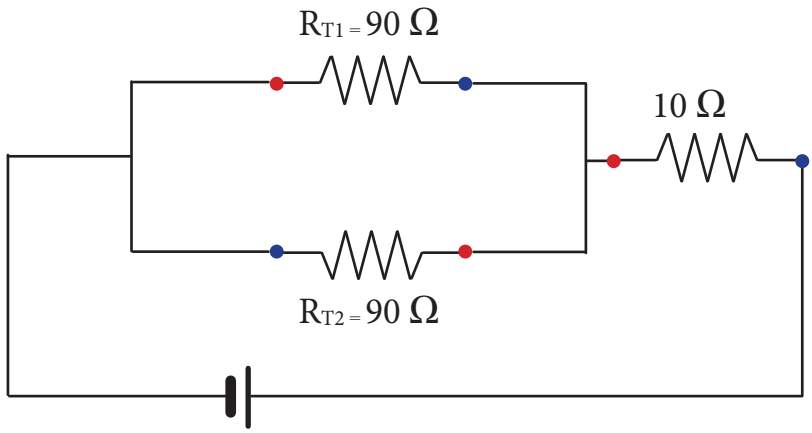
أولًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (40، 50) الموصولتين على التوالي.

$$R_{T1} = 40 + 50 = 90\ \Omega$$

ثانيًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (30،60) الموصولتين على التوالي.

$$R_{T2} = 30 + 60 = 90\ \Omega$$

ثالثًا: نرسم الدارة المبسطة كما في الشكل الآتي.

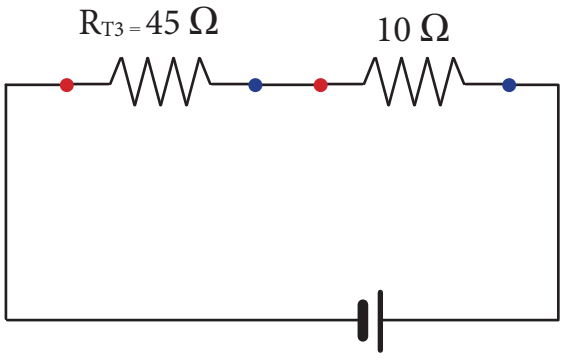


رابعًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (R_{T1}، R_{T2})، الموصولتين على التوازي.

$$\frac{1}{R_{T3}} = \frac{1}{R_{T1}} + \frac{1}{R_{T2}} \rightarrow \frac{1}{R_{T3}} = \frac{1}{90} + \frac{1}{90} \rightarrow \frac{1}{R_{T3}} = \frac{2}{90}$$

$$\rightarrow R_{T3} = \frac{90}{2} \rightarrow R_{T3} = 45\ \Omega$$

خامسًا: نرسم الدارة المبسطة كما في الشكل الآتي:



سادسًا: نجد المقاومة الكلية.

$$R_T = R_{T3} + 10 \rightarrow R_T = 45 + 10 \rightarrow R_T = 55\ \Omega$$

قانون أوم (Ohm's Low)

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، وبوساطة 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 ($V=R\times I$)، وأصبحت هذه العلاقة معروفة بقانون أوم، وتكريمًا لهذا العالم سُمّي مقدار المقاومة (وحدة الأوم)، وينص قانون أوم على أن: فرق الجهد الكهربائي (V) بين طرفي موصل مثالي يتناسب طرديًّا مع شدة التيار الكهربائي (R) المار في الموصل، وثابت هذا التناسب يسمى المقاومة (I)، ويعبّر عن قانون أوم بالصيغة الرياضية الآتية: (الجهد الكهربائي= شدة التيار الكهربائي×المقاومة الكهربائية) ، $V=R\times I$.

حيث:

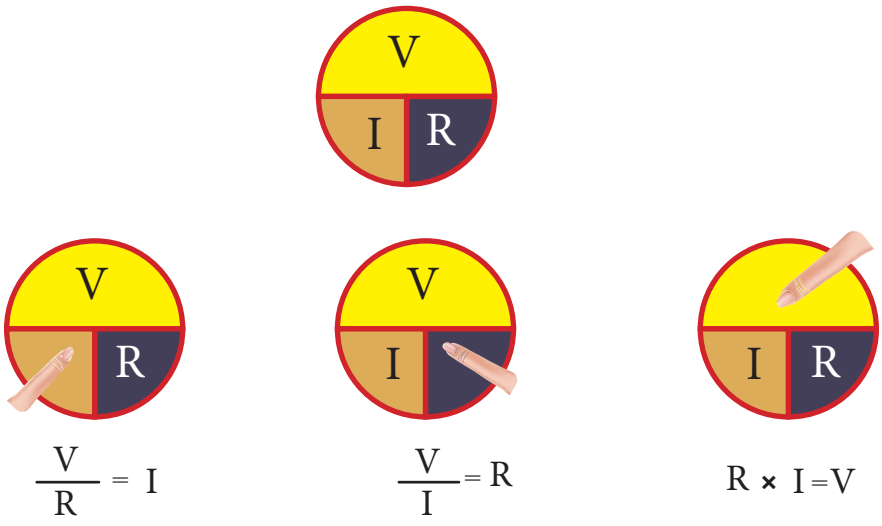
V: الجهد الكهربائي

R: شدة التيار الكهربائي

I : المقاومة

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

علمًا 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 (1–30) توضيحًا لكيفية حساب القيمة المجهولة في قانون أوم.



الشكل (1-30): توضيح كيفية حساب القيمة المجهولة في قانون أوم.

- **مثال (5):** تيار كهربائي قيمته (8) أمبير، يمر في دارة كهربائية مقاومتها (10) أوم، جد قيمة فرق الجهد الكهربائي لهذه الدارة.

- **الحل:** فرق الجهد الكهربائي $V=R\times I$

$V=8\times10 = 80V$

- **مثال (6):** جد مقدار المقاومة لدارة كهربائية بسيطة فرق الجهد فيها يساوي (15) فولتًا، ويمر فيها تيار مستمر شدته (3) أمبير.

- **الحل:** المقاومة الكهربائية = الجهد الكهربائي ÷ التيار الكهربائي

$$R=\frac{V}{I} \longrightarrow R=\frac{15}{3} \longrightarrow R=(5)\ \Omega$$

القدرة والطاقة الكهربائية

1- **القدرة الكهربائية (Electrical Power)**: تقاس القدرة الكهربائية بوحدة (جول / ثانية)، وتسمى هذه الوحدة (واط)، نسبة إلى العالم جيمس واط، ويعرف (واط) أنه: القدرة المبذولة في دارة كهربائية إذا مر فيها تيّار كهربائي مقداره أمبير واحد تحت فرق جهد مقداره فولت واحد، وبما أن (واط) قيمة صغيرة جدًّا لا تلائم التطبيقات العملية كلها، لذا؛ تُستعمل وحدة الكيلوواط (Kw) لقياس القدرة الكهربائية، حيث إنّ كل كيلوواط يساوي (1000w)، والقدرة تساوي التيار× فرق الجهد (في حالة التيّار المباشر).

$$Power = V \times I$$

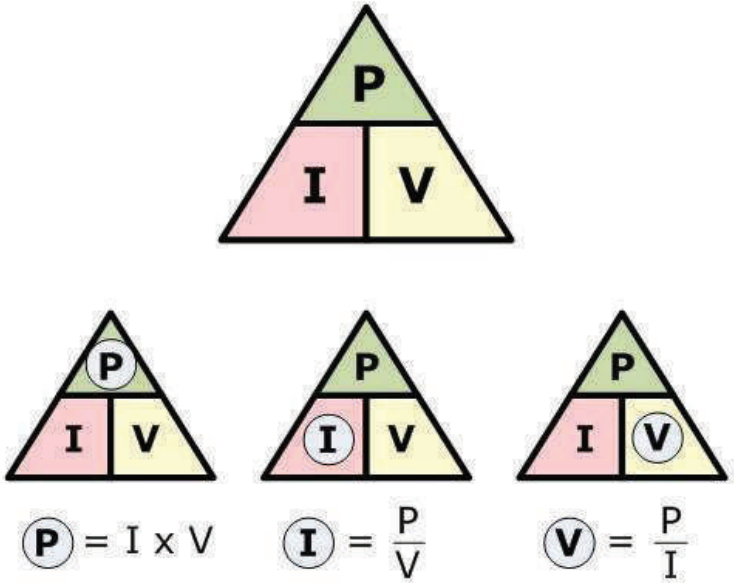
حيث

P: القدرة الكهربائية (واط)

I: شدة التيّار الكهربائي (أمبير)

V: فرق الجهد الكهربائي (فولت)

ويبين الشكل (1-31) رسمًا توضيحيًّا لقانون القدرة الكهربائية.



الشكل (1-31): توضيح كيفية حساب القدرة.

مثال(8): إذا كان التيار الكهربائي المار في مصباح مقداره 2 أمبير، وفرق الجهد المطبق على طرفي المصباح (220) فولتًا، فما القدرة الكهربائية للمصباح؟

الحل:

$P = I \times V \longrightarrow = 2 \times 220 \longrightarrow = (440)w$

2- **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 30 يومًا)، وهي تساوي حاصل ضرب القدرة في الزمن، أي أن الطاقة الكهربائية المستهلكة تساوي القدرة × الزمن، وبالرموز:

$E = P \times T$

حيث

E: الطاقة الكهربائية المستهلكة (جول)، أو (وات. ثانية)، ولأن وحدة واط. ثانية صغيرة جدًّا، لذا؛ تستعمل شركة الكهرباء عوضًا عنها وحدة (KwH).

P: القدرة الكهربائية (واط)، كيلوواط.

T: الزمن (ثانية)، أو (ساعة).

مثال (3): مصباح كهربائي قدرته (100 واط)، احسب قيمة فاتورة الكهرباء للمصباح وحده بالشهر إذا أُنير المصباح مدة (6) ساعات يوميًّا، إذا كان سعر الكيلوواط ساعة (50) فلسًا.

$E = P \times T$

$P = 100w = 0.1\ Kw$

$T = 6 \times 30 = 180\ H$

$E = 0.1 \times 180 = 18\ KwH$

قيمة الفاتورة : 18 Kwh × 50 فلس = 900 فلس.

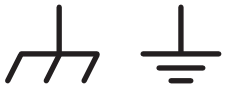
ابحث عن أنواع أخرى من المقاومات الكهربائية ورموزها واستخداماتها، ثم صنفها في جدول.

الرموز الكهربائية ودلالاتها

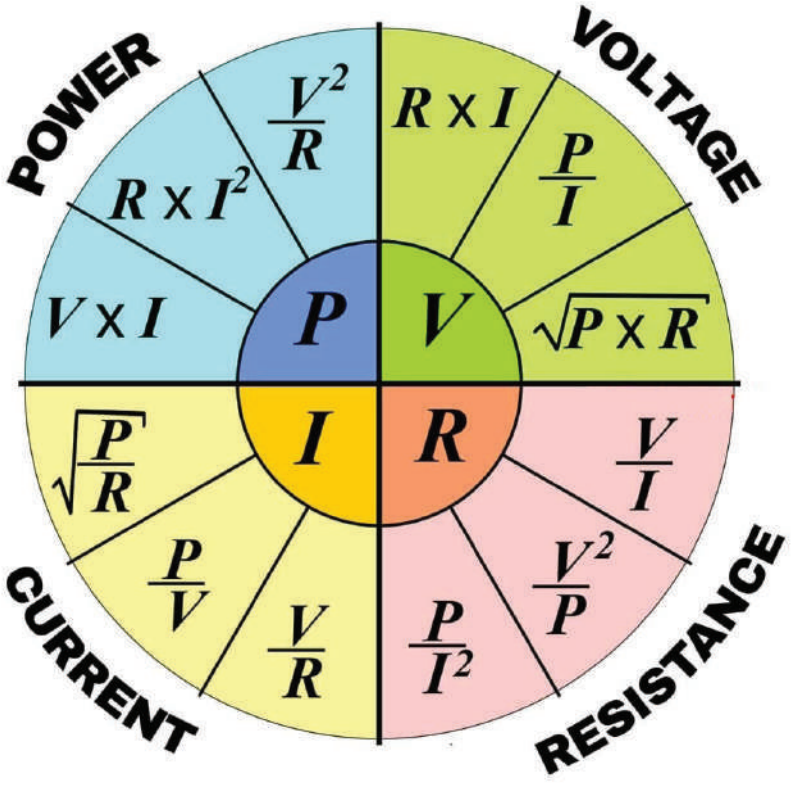
يبين الجدول (1–1)، بعض الرموز الكهربائية ودلالاتها.

جدول (1–1): بعض الرموز الكهربائية ودلالاتها.

الرمز	دلالة الرمز
	بطارية (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 (Switch)
	مواسع كهربائي (Capacitor)
	جهاز قياس الجهد الكهربائي (Voltmeter)
	جهاز قياس التيّار الكهربائي (Ammeter)
	جهاز قياس المقاومة الكهربائية (Ohmmeter)
	التأريض الكهربائي (Ground) (Earth)

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين الأول

تعرّف العُدَد والأدوات المستخدمة في مشغل كهرباء المركبات.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تتعرف العُدَد والأدوات المستخدمة في مشغل كهرباء المركبات.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- 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.
- 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
1- متطلبات السلامة والصحة المهنية الخاصة بالمهنة. 2- عُدد وأدوات خاصة في مهنة كهرباء المركبات.	

خطوات الأداء

1- ارتداء القفافيز عند البدء بالعمل داخل مشغل كهرباء المركبات، انظر إلى الشكل (1).

2- ارتداء الكمامات عند بدء العمل داخل المشغل؛ تفاديًا لاستنشاق أية غازات ناتجة من المركبة في أثناء العمل، مثل: الغازات الناتجة من خلايا البطاريات عند صيانتها، انظر إلى الشكل (2).

3- ارتداء حذاء مناسب للعمل داخل المشغل، منعًا للانزلاق ومنعًا للتوصيل الكهربائي بأرضية المشغل، انظر إلى الشكل (3).

4- التعرف إلى أنواع المفكات جميعها، المستعملة لفك البراغي وتثبيتها عند فك أجزاء المركبة وتركيبها، انظر إلى الشكل (4).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5- استعمال مفاتيح الشق والرنك؛ لفك البراغي والصواميل وتثبيتها، انظر إلى الشكل (5).

الشكل (5)

6- استعمال المفاتيح المجوفة البوكس؛ (**sockets**)؛ لفك البراغي والصواميل وربطها، انظر إلى الشكل(5).

7- استعمال القطاعة لقطع الأسلاك وتعريتها، انظر إلى الشكل (5).

8- استعمال الملزمة لتثبيت القِطَع على طاولة العمل، انظر إلى الشكل (6).

الشكل (6)

9- استعمال معدات السحب؛ لنزع المحامل (البيل)، انظر إلى الشكل (7).

10- استعمال أدوات التزييت.

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

12- استعمال الرافعة الهيدروليكية؛ لرفع المركبة إذا لزم الأمر، انظر إلى الشكل (8).

الشكل (7)

الشكل (8)

الأنشطة العملية

اكتب تقريرًا مفصلًا عن: الأدوات، والعُدَد، والآلات المستخدمة في مهنة كهرباء المركبات، مشتركًا أنت وزملاؤك فيه، ثم ناقش معلمك 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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفحص عراية الأسلاك.			
2	أفك البراغي والمرابط مستعملًا المفكات الموجودة في المشغل.			
3	أفحص المثقب داخل المشغل.			
4	أنفذ التجربة مراعيًا السلامة العامة.			

التمارين العملية

التمرين الثاني

توصيل مجموعة من المقاومات: (على التوالي، على التوازي، مركّب)، 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 مركّبًا.
- تقيس قيمة المقاومة المكافئة.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- 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
1- جهاز متعدد القياسات	1- أسلاك توصيل
2- عراية أسلاك	2- مقاومات متنوعة القيم

خطوات الأداء

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

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

3- نفّذ الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (1).

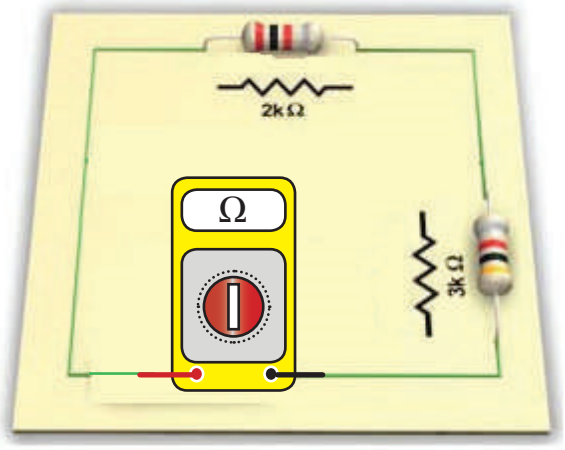
4- قس قيمة المقاومة المكافئة، مستعملًا جهازًا متعدد القياسات بعد ضبطه على تدريج قياس المقاومات، ثم قارن القيمة المقاسة بالقيمة المحسوبة، كما في الشكل (1).

5- نفّذ الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (2).

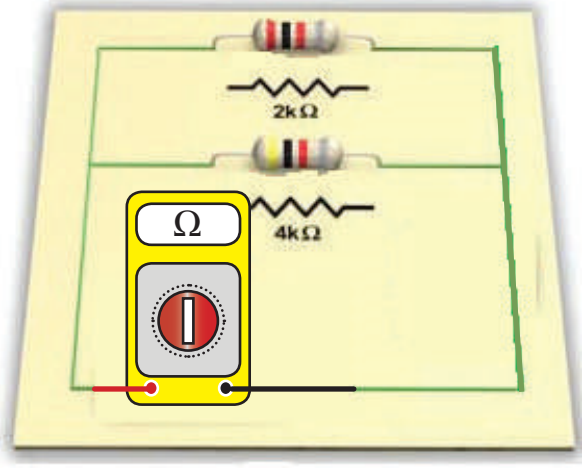
6- قس قيمة المقاومة المكافئة، مستعملًا جهازًا متعدد القياسات بعد ضبطه على تدريج قياس المقاومات، ثم قارن القيمة المقاسة بالقيمة المحسوبة، كما في الشكل (2).

7- نفّذ الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (3).

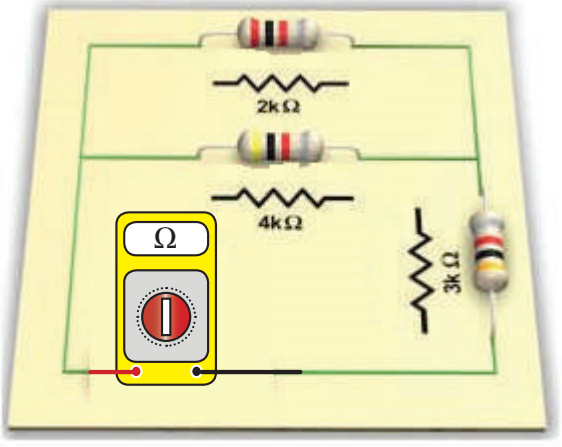
الرسم التوضيحي



الشكل (1).



الشكل (2).



الشكل (3).

خطوات الأداء

8- قس قيمة المقاومة المكافئة، مستعملًا الملتيميتر بعد ضبطه على تدريج قياس المقاومات، ثم قارن القيمة المقاسة بالقيمة المحسوبة، كما في الشكل (3).

9- أنشئ جدولًا مُبيِّنًا فيه القيم المقيسة والمحسوبة، واحسب الخطأ النسبي والمطلق.

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

الأنشطة العملية

وصّل مجموعة من المقاومات (على التوالي، على التوازي، مركّب)، وقس قيمة المقاومة المكافئة.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	توصيل مجموعة من المقاومات (توصيل على التوالي).			
2	توصيل مجموعة من المقاومات (توصيل على التوازي).			
3	قياس قيمة المقاومة المكافئة ومقارنتها بالقيم المحسوبة.			
4	توصيل مجموعة من المقاومات (توصيل مركب).			

التمارين العملية

التمرين الثالث

التحقق من قانون أوم

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تتحقق من قانون أوم.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- 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

1- جهاز قياس التيار(أميتر)
2- جهاز قياس فرق الجهد (فولتميتر)

المواد الأولية

1- خمس بطاريات جافة (1.5) فولت
2- مقاومة كهربائية
3- أسلاك توصيل
4- مفتاح كهربائي

خطوات الأداء

1- 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 معلمك على الفور.

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

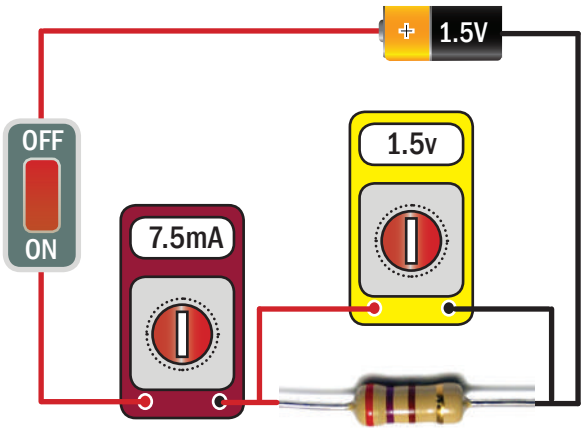
3- وصّل الدارة الكهربائية كما في الشكل (1)، ثم أغلق الدارة الكهربائية بوضع المفتاح على وضعية التشغيل (ON)، ودوّن قراءتي الأميتر، والفولتميتر في دفترك.

4- أضف بطارية أخرى إلى الدارة مراعيًا اتجاه الأقطاب، كما في الشكل (2)، ثم دوّن القراءات في دفترك.

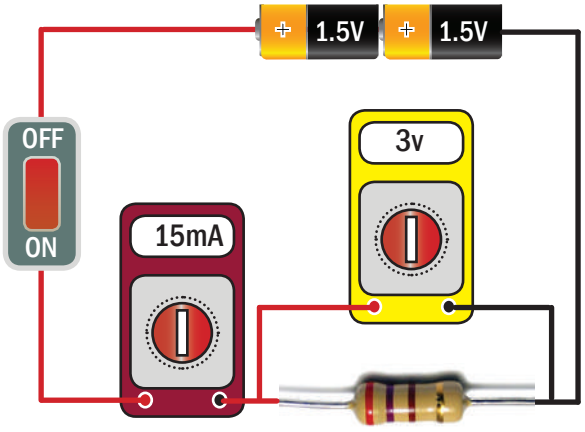
5- أضف بطارية أخرى إلى الدارة مراعيًا اتجاه الأقطاب، كما في الشكل (3)، ثم دوّن القراءات في دفترك.

6- دوّن الاستنتاجات في دفتر الملاحظات، ثم اعرضها على معلمك.

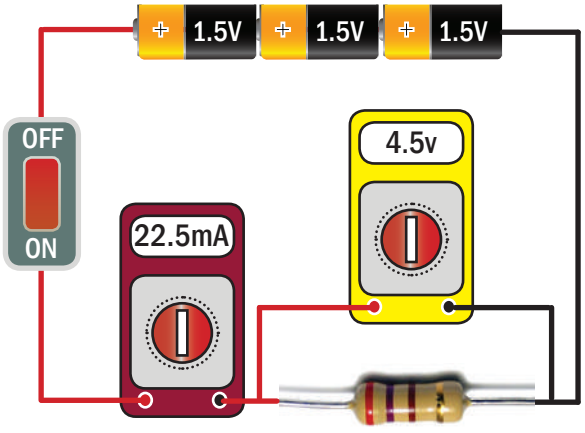
الرسم التوضيحي



الشكل (1).



الشكل (2).



الشكل (3).

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 استخدمتها في الدارة؟ هل سنحصل على النتائج نفسها لو استبدلنا مصباحًا كهربائيًّا له قيمة المقاومة نفسها بالمقاومة الكهربائية؟

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أقيس جهد الدارة عند وجود بطارية واحدة وتيارها.			
2	أقيس جهد الدارة عند وجود بطاريتين وتيارها.			
3	أقيس جهد الدارة عند وجود ثلاث بطاريات وتيارها.			
4	أتحقق من قانون أوم.			

أساسيات الكهرباء

ثانيًا: أجهزة القياس

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

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

القياس والتقويم

عندما تُريد قياس طولك، أو قياس وزنك ماذا ستفعل؟

ستحضر متر قياس لقياس طولك، وستحضر ميزانًا لقياس وزنك، انظر إلى الشكل المجاور.

استكشف

ما الفرق بين الميزانين الأول والثاني في الشكل (1-32)؟

تعلمُ أن هناك أنواعًا مختلفة من الأجهزة المستخدمة 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. وتوجد في الأنظمة الكهربائية أجهزة تقيس الكميات الكهربائية الرئيسة الثلاث: (الفولت، والتيار، والمقاومة) بنوعيها: الرقمي والتناظري.

الشكل (1-32)

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 المستخدمة في مهنة الكهرباء، حيث يُستخدم 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 (1–33)، جهاز القياس من النوع التناظري متعدد الاستعمال.

تذكر

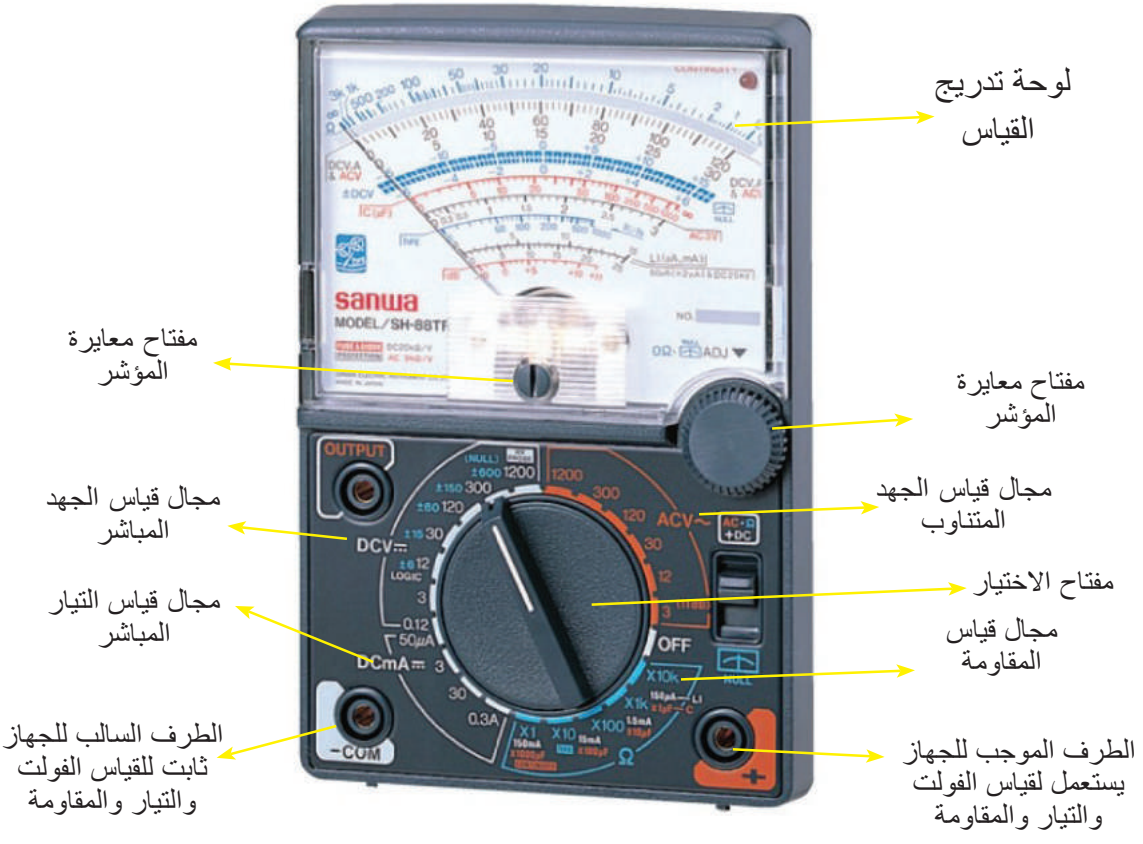
يجب وضع الجهاز بصورة صحيحة للحصول على قراءة دقيقة، تكون هذه الوضعية موضحة على الجهاز كما في الشكل:

وضع عمودي

، وضع أفقي
، ووضع أفقي مائل بزاوية

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

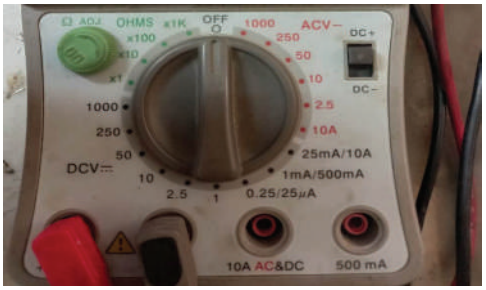
جهاز قياس متعدد الأغراض الأفوميتر (Avometer).



الشكل (1–33): جهاز قياس متعدد الأغراض الأفوميتر.

استعمال جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Avometer)

في ما يأتي الخطوات الواجب اتباعها عند استعمال جهاز الأفوميتر التناظري.



الشكل (1–34).

1– 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 على مدخل (V-Ω). ويستعمل الطرف الثالث عند الحاجة لقياس التيار الكهربائي (A) أو (mA)، الذي يوصل بالتوالي بالدارة عند قياس التيار، كما في الشكل (1–34).

الشكل (1–35/ أ).

2– ملامسة أطراف الجهاز، والتأكد من وصول المؤشر إلى بداية تدريج المقاومة على صفر الأوم، للحصول على قياس دقيق، كما في الشكل (1–35/ أ)، وإذا لم يتحرك المؤشر، فيجب التأكد من صلاحية أطراف الجهاز أو البطارية الداخلية للجهاز، وإذا تحرك المؤشر و لم يصل إلى صفر المقاومة، فيعاير بمفتاح المعايرة الخاص؛ للحصول على قراءة صحيحة.

الشكل (1–35/ ب).

3– يعود المؤشر إلى وضعه الطبيعي بعد فصل الأطراف، وتكون المقاومة عالية جدًّا (∞) أي: ما لا نهاية، علمًا أن تدريج المقاومة معاكس لتدريج الجهد والتيار كما في الشكل (1–35/ ب).

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

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

في ضوء دراستك المواد العازلة والمواد الموصلة:

فسّر 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)

يعدّ جهاز الأفوميتر الرقمي اليوم الأكثر استعمالًا وانتشارًا بسبب سهولة القياس به، ولدقة قراءاته.

ويمثل الشكل (1–36)، جهاز قياس من النوع الرقمي متعدد الاستعمال، اكتب ملاحظاتك أنت وزملاؤك عن الموضوع وناقش معلمك فيها.

في ما يأتي الخطوات الواجب اتباعها عند استعمال الأفوميتر الرقمي:

1- تأكد من إغلاق الجهاز (OFF) عند عدم الاستعمال؛ حفاظًا على بطارية الجهاز.

2- عند شرائك جهاز قياس أفوميتر رقميًّا، اختر جهازًا يفصل تلقائيًّا عند عدم استعماله (Auto Power Off).

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

الشكل (1–36): جهاز قياس من النوع الرقمي.

فكر

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

4- ضع أطراف الجهاز، كما في الشكل (1-37)، في أماكنها الصحيحة لقياس الكمية المراد قياسها، علمًا بأن القراءة تظهر بصورة مباشرة ولا تحتاج إلى تحويل.

الشكل (1-37)

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؟

قياس شدة التيار في الدارة الكهربائية مستعملًا جهاز الكلامبمتر (Clampmeter).

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 إلى فصل الدارة الكهربائية أو قطعها لتركيب أميتر لقياس التيار، نستطيع بهذا الجهاز قياس التيار الكهربائي، وتشخيص الأعطال بطريقة آمنة، وسريعة، وغير مكلفة، دون الحاجة إلى فصل الدارة أو قطعها، وبطريقة التأثير المغناطيسي، والشكل (1-38)، يبين أشكالًا متعددة من جهاز الكلامبمتر.

الشكل (1–38): أشكال متعددة لجهاز الكلامبميتر.

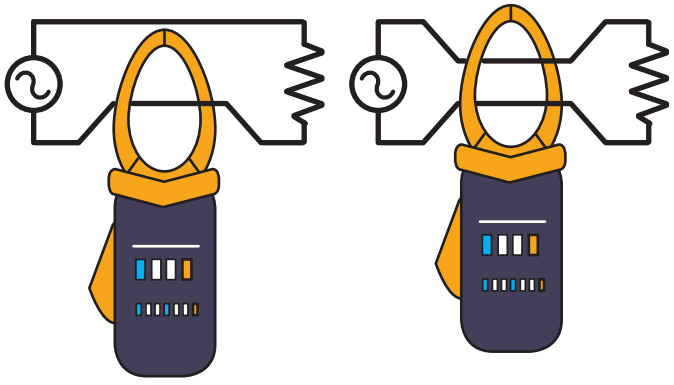
يعتمد جهاز الكلامبميتر في مبدأ عمله على فكرة محول التيار (**CT**) لتحويل التيار العالي إلى تيار منخفض، تظهر قيمة على شاشة (Clampmeter). يكوّن فكّا الجهاز الدارة المغناطيسية للمحول، ويعدّ السلك الذي يمر عَبْرَه التيار هو الملف الابتدائي.

يوضح الشكل (1–39) أحد أجهزة الكلامبميتر لقياس التيار، وأجزاءه وفوائده.

لا تقتصر فائدة الكلامبميتر على قياس التيار المتناوب فحسْبُ، لكن، تتعداها إلى قياس الجهد الثابت، والمتناوب، وقياس المقاومة، وسعة المكثف. وتوجد في بعض أنواع الكلامبميتر دارات إضافية، لتمكنه من قياس التيار الثابت أيضًا. فيصبح بذلك جهاز أفوميتر له إمكاناته، غير أن الكلامبميتر يتميز من الأفوميتر بقياسه التيار من دون الحاجة إلى فصل الدارة أو قطعها، وذلك بفتح فكي الجهاز، واحتواء موصل واحد فقط، والمراد قياس التيار الذي يمر عَبْرَه، مراعيًا طريقة التوصيل الصحيحة، كما في الشكل (1–40).

الشكل (1–39). أحد أجهزة الكلامبميتر.

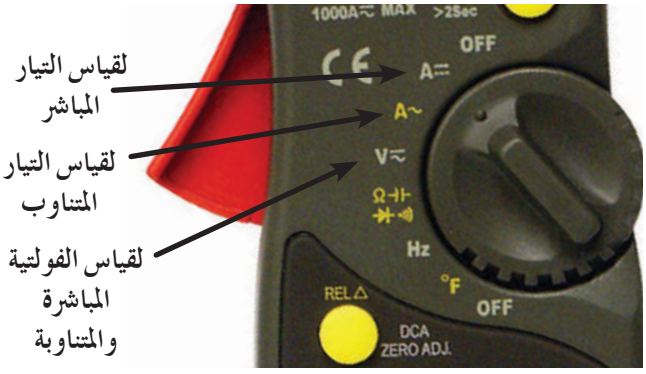
1	فكّا الجهاز.
2	ضاغط لفتح الفكين.
3	شاشة العرض LCD .
4	مفتاح اختيار دوار.
5	مدخل الطرف (COM) (السالب).
6	مدخل طرف قياس الجهد والمقاومة (موجب).



توصيل غير صحيح توصيل صحيح

الشكل (1–40).

الشكل (1–41)، يوضح مفتاح الاختيار الدوار لجهاز كلامبميتر، ومقدرته على قياس كل من التيار المتناوب، والثابت، بالإضافة إلى الجهد الثابت، والمتناوب، والمقاومة.



الشكل (1–41).

جهاز فحص أعطال المركبات وتشخيصها

هو جهاز يفحص المركبات في آن واحد ويبرمجها، حيث يقرأ الأعطال المدونة ويمسحها في مختلف الأنظمة الإلكترونية في المركبات الحديثة، حيث إن حاسوب السيارة متصل بمجسات وحساسات في النظام الإلكتروني للسيارة، يقارن بين بيانات مخزنة داخله لكي يؤدي المحرك دوره بصورة سليمة، وبين حالة العُطْل، وعند تركيب جهاز فحص المركبات، يقرأ ما دونه حاسوب المركبة، كما في الشكل(1–42).

الشكل(1–42): جهاز فحص أعطال المركبات.

طرائق فحص الأعطال الكهربائية في المركبة

1– الطريقة القديمة: فحص عَبْر لمبة الفحص، وأجهزة الفحص التقليدية.

2– الطريقة الحديثة: فحص الأعطال عَبْر جهاز حاسوب.

وظائف جهاز فحص الأعطال وتشخيصها

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

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

1- 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.

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

3- 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.

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

5- 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 الخط الموصول بهيكل المركبة وجسم المحرّك (الشاصي)، حيث تربط الأسلاك الكهربائية في المركبة في صورة حُزَم، على أن تتحمل هذه الأسلاك الكهربائية وعازلاتها درجات الحرارة العالية، وتقاوم 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 المستخدمة في المركبات بناءً على نظامين رئيسين، هما: النظام البريطاني، والنظام الأوروبي، توضيح كل نظام منهما على النحو الآتي:

1- **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 (1-2)، الألوان ودلالاتها. تُراعي ألوان السلك الواحد ، إذا كان السلك له لون السلكين الرئيس والفرعي نفسهما، فهذا يعني الدلالة نفسها للسلكين الفرعي و الرئيس معًا.

جدول (1-2): ألوان الأسلاك ودلالاتها.

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

2- **النظام البريطاني**: تعتمد بعض شركات تصنيع المركبات هذا التصنيف لعازلات الأسلاك الكهربائية في المركبات، حيث يعتمد هذا النظام اثني عشر لونًا، لكل منها دلالة معينة، يوضح الجدول (1-3) الألوان ودلالاتها. يتم تمثيل لون رئيس 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.

جدول (1-3): ألوان الأسلاك ودلالاتها في النظام البريطاني.

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

قياسات الأسلاك والأكبال المستخدمة في المركبات

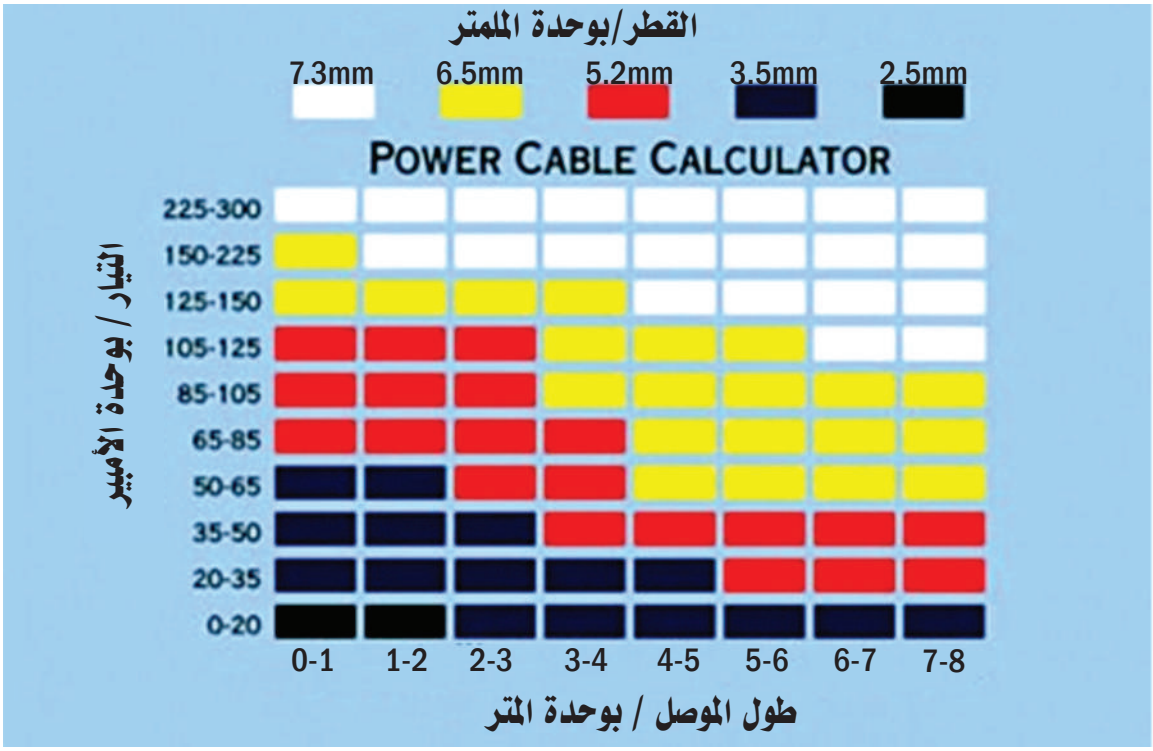
تُصمم الأسلاك غالبًا بناء على التيار المار في الدارة الكهربائية، لذا؛ يجب أن يكون قُطر السلك مناسبًا للتيار المار فيه.

تصنع الأسلاك بأنواع مختلفة، لكن جميعها تصنع وَفْقًا لشروط متفق عليها من حيث: التصميم، والسُّمْك، والألوان، يبين الجدول (1–4) مواصفات الأسلاك المستخدمة في المركبات، يُختار السلك حسب الخطوات الآتية:

1– تحديد قيمة التيار المار في السلك، بناءً على حاجة الحِمل.

2– طول الموصل لتلافي الهبوط في الجهد.

جدول (1–4): مواصفات الأسلاك المستخدمة في المركبات.



ابحث مع زملائك تفاصيل إضافية عن أصناف الأسلاك المستعملة في المركبات. اكتب تقريرًا عن ذلك واعرضه على زملائك.

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
– جهاز قياس تناظري متعدد الأغراض (Avometer).	1– أسلاك توصيل 2– 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:	

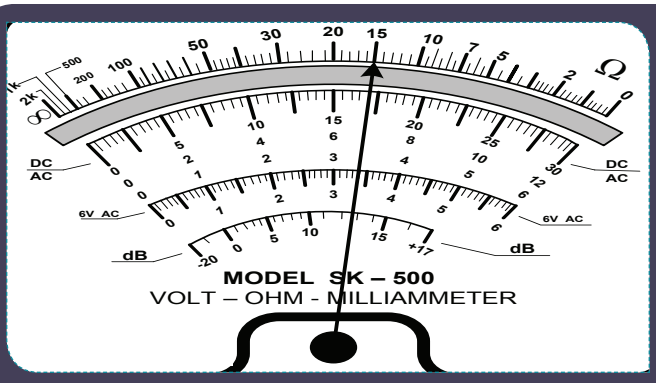
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

1- اضبط مفتاح الاختيار على التدريج، والقيمة المناسبة على مجال قياس المقاومة، كما في الشكل (1)، 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**).

الشكل (1).

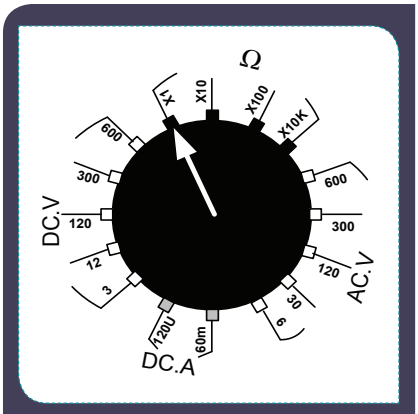
2- اقرأ قيمة المقاومة كما في الجدول المجاور:

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

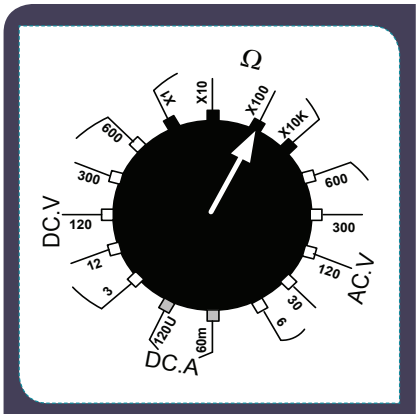


قراءة قيمة المقاومة عَبْرَ تغيير مفتاح الاختيار

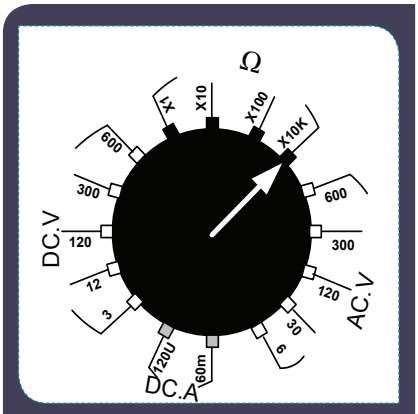
وضع مفتاح الاختيار	قراءة الجهاز	قيمة القراءة
X1	15	15(Ω)
X10	10 X 15	150 (Ω)
X100	100 x 15	1500 (Ω)
X1k	1000 x 15	15 K (Ω) = 15000 (Ω)
X10k	10000 x 15	150 K (Ω) = 150000(Ω)
X100k	100000 x 15	1500K (Ω) = 1500000 (Ω)
X1M	1000000 x 15	15 M (Ω) =15 000000(Ω)



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 (digital Avometer) لقياس مقاومات مختلفة بإشراف معلمك.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أعاير الجهاز والتأكد من صلاحيته.			
2	أضع أطراف الجهاز في المكان المخصص لقياس المقاومة وأوصلها بالمقاومة المراد قياسها على التوازي.			
3	أضبط مفتاح الاختيار على التدريج والقيمة المناسبة على مجال قياس المقاومة.			
4	أقرأ 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.

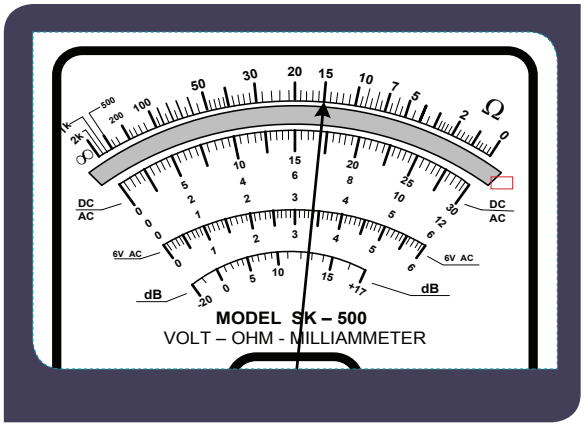
متطلبات تنفيذ التمرين:

التجهيزات	المواد الأولية
1- جهاز قياس تناظري متعدد الأغراض (Avometer). 2- مصدر جهد متردد متغير 3- مصدر جهد مستمر متغير	1- أسلاك توصيل 2- حِمْل كهربائي

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- ضع أطراف الجهاز في الأماكن المخصصة لقياس الجهد الكهربائي. 2- ضع مفتاح الاختيار على نوع فرق الجهد المراد قياس قيمته: (**AC**) أو (**DC**)، كما في الشكل (1). 3- 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. 4- صل أطراف جهاز الأفوميتر على التوازي مع المصدر المراد قياس فرق جهده. 5- 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 (1).

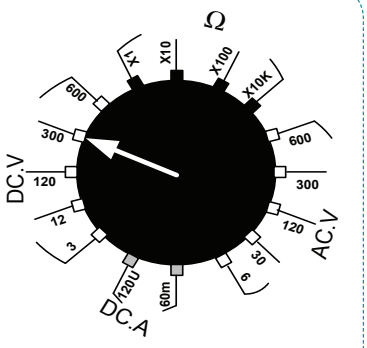
قياس فرق الجهد المباشر (DC)، مراعيًا موضع مفتاح الاختيار

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس فرق الجهد المباشر.



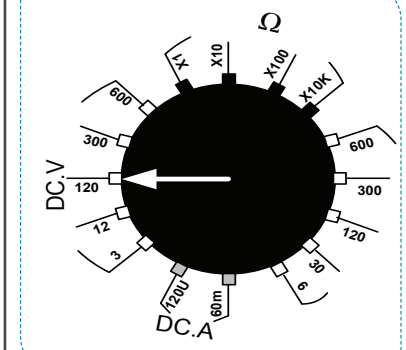
تطبيق القانون الآتي:

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



يشير المفتاح إلى وضع (V --DC 12)

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



يشير المفتاح إلى وضع (V --DC 120)

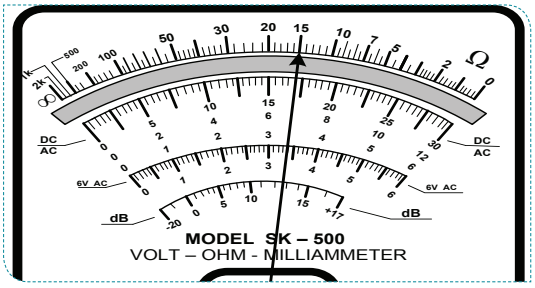
$$\text{القيمة المقاسة للجهد} = 17 \times \frac{120}{30} = 68\text{v}$$

يشير المفتاح إلى وضع (V --DC 300)

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

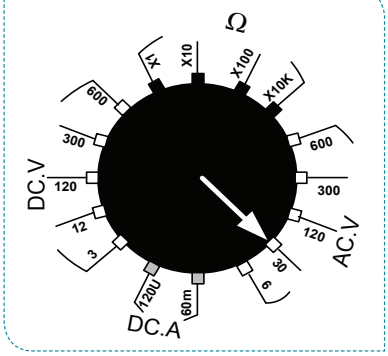
قياس فرق الجهد المتناوب (AC) مراعيًا موضع مفتاح الاختيار

يبين الشكل الآتي الواجهة الأمامية لجهاز قياس التيار المتناوب:



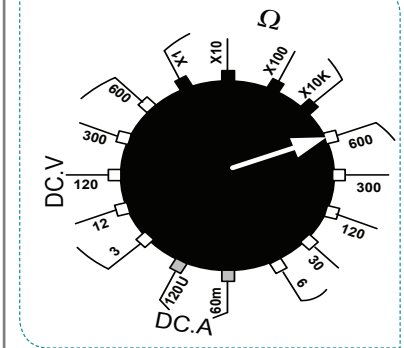
تطبيق القانون الآتي:

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



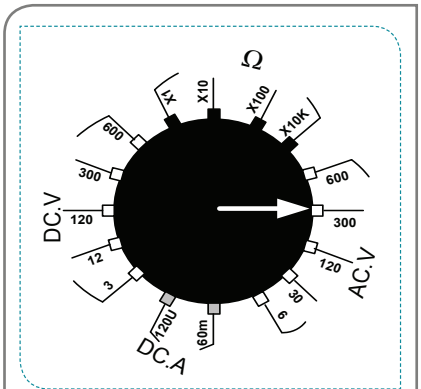
يشير المفتاح إلى وضع (V ---AC 30)

اليمة المقاسة للجهد = $\frac{30}{30} \times 17$ = 17v



يشير المفتاح إلى وضع (V ---AC 600)

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



يشير المفتاح إلى وضع (V ---AC 300)

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 (digital Avometer) لقياس فرق الجهد الكهربائي بإشراف معلمك.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أعاير الجهاز والتأكد من صلاحيته.			
2	أضبط مفتاح الاختيار على نوع فرق الجهد المراد قياس قيمته (AC) أو (DC).			
3	أضع أطراف الجهاز في المكان المخصص لقياس الجهد الكهربائي وأوصلها بمصدر الجهد المراد قياس قيمته على التوازي.			
4	أقرأ قيمة الجهد الكهربائي بالصورة الصحيحة.			

التمارين العملية
التمرين السادس

استعمال جهاز الأفوميتر التناظري (Analogue Ameter) لقياس التيار

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

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

متطلبات تنفيذ التمرين:

التجهيزات

- جهاز قياس تناظري متعدد الأغراض (Avometer).

المواد الأولية

1- أسلاك توصيل
2- حِمل كهربائي

خطوات الأداء

1- ضع أطراف الجهاز في الأماكن المخصصة لقياس التيار الكهربائي.
2- ضع مفتاح الاختيار على نوع التيار المراد قياس قيمته (**AC**) أو (**DC**)، كما في الشكل (1).
3- ضع مفتاح الاختيار على القيمة المناسبة للقياس، وإذا لم تُعرف قيمة التيار المراد قياسه، يوضع مفتاح الاختيار على أعلى قيمة ونبدأ بتقليل القيمة للحصول على قراءة دقيقة، كما في الشكل (2).
4- صل على التوالي أطراف جهاز الأميتر بالحمل المراد قياس تياره.
5- تأكد عند قياسك التيار المباشر (**DC**) من توصيل طرف الجهاز الموجب بالخط الموجب للمصدر (لون أحمر)، وتوصيل طرف الجهاز السالب مع الخط السالب للمصدر (لون أسود) وعلى التوالي عَبْر الحمل، لضمان عدم رجوع المؤشر إلى الخلف.

الرسم التوضيحي

الشكل (1).

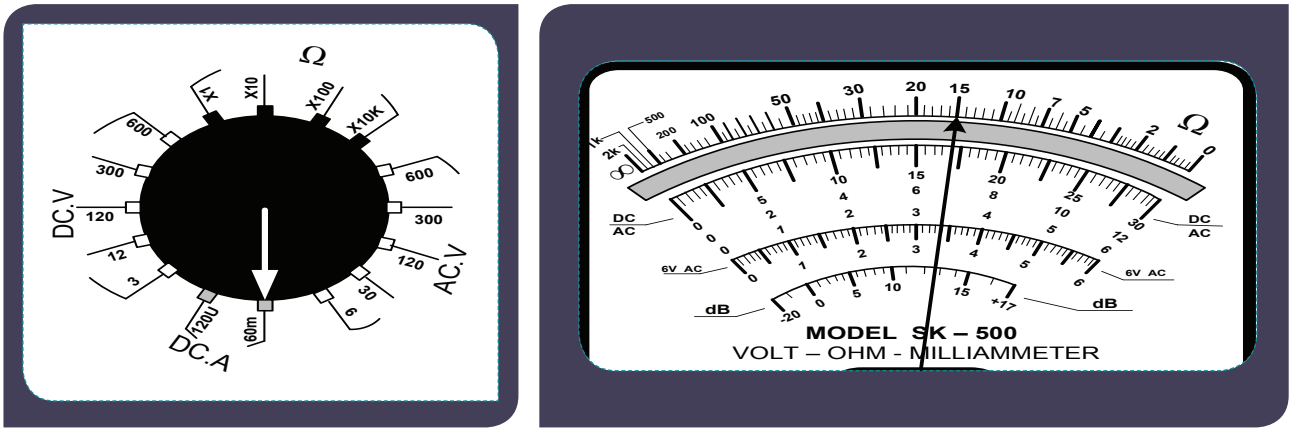
الشكل (2).

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 (60 mA – DC)

تطبيق القانون الآتي:

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

$$\text{القيمة المقاسة للتيار} = 17 \times \frac{60\ \text{m}}{30} = 34\ \text{mA}$$

الأنشطة العملية

استعمل جهاز الأفوميتر الرقمي (digital Avometer)؛ 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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أعاير الجهاز والتأكد من صلاحيته.			
2	أضبط مفتاح الاختيار على نوع التيار الكهربائي المراد قياس قيمته (AC) أو (DC).			
3	أضع أطراف الجهاز في المكان المخصص لقياس التيار الكهربائي وأوصلها مع الحمل المراد قياس تياره على التوالي.			
4	أقرأ قيمة التيار الكهربائي للحمل بالصورة الصحيحة.			

التمارين العملية

التمرين السابع

تعرَّف الأسلاك وطرائق توصيلها ولحامها.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

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

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تنفيذ التمرين:

- 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
1- قطّاعة أسلاك كهربائية	1- أسلاك كهربائية متنوعة
2- عرّاية الأسلاك الكهربائية – عدة أنواع	2- أسلاك لحام قصدير
3- كاوي لحام	3- أطراف توصيل أسلاك متنوعة
	4- قمصان حرارية

خطوات الأداء

1- 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 المعلم

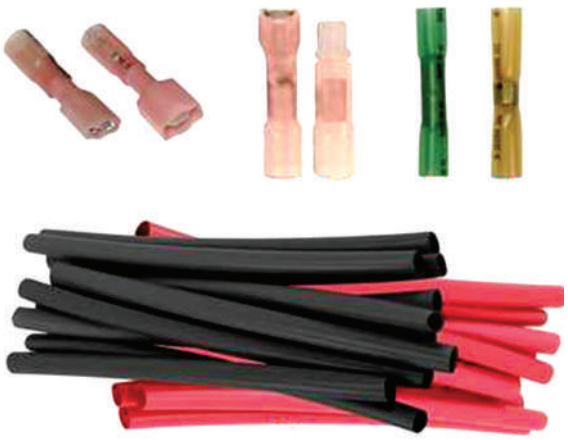
2- أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.

3- تعرف أطراف الأسلاك والقمصان الحرارية المتوافرة في مشغلك، انظر إلى الشكل (1).

4- اختر أداة تعرية الأسلاك المناسبة من بين الأدوات المبينة في الشكل (2)، وتجنب استعمال أدوات حادة غير مخصصة لتعرية الأسلاك.

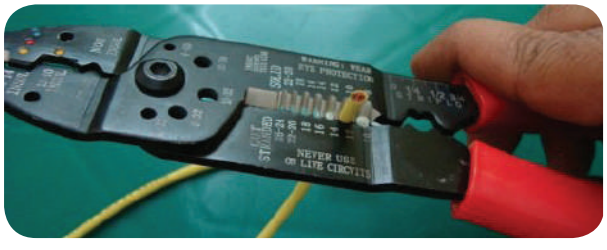
5- اقطع العازل الكهربائي مسافة تتراوح بين (3-4) سم، مُستعمِلًا قطاعة الأسلاك الكهربائية، ثم اسحب بلطف العازل دون حدوث أي قَطْع.

الرسم التوضيحي



الشكل (1)

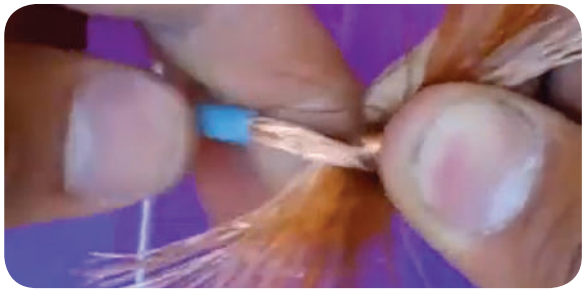
الشكل (2)



الشكل (3)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6- اقطع القميص الحراري، وأدخله في أحد الأسلاك.



الشكل (4)

7- اربط شعيرات الأسلاك بالطريقة التي تضمن متانة الوصلة، (الوصلة المستقيمة) ثم الحمها، كما في الشكل (4).

8- ثبت القميص الحراري في مكانه المناسب (منتصف الوصلة)، كما في الشكل (5).

الشكل (5)

9- عرّض القميص الحراري لجهاز تسخين الهواء الحراري، حتى ينكمش القميص تمامًا، كما في الشكل (6)

الشكل (6)

10-أحضر سلكًا آخر ثم قص العازل الكهربائي مسافة تتراوح بين (1-2) سم مستعملًا عرّاية الأسلاك الكهربائية المبينة في الشكل (7).

الشكل (7)

11-أدخل السلك الذي تمت تعريته في طرفية السلك (راسية) المتوافرة في مشغلك، كما في الشكل (8).

12- استعمل المكبس المناسب للضغط

الشكل (8)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
على الطرفية (الرأسية) وتثبيتها بصورة سليمة، كما في الشكل (9).	الشكل (9)

الأنشطة العملية

عَرِّ أسلاكًا متعددة الأقطار، والحمها مُستعمِلًا القصدير، ثم صِل الأسلاك الكهربائية بأطراف الأسلاك، مُستعمِلًا القمصان الحرارية.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أختار أداة تعرية الأسلاك المناسبة.			
2	أقطع العازل الكهربائي لمسافة مناسبة وتعريته بصورة سليمة.			
3	أربط شعيرات الأسلاك بالطريقة التي تضمن متانة الوصلة.			
4	ألحم وصلة الأسلاك بالقصدير، مُستعمِلًا كاوي اللحام.			
5	أثبّت أطراف الأسلاك (رأسية) المناسبة بصورة سليمة.			

أسئلة الوحدة النظرية

1- عرّف المفاهيم الآتية:

أ - المواد الموصلة للتيار الكهربائي.

ب- المواد غير الموصلة للتيار الكهربائي.

2- أجب العبارات الآتية بـ (نعم) أو (لا):

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

3- صنف المواد الآتية إلى مواد موصلة، ومواد عازلة:

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

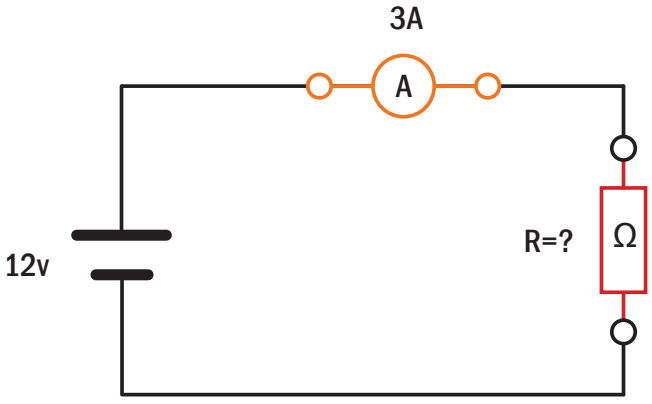
4- كيف تختبر مادة ما، لترى إن كانت مادة موصلة أو مادة عازلة؟

5- علل: تصنع الأسلاك الكهربائية من مادة النحاس، وتغطى بالبلاستيك.

6- اذكر نص قانون أوم.

7- وُصِّلت مقاومة قيمتها (50Ω) بمصدر للفولتية قيمته (100v). احسب التيار الذي تستهلكه هذه المقاومة من المصدر.

8- جِد قيمة المقاومة في الدارة المبينة في الشكل الآتي:



دارة كهربائية بسيطة

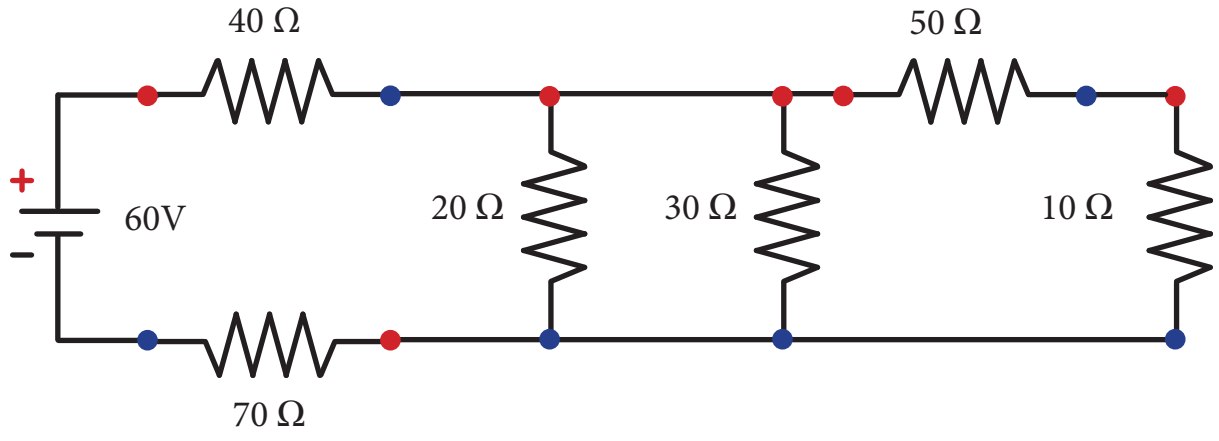
9- اعتمادًا على الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل أدناه، جد ما يأتي:

أ - المقاومة المكافئة لمجموع المقاومات في الدارة الكهربائية.

ب- التيار الكلي المار في الدارة الكهربائية.

جـ- القدرة الكهربائية، المفقودة في الدارة الكهربائية.

د - الطاقة الكهربائية المتدفقة في الدارة الكهربائية بعد مرور 30 ثانية.



10– ما دلالة الألوان الآتية في كلا النظامين الأوروبي والبريطاني:

أ – أخضر فاتح.

ب– أحمر.

جـ– أسود.

د – أزرق.

هـ– أبيض.

11– اذكر أهم الأعطال التي يرصدها جهاز فحص المركبات.

2 الوحدة الثانية

مصدر الطاقة الكهربائية (البطاريات)

المحاور الفرعية:

أولًا: أنواع البطاريات: خصائصها وتركيبها.

ثانيًا: توصيل البطاريات (التوالي، والتوازي).

ثالثًا: استعمال الأجهزة الحديثة في فحص البطاريات واكتشاف الأعطال.

النتاجات

يتوقع من الطالب أن:

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

الأنشطة والتمارين

يتوقع من الطالب أن:

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

مصدر الطاقة الكهربائية (البطاريات)

أولًا: أنواع البطاريات، خصائصها وتركيبها

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرَّف أنواع البطاريات عَبْر دراسة خصائصها وتركيبها الداخلي.

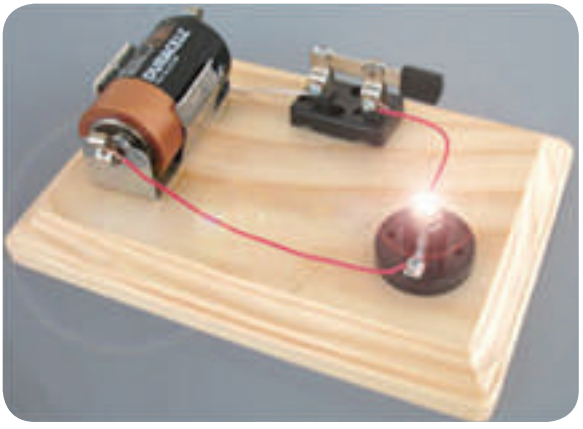
القياس والتقويم

أولًا: أنواع البطاريات: 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 البطاريات من أهم الأجهزة الموجودة في المركبات؛ وتُعدّ المصدر الرئيس للطاقة الكهربائية في المركبة، لأنها جزء مهم من أنظمة التوليد والشحن في المركبة. تطورت صناعة البطاريات في يومنا هذا، وتعددت أنواعها بناءً على المواد المستعملة في تصنيعها، وطرائق تصنيعها، فنجد البطاريات الرصاصية والبطاريات القلوية. ويقوم مبدأ عمل البطاريات على تحولات الطاقة من طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة لتكوّن الإلكترونات الحرة التي تنطلق من المواد المكونة للبطارية 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 البطاريات المستعملة في المركبات وأنواعها وتركيب كل نوع منها، ومبدأ عمل كل من البطاريات الرصاصية والبطاريات القلوية، وسنتعرف الأعطال التي تتسبب في تعطل البطاريات أو تؤثر في أدائها، وسندرس أسباب حدوث هذه الأعطال وكيفية صيانتها.

انظر.. وتساءل



الشكل (2–1) دارة كهربائية بسيطة.

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

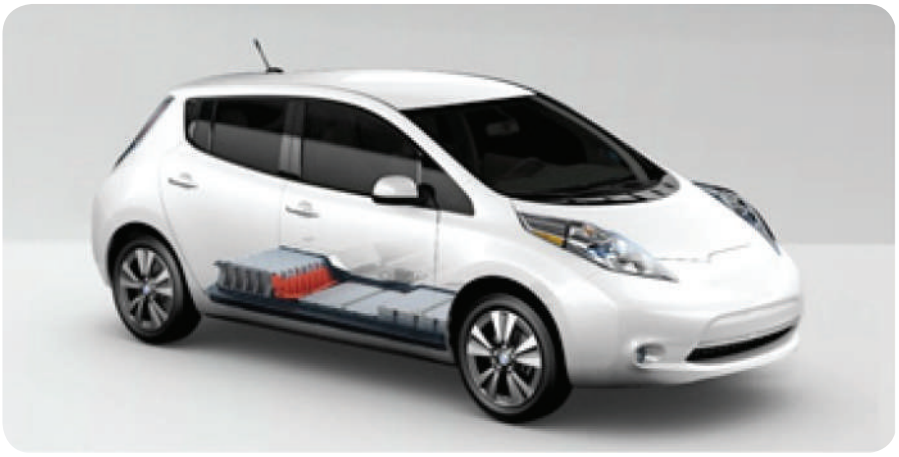
نفّذ هذه التجربة المبينة في الشكل (2–1)، بإشراف المعلم. مستعملًا بطارية مشحونة وأخرى فارغة.

لابد أنك لاحظت أن المصباح الذي وُصِّل ببطارية مشحونة كانت إضاءته جيدة، مقارنة بالمصباح الذي وُصِّل 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 البطاريات ذات الجهد المرتفع كمصدر للطاقة ، حيث تُستعمل البطاريات القلوية من نوع ليثيوم أيون (**lithium- ion battery**)، سعتها 30 كيلو واط/ ساعة، عدد وحدات البطارية (48) وحده ليثيوم أيون. لو طلب منك استبدال بطارية من نوع البطاريات 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(2–2): وحدة البطاريات في المركبة الكهربائية.

لعلك لاحظت بعد البحث والمقارنة بين هذه الأنواع من البطاريات أن استبدال وحدات البطاريات القلوية من نوع ليثيوم أيون (**lithium- ion battery**)، بنوع آخر من البطاريات رصاصية (**lead-acid battery**) في المركبات الكهربائية، سوف يؤثر سلبًا في أداء المركبة والمسافة المقطوعة اعتمادًا على سعة وحدة البطاريات وسرعة استهلاك البطاريات الرصاصية مقارنة مع البطاريات القلوية، إضافة إلى الحيز الكبير الذي سوف تشغله البطاريات الرصاصية داخل المركبة، وازدياد كتلة المركبة، بماذا تفسر التغيير الحاصل على المركبة بعد استبدال البطاريات؟ انظر إلى الشكل (2–2) الذي يُبين وحدة البطاريات في المركبة.

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

اقرأ.. وتعلم

أنواع البطاريات (المراكم) وخصائصها

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

من الخلايا، كل خلية مستقلة وتحتوي المواد الكيميائية والعناصر جميعها اللازمة لإنتاج الكهرباء. إن البطاريات المتعارف عليها ذات الجهد (12.6) فولت المستعملة في المركبات، تتكون من ست خلايا. نظرًا لأهمية هذا العنصر (البطارية) في المركبة، سندرس البطاريات بالتفصيل، أنواعها، وخصائصها، وتركيبها.

تصنف البطاريات المستخدمة في المركبات من حيث نوع المواد المستخدمة في تصنيعها التي تدخل في التفاعلات الكيميائية خاصتها صنفين:

1- **البطاريات الرصاصية: تقسم البطاريات الرصاصية إلى قسمين رئيسين:**

أ – البطاريات القابلة للصيانة: تسمى أيضًا البطاريات القابلة للسكب، ومن أهم مواصفات هذه البطاريات أنها تحتوي أغطية للخلايا، حيث يمكن فتحها والتعديل على مستوى المحلول وكثافته، وإضافة الماء المقطر إليها وَفْقًا للمستويات المطلوبة، حيث يرتفع مستوى المحلول فوق الألواح إلى (10) مم تقريبًا، انظر إلى الشكل (2–3).

ب– البطاريات غير القابلة للصيانة: تكون هذه البطاريات غير قابلة للفتح ولا تحتوي أغطية للخلايا، لذا؛ لا يمكن التعديل على مستوى المحلول وإضافة الماء المقطر للبطارية. تحتوي هذه البطاريات صفائح مصنوعة من سبائك الرصاص؛ لذلك سُميت هذه البطاريات البطاريات الرصاصية. يمتاز هذا النوع بوجود فتحات شفافة نستطيع بوساطتها الاستدلال على حالة الشحن للبطارية 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 البطارية وضرورة استبداله. يحتوي هذا النوع من البطاريات كمية محدودة من المحلول تضاف عند التصنيع، وفتحة تهوية للتخلص من كمية الغازات القليلة الناتجة من التفاعل، انظر إلى الشكل (2–4).

الشكل (2–3): البطاريات القابلة للصيانة.

الشكل (2–4): البطاريات غير القابلة للصيانة.

فكر

ماذا لو لم تحتوِ البطارية فتحة تهوية؟

هل يؤثر تركيب هذا النوع من البطاريات تركيبًا مائلًا داخل المركبة في كفاءة البطارية وأدائها؟ فسر ذلك.

مكونات البطاريات الرصاصية

يتكون البطارية الرصاصي من الأجزاء الآتية:

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

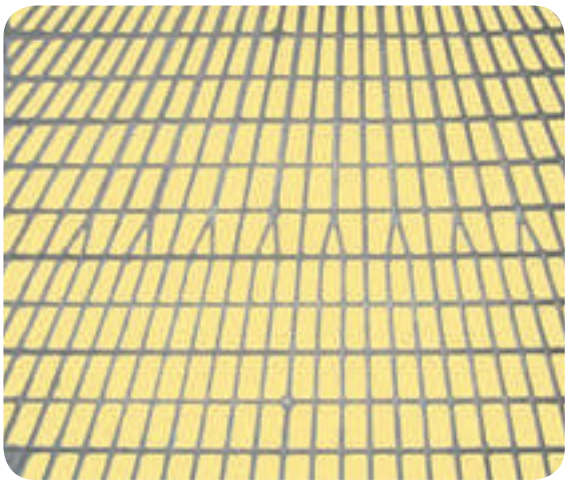
2- **الغطاء العلوي (Cover)**: يُصنع هذا الغلاف من المادة نفسها المكونة للغلاف الخارجي، قد يحتوي الغطاء فتحات بمحاذاة كل خلية وذلك في حالة البطاريات القابلة للصيانة، أو عدم احتوائه فتحات مثل البطاريات غير القابلة للصيانة.

فكر

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

3- **الألواح** : تحتوي كل خلية من الخلايا البطارية 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:

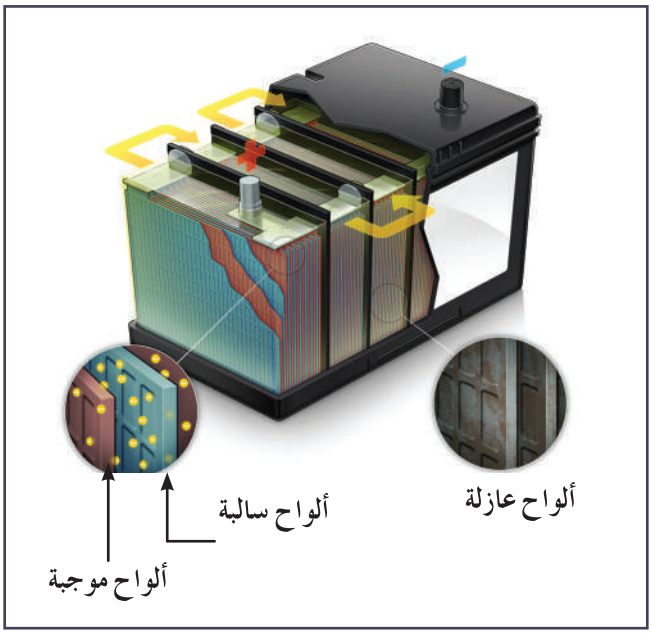
أ- الألـواح الشبكيـة الموجبـة (**Positive Plates**): وتحتـوي هـذه الألواح الموجبة مادة ثاني أكسيـد الرصاص بين فراغاتها، وتمتاز بلونها البني الداكن.



الشكل (2-5): الألواح الشبكية داخل البطارية.

ب- الألواح الشبكية السالبة (**Negative Plate**): وتحتوي هذه الألواح السالبة مادة الرصاص بين فراغاتها، وتمتاز بلونها الرمادي، بزيادة لوح واحد عن الألواح الموجبة كما يبين الشكل (2-5) الألواح الشبكية داخل البطارية.

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



الشكل (2-6) ترتيب الألواح داخل البطارية.

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

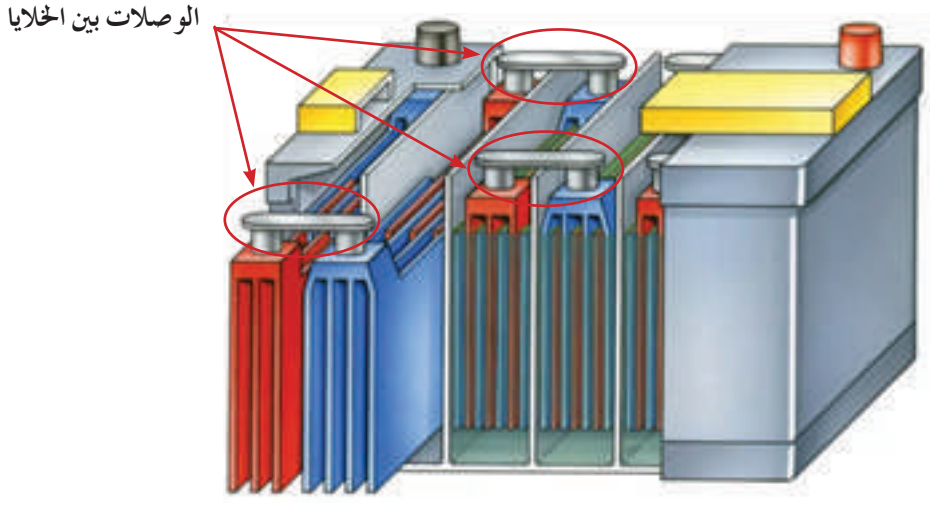
ب- تمتاز هذه السطوح بالمسامية للسماح بانتقال المحلول بين الألواح الموجبة والسالبة.

جـ- تمتلك هذه الألواح سطحًا أملس 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، أنظر الشكل (2-6).

فكر

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

5- **الوصلات بين الخلايا**: توصَل الخلايا ببعضها البعض بوساطة 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 للبطاريات. فالمعروف أن البطاريات المستعملة حاليًّا، تحتوي (6) خلايا، كل خلية تنتج (2،1) فولت، ويصبح مقدار فولتيتها الكلي (12.6) فولت، انظر الشكل (2-7).



الشكل (2-7): الوصلات بين الخلايا.

فكر

ما قيمة الفولتية الكلية للبطارية الرصاصية لو وُصِّلت الخلايا على التوازي بدلًا من التوالي؟ فسر إجابتك.

6- **الأقطاب (Battery Terminals)**: في أغلب البطاريات تكون الأقطاب على الغطاء العلوي للبطارية وفي بعضها تكون على الجانبين، حيث تعمل الشركات الصانعة للبطاريات على تمييز أقطاب البطاريات، فيصنع 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 (2-8).

الشكل(2-8): أقطاب البطارية.

7- **محلول البطارية الحامضي (Electrolyte)**: يحتوي البطارية محلولًا حامضيًّا بكثافة 1.285 غم/ سم 3. يمثل الماء المقطر النسبة الكبرى وهي 64% من المحلول، أما النسبة المتبقية منه، فتمثل حامض الكبريتيك وهي 36%. كما يجب أن يغمر المحلول الألواح كليًّا حتى يصل إلى مستوى يرتفع إلى 10مم تقريبًا فوق مستوى الألواح.

تحضير المحلول الحمضي الخاص بالبطاريات

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

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

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

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

4- اسكب كمية مناسبة من الماء المقطر في الوعاء.

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

6- أضف المحلول المحضّر حديثًا بعد التأكد من انخفاض درجة حرارته إلى 26.7 درجة مئوية تقريبًا.

7- احرص على عدم شحن البطارية حتى تتشبع الألواح بالحامض.

8- 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.

قياس كثافة المحلول

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

عند قياس الوزن النوعي للمحلول داخل البطارية، يجب التنبه إلى تأثير درجة الحرارة في قيمة الوزن النوعي للمحلول حيث تختلف بمقدار (0،02 غم/سم^3) لكل درجة حرارة، لذلك يجب التنبه إلى تعديل قيمة الوزن النوعي مع انخفاض درجة الحرارة أو ارتفاعها عن (27°س).

يستعمل جهاز خاص لقياس كثافة المحلول داخل البطاريات، ويسمى الهيدروميتر (Hydrometer) أو المكثاف، ويتكون الهيدروميتر من أنبوب زجاجي ذي نهاية رفيعة يتصل ببصيلة مطاطية في نهايته، ويحتوي عوامة زجاجية داخلية 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 (2–9).

الشكل (2–9): الهيدروميتر جهاز قياس كثافة المحلول.

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

يستعمل جهاز الهيدروميتر لقياس كثافة المحلول داخل البطاريات كما يأتي:

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

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

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

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

تُحدد حالة البطارية بناء على قراءة الجهاز كما يأتي:

1- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون أخضر، فكثافة المحلول جيدة، وتكون كثافة (1.264-1.29) غم/سم^3.

2- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأبيض، فكثافة المحلول متوسطة وبحاجة إلى الشحن، وتكون كثافة (1.205-1.235) غم/سم^3.

3- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأحمر، فكثافة المحلول منخفضة جدًّا، وتكون كثافة (1.110-1.165) غم/سم^3.

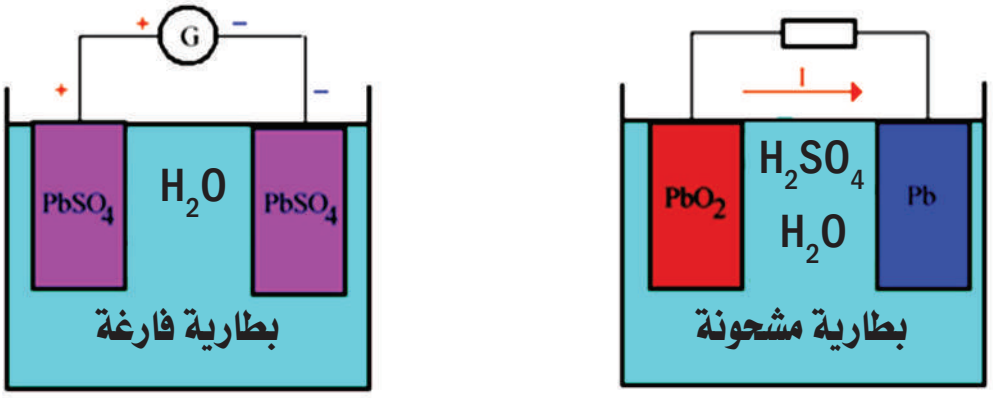
شحن البطاريات الرصاصية

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

1- **شحن البطارية للمرة الأولى:** عند الانتهاء من تصنيع البطارية يُشحن بشحنة ابتدائية تسمى شحنة التكوين، تتم هذه العملية وِفْقًا لما يأتي:

وَصْلُ طرفي البطارية بمصدر فولتية كهربائية مقدارها (2.5 فولت) للخلية الواحدة، حيث يمر تيار كهربائي عَبْرَ المحلول يؤدي إلى تحلل الماء إلى هيدروجين وأوكسجين، ويبدأ التفاعل الكيميائي، حيث يرتبط الأوكسجين مع أول أكسيد الرصاص على الألواح الموجبة مُكوِّنًا طبقة من ثاني أكسيد الرصاص، وتتفاعل أيونات الهيدروجين مع أول أكسيد الرصاص على الألواح السالبة مكونة رصاصًا إسفنجيًّا، وهكذا، تكون البطارية جاهزة للاستعمال لأول مرة ومشحونة شحنة كاملة.

2- **تفريغ البطاريات:** عند وصل البطارية بدارة كهربائية تغذي حملًا كهربائيًّا 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 (SO_4) عن الهيدروجين (H_2)، وتتحد مع الرصاص (Pb)، على كل الصفيحتين الموجبة والسالبة مكونة كبريتات الرصاص (Pbso4)، وتتحد ذرة الأوكسجين (O_2) مع الهيدروجين مكونة الماء (H_2O)، في نهاية التفريغ يصبح المحلول ماء (H_2O) والصفائح الموجبة والسالبة مكونة من كبريتات الرصاص (Pbso4). المعادلة الكيميائية في أثناء التفريغ، كما في الشكل (2–10).



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

الشكل(2–10) التفاعلات في أثناء عملية الشحن والتفريغ للبطارية.

نتائج التفاعلات الحاصلة داخل البطارية في أثناء عملية التفريغ:

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

ب– ازدياد كمية الماء، وعليه، ينخفض الوزن النوعي للمحلول داخل البطارية.

جـ– مع تكرار حدوث هذه التفاعلات تتكون مادة كبريتات الرصاص ($PbSO_4$) طبقةً عازلة على الألواح السالبة والموجبة، وعليه، تقلل من كفاءة البطارية.

3– **إعادة شحن البطارية الرصاص**: في أثناء عملية الشحن توصل البطارية بمصدر للتيار المستمر (الطاقة كهربائية)، حيث تتحول الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة كيميائية تخزن داخل البطارية. تُشحن البطاريات بطريقتين، هما:

أ – الشحن السريع، في هذه الحالة يجب ألّا تتجاوز قيمة تيار الشحن (0.8) من سعة البطارية.

ب– الشحن البطيء، في هذه الحالة يجب ألّا تتجاوز قيمة تيار الشحن (0.1) من سعة البطارية.

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

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

أعطال البطاريات الرصاصية

تتعرض البطاريات الرصاصية إلى أعطال عديدة، تؤثر في أداء البطارية داخل المركبة، وهي موضحة في الجدول الآتي، فضلًا عن سبب العطل وطريقة صيانته:

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

البطاريات القلوية

تعدّ البطاريات من أهم الأنظمة الموجودة حاليًّا، حيث أسهمت بصورة كبيرة في تطور التقنيات التي تحتاج إلى تخزين الطاقة الكهربائية. وأصبحت البطاريات القلوية – حديثًا–أحد أهم أنظمة التخزين المستخدمة في مجال المركبات الهجينة والمركبات الكهربائية، ويُعتمد على البطاريات القلوية لتصنيع بطاريات الجهد المرتفع (**High Voltage Battery**)، التي تشكل قلب السيارة الهجينة، والمصدر الرئيس لتزويد هذا النوع من المركبات بالطاقة، كما في الشكل (2–11).

الشكل (2–11): البطاريات القلوية.

فكر

تُستعمل البطاريات من نوع ليثيوم أيون (**Li-ion**)، والبطاريات 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 البطاريات؟ هل الاعتماد على بطاريات من نوع نيكل كادميوم (**Ni-Cad**)، أو نيكل ميتل (**Ni-MH**) مُزوِّدًا للطاقة بدلًا من ليثيوم أيون في المركبات الكهربائية، يؤثر في أداء المركبة الكهربائية؟ فسر إجابتك.

لعلك لاحظت بعد البحث وإجراء المقارنة بين تلك الأنواع من البطاريات ، أنها جميعًا استُعملت لمواد قلوية في تصنيعها، وأن كلًّا منها له خصائصه مثل: السعة، والفولتية، وعمر البطارية، إذًا، لو استُبدلت بطاريات الليثيوم أيون ببطاريات من نوع نيكل– حديد سوف يتأثر أداء المركبة، حيث تستطيع المركبة التي تعمل ببطارية من نوع ليثيوم أيون (**Li–ion**) ووزنها (120) كيلوغرام أن تسير مسافة (150) كيلومتر. وإذا استبدلت بطارية الليثيوم أيون ببطارية من نوع نيكل– متال مثلًا، فلن تستطيع المركبة السير إلا مسافة (50) كيلومترًا.

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

1– عدد الخلايا في البطارية، كلما ازداد عدد الخلايا، ازدادت سعة البطارية.

2– حجم الخلايا في البطارية.

تصنيف البطاريات القلوية

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

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

شاع استعمال هذا النوع من البطاريات، حيث إنها تتفوق على البطاريات 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 (0،2 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 (700) 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.

مزايا البطاريات من نوع ليثيوم أيون:

- العمر الافتراضي للبطارية طويلة نسبيًّا تتراوح بين (10–15) سنة.
- إمكانية التخزين مدة طويلة في حالة الشحن دون تفريغه، ويتميز بانخفاض التفريغ الذاتي للبطارية.
- غير حساس للزيادة في عملية الشحن والتفريغ، ولا يتعطل بسهولة.
- ارتفاع كثافة الطاقة (السعة الكهربائية) للبطارية، حيث تمتلك الخلية الواحدة فولتية مقدارها (7) فولت.
- الوزن الخفيف للبطارية، بالإضافة إلى القدرة على تحمل الصدمات، وعدم تأثره إذا كان بوضعية مائلة.
- حاجته القليلة للصيانة.

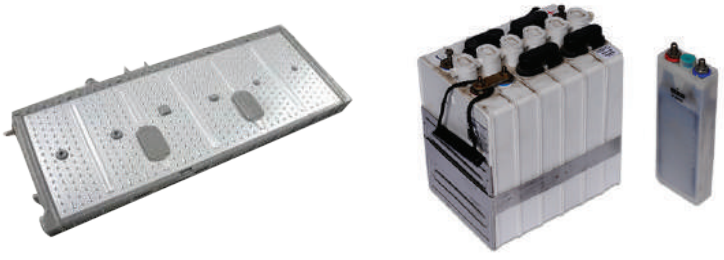
عيوب البطاريات من نوع ليثيوم أيون:

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

فكر

ما الفرق بين البطارية من نوع ليثيوم أيون والبطارية من نوع ليثيوم بوليمر؟

بطارية نيكل – كاديميوم (NiCad)



الشكل(2–12): البطاريات من نوع نيكل – كاديميوم (NiCad).

2- **بطارية نيكل- كادميوم**: نوع من أنواع البطاريات القابلة الشحن، تتكون أقطابها الكهربائية من أكسيد النيكل في القطب الموجب، وأكسيد الكاديميوم في القطب السالب، بالنسبة للمحلول المكون من هيدروكسيدالبوتاسيوم والماء المقطر بكثافة مقدارها (1.2 غم/ سم^3)، يستعمل هيدروكسيد البوتاسيوم غالبًا، نظرًا لانخفاض مقاومته الداخلية وخصائص التوصيل الجيدة، وتوفر هذه البطاريات تيارات عالية جدًّا ويمكن شحنها بسرعة غالبًا.

تعمل بطارية النيكل والكادميوم (**NiCd**) 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 البطارية، 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 الكاديميوم إلى كادميوم إسفنجي. في أثناء تفريغ البطارية، تُختَزَل المادة الفعّالة على الطرفين لتتحول إلى أكسيد الكاديميوم. 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 البطارية من نوع النيكل كادميوم عَبْرَ قياس كثافة المحلول داخل الخلايا، كما في البطاريات الرصاصية؟

مزايا البطاريات 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 البطاريات.
- ثبات كثافة السائل في أثناء عملية الشحن أو التفريغ.

عيوب البطاريات من نوع نيكل كادميوم:

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

3- **نيكل-متال (Ni-MH)**: طُوِّرت بطاريات النيكل/هيدريد المعادن (Ni-MH)؛ بسبب المتطلبات الصحية والبيئية الملحة؛ لإيجاد بدائل للبطاريات من نوع النيكل/ الكادميوم. هناك اهتمام كبير بتطوير بطاريات (Ni-MH) لاستخدامها في صناعة المركبات الكهربائية والمركبات الهجينة. من الأمثلة على هذا النوع من البطاريات، بطارية 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(2-13).

الشكل (2-13): بطاريات النيكل والحديد (Ni-iron).

- ابحث في الإنترنت عن أنواع أخرى من البطاريات الحديثة المستخدمة في المركبات، واكتب تقريرًا عن استخداماتها ومواصفاتها.
- ابحث عن المصطلح (المراكم) وتبيَّن سبب التسمية.

التمارين العملية

التمرين الأول

نزع البطارية عن المركبة.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنزع البطارية من المركبة ثم تعيد تركيبه.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند نزع البطارية من المركبة:

- 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 المعلم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- بطارية. 3- صندوق العُدَد والأدوات. 4- قفافيز.	

خطوات الأداء

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

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

3- جهّز المركبة متأكدًا من إطفاء المحرك، وانتظر حتى تنخفض درجة حرارة المحرك، ارفع الغطاء الأمامي للمركبة، انظر إلى الشكل (1).

4- فك مربط القطب السالب للبطارية أولًا، ثم ارفع المربط عن قطب البطارية، انظر إلى الشكل (2).

5- فك مربط القطب الموجب للبطارية، ثم ارفع المربط عن قطب البطارية، انظر إلى الشكل (3).

6- فك البرغي المثبت للبطارية بقاعدته، وارفع البطارية عن قاعدته، لإجراء الصيانة المناسبة له، واحرص على رفع البطارية عموديًّا عن قاعدته. انظر إلى الشكل (4).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الأنشطة العملية

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

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أجهز المركبة متأكّدًا من إطفاء المحرك والانتظار حتى تنخفض درجة حرارة المحرك.			
2	أفك مربط القطب السالب للبطارية أولًا.			
3	أفك البرغي المثبت للبطارية بقاعدته.			
4	أرفع البطارية بشكل عمودي عن قاعدته.			

التمارين العملية

التمرين الثاني

فحص مستوى المحلول داخل البطاريات.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تقيس مستوى المحلول في البطارية.

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 إلى ذلك.
- توخي الحذر عند التعامل مع مصدر للتيار الكهربائي داخل المشغل.
- تجنب لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- التنبه جيدًا إلى الإرشادات والتعليمات التي يمليها عليك المعلم.
- الابتعاد عن مصادر اللهب.
- التأكد من توافر مصدر مياه صالحه للشرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1- متطلبات السلامة والصحة المهنية.
2- بطارية ذو أغطية خلايا قابلة للفك.
3- قمع لإضافة الماء المقطر.
4- قفافيز.
5- نظارة بلاستيكية.

المواد الأولية

- ماء مقطر

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

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

الشكل (1)

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

3- نظف الغطاء العلوي للبطارية جيدًا بقطعة قماش، كما في الشكل (1).

4- تفقد مستوى محلول البطارية بعد فك أغطية الخلايا، إذا كان البطارية 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 أفقيًا إلى مستوى المحلول داخل البطارية كما في الشكل (2).

الشكل (2)

5- أضف الماء المقطر إذا كان مستوى المحلول أقل من المستوى المطلوب. كما في الشكل (3).

الشكل (3)

خطوات الأداء

6- إذا كانت البطارية من نوع غير قابل للصيانة، فتستعمل العين الشفافة، لتعرُّف حالة البطارية كما يأتي:

أ - إذا كانت خضراء، فالبطارية بحالة شحن جيدة، كما في الشكل (4).

ب- إذا كانت بيضاء، فيجب استبدال البطارية.

جـ- إذا كانت سوداء، فيجب شحن البطارية.

الرسم التوضيحي

الشكل (4)

الأنشطة العملية

افحص بطارية أخرى مُحدِّدًا حاجتها إلى تعديل على مستوى المحلول، ثم حضّر المحلول وأضفه إلى البطارية.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أتفقد مستوى محلول البطارية بعد فك أغطية الخلايا.			
2	أتفقد مستوى محلول البطارية بالنظر إلى مستوى المحلول وأقارنه بالمستويات المحددة على الغلاف الخارجي.			
3	أحدد حالة البطارية غير القابلة للصيانة مُعتمِدًا على العين الشفافة الموجودة على الغطاء العلوي للبطارية.			
4	أضيف الماء المقطر تدريجيًّا إلى المحلول.			

التمارين العملية

التمرين الثالث

قياس كثافة محلول البطاريات.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تقيس كثافة المحلول في البطارية.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند استعمال جهاز الهيدروميتر لقياس كثافة المحلول:

- 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 إلى ذلك.
- 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 المعلم.
- الابتعاد عن مصادر اللهب.
- التأكد من توافر مصدر للمياه الصالحة للشرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- بطارية ذو أغطية خلايا قابلة للفك	- ماء مقطر
2- جهاز هيدروميتر	
3- قفافيز	
4- نظارات واقية	
5- ميزان حرارة	

خطوات الأداء

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

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

3- نظف سطح البطارية جيدًا، ثم فك أغطية خلايا البطارية، كما في الشكل (1)

4- فرغّ 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(2)

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

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6- اقرأ تدريج العوّامة الزجاجية، يجب أن يكون مستوى نظرك أفقيًّا ليماثل مستوى المحلول، مراعيًا عدم استعمال الجهاز للقياس عند تزويد البطارية بالماء المقطر مباشرة، يجب الانتظار حتى نضمن اختلاط الماء بالمحلول، اقرأ تدريج العوامة الزجاجية، كما يأتي:

أ- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأخضر، فكثافة المحلول جيده، كما في الشكل (3)

الشكل (3)

ب- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأبيض، فكثافة المحلول متوسطة وبحاجة إلى الشحن، كما في الشكل (4)

الشكل (4)

جـ- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأحمر، فكثافة المحلول منخفضة جدًّا، كما في الشكل (5)

الشكل (5)

7- يجب قياس الوزن النوعي للمحلول في كل خلية من خلايا البطارية، ويجب أن تكون الكثافة متقاربه في الخلايا كلها وِفْقًا للخطوات المذكورة سابقًا على الخلايا المتبقية في البطارية، متأكدًا أن تكون كثافة الخلايا جميعها متقاربة. حيث تتراوح كثافة المحلول للبطارية المشحون تمامًا بين (1،265 غم/سم3) و(1،290غم/سم3).

الأنشطة العملية

افحص كثافة المحلول لخلايا البطارية 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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أقيس كثافة المحلول في خلايا للبطارية جميعها.			
2	أنظر إلى مستوى العوامة أفقيًّا لتحديد كثافة المحلول.			
3	أنتظر مدة قليله من الزمن بعد إضافة الماء المقطر إلى المحلول لضمان اختلاطه، للحصول على قراءة صحيحة من الجهاز.			
4	أنظف أقطاب البطارية والسطح الخارجي قبل الفحص.			

التمارين العملية

التمرين الرابع

فحص فولتية البطارية.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تفحص فولتية البطارية.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند نزع البطارية 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.
- تجنب لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المعلم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- جهاز فولتميتر. 2- بطاريات. 3- مركبة. 4- صندوق العُدَد والأدوات. 5- قفافيز. 6- نظارات واقية.	

خطوات الأداء

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

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

3- افحص جهاز القياس، واختبر صلاحية البطارية فيه، متأكدًا من ضبط جهاز الفولتميتر على تدريج الفولتية المباشرة، كما في الشكل (1).

4- وصّل طرفي الفولتميتر بأقطاب البطارية (بطارية غير مشحون)، ثم دوّن النتائج الظاهرة على جهاز القياس، كما في الشكل (2).

5- وصّل طرفي الفولتميتر بأقطاب البطارية (بطارية مشحون)، دوّن النتائج الظاهرة على جهاز القياس، كما في الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الأنشطة العملية

افحص بطارية مشحون جزئيًّا، مُستعمِلًا 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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أتأكد من ضبط جهاز الفولتميتر على تدريج الفولتية.			
2	أوصل طرفي الفولتميتر بأقطاب البطارية (بطارية غير مشحون) بصورة صحيحة.			
3	أنظف أقطاب البطارية قبل الفحص.			
4	أحدد حالة البطارية إذا كان مشحونًا أم لا، حسب نتائج جهاز التحميل.			

التمارين العملية

التمرين الخامس

شحن البطارية شحنًا بطيئًا.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تشحن البطارية شحنًا بطيئًا.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية الخاصة بشحن البطارية الرصاصية 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.
- تجنب لمس أي جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات والتعليمات التي يمليها عليك المعلم.
- الابتعاد عن مصادر اللهب.
- التأكد من توافر مصدر للمياه الصالحة للشرب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- بطارية . 2- جهاز هيدروميتر. 3- جهاز شحن. 4- ثيرموميتر (مقياس درجة الحرارة). 5- قفافيز. 6-نظارات واقية.	- ماء مقطر

خطوات الأداء

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

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

3- فُكّ البطارية عن قاعدتها في المركبة، ثم فُكّ مربط القطب السالب أولًا، ثم مربط القطب الموجب، والبرغي الذي يثبت البطارية بقاعدتها، كما في الشكل (1).

4- نظف سطح البطارية جيدًا كما في الشكل (2).

5- فُكّ أغطية خلايا البطارية كما في الشكل (3).

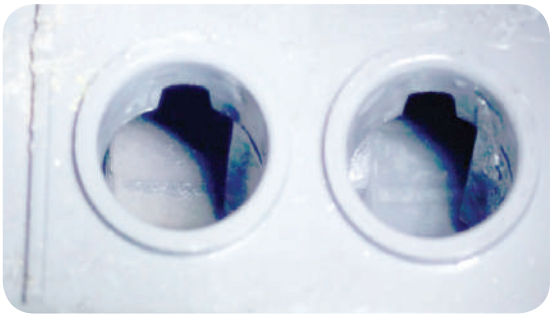
6- افحص مستوى المحلول في البطارية، ثم أضف الماء المقطر إذا كان مستوى المحلول منخفضًا، كما في الشكل (4).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)



الشكل (4)

خطوات الأداء

7- افحص كثافة المحلول في البطارية. على أن تتراوح كثافة المحلول للبطارية المشحونة بين (1.265 غم/سم^3) و (1.290غم/سم^3). انظر إلى الشكل (5).

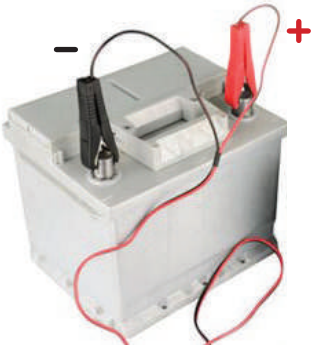
8- صِل ملاقط جهاز الشحن بأقطاب البطارية بصورة صحيحة مراعيًا وصل الأقطاب بصورة صحيحة، توصيل القطب الموجب للبطارية بالملقط الأحمر الموصول بالطرف الموجب لجهاز الشحن انظر إلى الشكل (2)، والقطب السالب للبطارية بالملقط الأسود الموصول بالطرف السالب لجهاز الشحن، انظر إلى الشكل (6).

9- اضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة البطارية المراد شحنه، متأكدًا من ضبط جهاز الشحن تبعًا لفولتية البطارية (12 فولت).

10- صِل جهاز الشحن بمصدر التيار الكهربائي، ثم شغل الجهاز بضبط مفتاح التشغيل على وضع (ON)، مُتأكِّدًا من إضاءة مصباح الجهاز، انظر إلى الشكل (8).

الرسم التوضيحي

الشكل (5)



الشكل (6)

الشكل (8)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

11- اضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت الشحن البطيء، إذا كان الجهاز المستعمل حديث الصنع، يتم اختيار تدريج شحن بطيء تلقائيًا، ثم يُحدّد وقت الشحن البطيء.

الشكل (10)

12- راقب درجة حرارة المحلول داخل البطارية مُستعمِلًا جهاز الثيرموميتر، واحرص على ألّا ترتفع درجة حرارة المحلول في أثناء عملية الشحن عن 50°(s)، إذا ارتفعت الحرارة أوقف الشحن، إلى أن تنخفض درجة حرارة المحلول.

13- أغلق جهاز الشحن بعد إنهاء الشحن، مراعيًا فك الملقط الأسود، المربوط بالقطب السالب للبطارية أولًا. انظر إلى الشكل (10).

الشكل (11)

14- أعِد البطارية إلى المركبة، مراعيًا ربط قطب المركبة الموجب بقطب البطارية الموجب قبل مربط قطب المركبة السالب، انظر إلى الشكل (11).

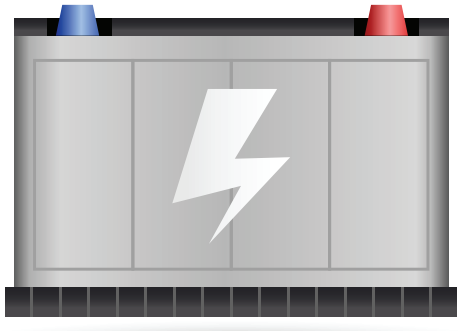
الأنشطة العملية

اشحن بطارية أخرى 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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفتح أغطية خلايا البطارية عند الشحن.			
2	أضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت الشحن البطيء، وتيار شحن لا يتجاوز (0.1) من السعة.			
3	أراقب درجة حرارة المحلول داخل البطارية مستعملًا جهاز الثيرموميتر.			
4	أضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة البطارية، متأكدًا من قيمة فولتية الشحن (12) لجهاز الشحن.			



التمرين السادس

شحن البطارية شحنًا سريعًا.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تشحن البطارية شحنًا سريعًا.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند شحن البطارية شحنًا سريعًا:

- التأكد من القيام بعملية الشحن بالمكان المناسب من حيث (التهوية، الحرارة)، وعدم وجود مصدر إشعال.
- التأكد من الوزن النوعي لمحلول البطارية 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.
- تجنب لمس أيّ جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- التنبه جيدًا إلى الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المعلم.
- التأكد من توافر الإنارة الكافية في مكان الشحن، وأن يكون مكان الشحن معتدل الحرارة.
- توافر مصدر للماء، للتقليل من الأخطار الناتجة من ملامسة سائل البطارية.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- بطارية . 2- جهاز هيدروميتر. 3- جهاز شحن. 4- ثيرموميتر (مقياس درجة الحرارة). 5- قفافيز. 6-نظارات واقية.	- ماء مقطر

خطوات الأداء

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

2- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

3- فُكّ البطارية عن قاعدته في المركبة، ثم فُكّ مربط القطب السالب أولًا، ثم مربط القطب الموجب، والبرغي الذي يثبت البطارية في قاعدته، كما في الشكل (1).

4- نظف سطح البطارية جيدًا، كما في الشكل(2).

5- فُكّ أغطية خلايا البطارية، كما في الشكل (3).

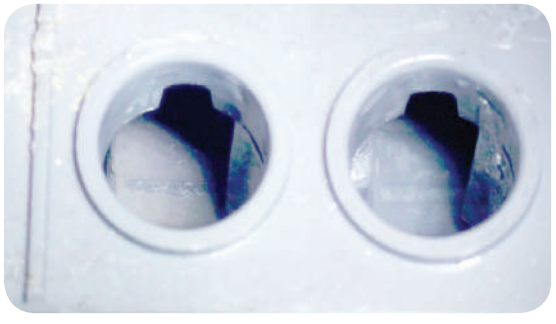
6- افحص مستوى المحلول في البطارية، ثم أضف الماء المقطر إذا كان مستوى المحلول منخفضًا، انظر إلى الشكل (4).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)



الشكل (4)

خطوات الأداء

7- افحص كثافة المحلول في البطارية، على أن تتراوح كثافة المحلول للبطارية المشحون بين (1.265 غم/سم^3) و(1.290غم/سم^3)، انظر إلى الشكل (5).

8- صِل جهاز الشحن بمصدر التيار الكهربائي، ثم شغل الجهاز بضبط مفتاح التشغيل على وضع (ON)، متأكدًا من إضاءة مصباح الجهاز، انظر إلى الشكل (6).

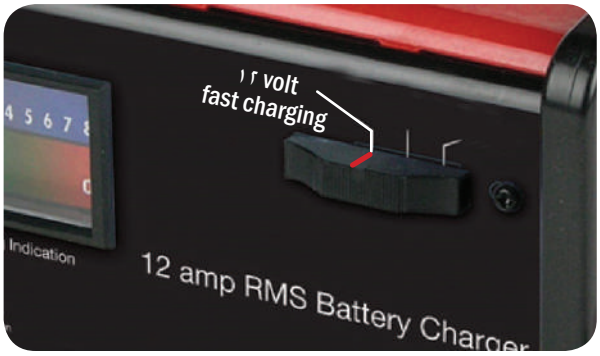
9- اضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة البطارية المراد شحنه، متأكدًا من ضبط جهاز الشحن تبعًا لفولتية البطارية (12 فولت)، انظر إلى الشكل (7).

10- اضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت الشحن السريع، إذا كان الجهاز المستعمل حديث الصنع. تتراوح مدة الشحن السريع من (20) إلى (30) دقيقة.

الرسم التوضيحي

الشكل (5)

الشكل (6)



الشكل (7)

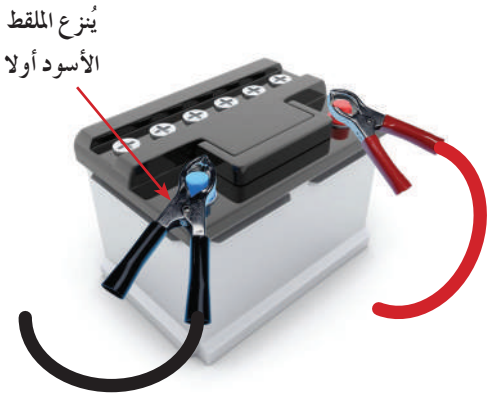
خطوات الأداء

11- راقب درجة حرارة المحلول داخل البطارية مستعملًا جهاز الثيرموميتر.

12- أغلق جهاز الشحن بعد إنهاء الشحن، وانزع الملقط الأسود أولًا، انظر إلى الشكل (8)

13- أعِد البطارية إلى المركبة، مراعيًا ربط قطب المركبة الموجب بقطب البطارية الموجب أولًا قبل ربط قطب المركبة السالب، انظر إلى الشكل (9).

الرسم التوضيحي



الشكل (8)

الشكل (9)

الأنشطة العملية

اشحن بطارية أخرى شحنًا سريعًا مراعيًا الخطوات السابقة جميعها في التمرين.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفتح أغطية خلايا البطارية عند الشحن.			
2	أضبط المؤقت في جهاز الشحن على توقيت يتراوح بين (20) و (30) دقيقة، وتيار شحن لا يتجاوز (0.8)عن السعة.			
3	أراقب درجة حرارة المحلول داخل البطارية مستعملًا جهاز الثيرموميتر.			
4	أضبط جهاز الشحن على التيار المناسب حسب سعة البطارية، وأتأكد من قيمة فولتية الشحن (12) لجهاز الشحن.			

التمارين العملية

التمرين السابع

فحص البطارية عند التحميل.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تفحص البطارية بجهاز فحص التحميل للتأكد من صلاحيته.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند فحص البطارية 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.
- تجنب لمس أيّ جزء الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات والتعليمات التي يمليها عليك المعلم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- جهاز فحص التحميل. 2- بطارية فولتيه (12) فولت. 3- مركبة. 4- صندوق العُدَد والأدوات. 5- قفافيز. 6- نظارات واقية. 7- جهاز هيدروميتر.	

خطوات الأداء

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

2- أمّـن منطقة العمل جيـدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

3- افحص مستوى المحلـول في البطارية، كمـا تعلمت سابقًـا، متأكـدًا أن يكون المحلـول بالمستوى المطلـوب، انظر إلى الشـكل (1).

4- افحص كثافـة المحلول في خلايـا البطارية جميعهـا، مُستعمِلًا جهاز الهيدروميتر كما تعلمـت سابقًا، ثم تأكد من أن تكون كثافة المحلـول متقاربـة، وضمن النسـب الآتية (1.265غـم/ سـم^3) إلـى (1.290 غـم/ سم^3)، انظر إلى الشكل (2).

5- عاير تيار الحمـل بجهاز التحميل ليساوي ثلاثة أضعاف سعة البطارية المراد فحصه.

6- صل طرفي جهاز فحص التحميل بأقطاب البطارية، بتوصيل الملقط الأحمر بالقطب الموجب، والملقط الأسود بالقطب السالب، انظر إلى الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

خطوات الأداء

7- دوّن قيمة الفولتية التي تظهر على جهاز التحميل، ثم اضغط على مفتاح التشغيل (on) لجهاز فحص التحميل، انظر إلى الشكل (4).

8- حمّل البطارية على تيار الفحص مدة (15) ثانية، ثم دوّن قيمة الفولتية الظاهرة على جهاز فحص التحميل. لاحظ قيم الفولتية بعد التحميل، وحدد حالة البطارية إذا كان صالحًا للاستعمال أم لا، عند تحميل البطارية على تيار الفحص، إذا كانت قراءة الفولتية أعلى من (9.6) فولت، فحالة البطارية جيدة، وإذا كانت قيمة الفولتية اقل من ذلك، فيجب إعادة شحن البطارية، انظر إلى الشكل (5).

9- في حال كانت قيم الفولتية قليلة هذا يعني ضرورة استبدال البطارية.

الرسم التوضيحي

الشكل (4)

الشكل (5)

الأنشطة العملية

افحص بطارية أخرى مستعملًا جهاز التحميل، ومحددًا حالة البطارية 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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أصل طرفي جهاز فحص التحميل بأقطاب البطارية، بتوصيل الملقط الأحمر بالقطب الموجب، والملقط الأسود بالقطب السالب.			
2	أحمل البطارية على تيار الفحص لمدة (20) ثانية.			
3	أعيد شحن البطارية إذا كانت قيمة الفولتية منخفضة.			
4	أحدد حالة البطارية إذا كان صالحًا للاستعمال أم لا، حسب نتائج جهاز التحميل.			

التمارين العملية

التمرين الثامن

تشخيص أعطال البطاريات وتصليحها.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تشخّص أعطال البطارية، وتصلّح أعطاله.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند تشخيص أعطال البطاريات:

- إطفاء المركبة قبل البدء بتشخيص أعطال البطاريات.
- تنظيف البطاريات 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 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 أيّ جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة، إن وجدت.
- تنفيذ الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المعلم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1- بطاريات.
2- مركبة.
3- صندوق العُدَد والأدوات.
4- قفافيز.
5- نظارات واقية.
6- أدوات تنظيف.
7- جهاز الفولتميتر.
8- فرشاة سلك.

المواد الأولية

1- ماء مقطر
2- صودا لإزالة التكلس

خطوات الأداء

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

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

3- نظّف الغلاف الخارجي، والغطاء العلوي، والأقطاب للبطارية مستعملًا الأدوات المناسبة.

4- نظّف مرابط الأقطاب مستعملًا مادة الصودا لإزالة التكلس والأملاح، انظر إلى الشكل (1).

5- نَظّف أقطاب البطارية، مستعملًا فرشاة سلك، انظر إلى الشكل (2).

6- افحص جسم البطارية، والتأكد من عدم وجود أية أعطال مثل الكسور أو تسرب المحلول، أو أية أعطال قد تؤثر في كفاءة البطارية مثل: (انخفاض مستوى المحلول، انخفاض كثافة المحلول)، وأجرِ الصيانة اللازمة للبطارية أو استبدالها، كما في الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

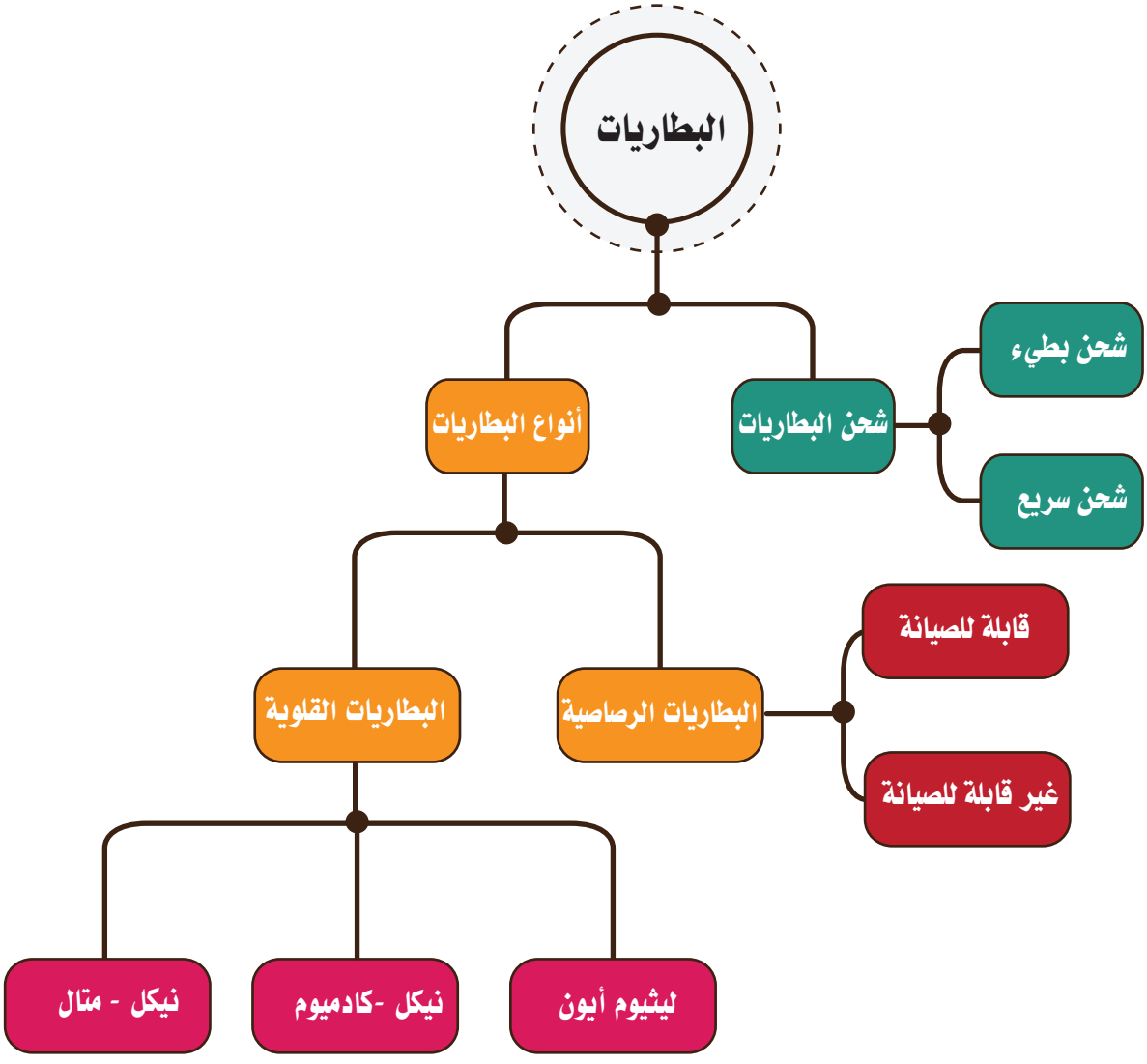
الأنشطة العملية

افحص بطارية أخرى محددًا أعطالها وأسباب حدوثها، ثم صلحها.

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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أنظف الغطاء الخارجي للبطارية قبل الفحص.			
2	أنظف المرابط من التكلس والأوساخ.			
3	أنظف الأقطاب مُستعمِلًا فرشاة سلك.			
4	أفحص جسم البطارية متأكدًا من عدم وجود تشققات.			


البطاريات
شحن البطاريات
شحن بطيء
شحن سريع
أنواع البطاريات
البطاريات الرصاصية
قابلة للصيانة
غير قابلة للصيانة
البطاريات القلوية
ليثيوم أيون
نيكل -كادميوم
نيكل - متال

مصدر الطاقة الكهربائية (البطاريات)

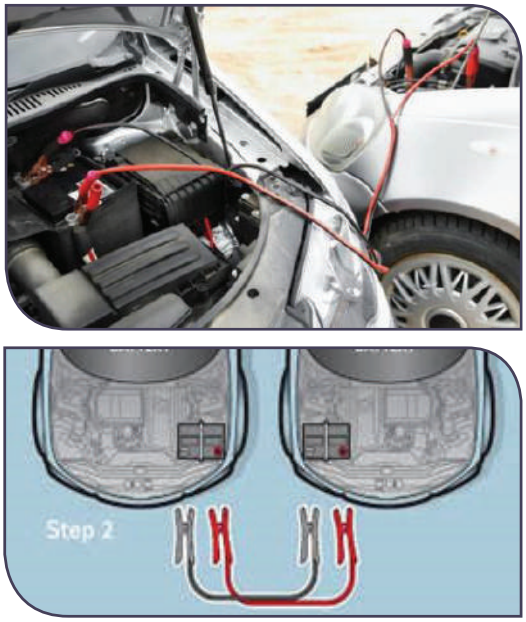
ثانيًا: توصيل البطاريات (التوالي، والتوازي)، والخصائص الفنية للبطاريات.

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرّف طرائق توصيل البطاريات، عَبْرَ التوصيل على التوالي والتوازي.
- تتعرّف الخصائص الفنية للبطاريات.

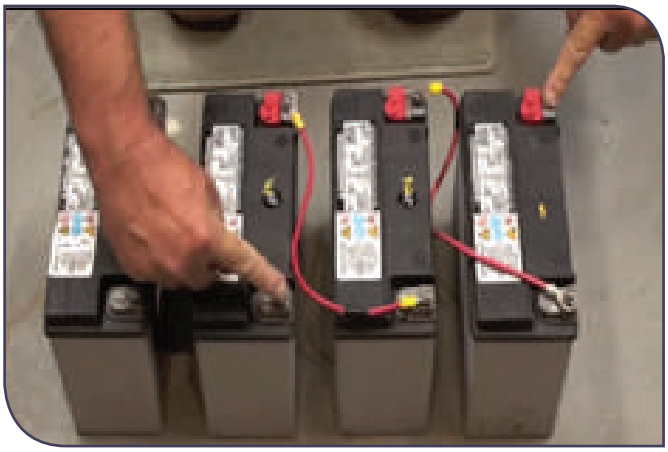
قد نواجه مركبة معطلة على جانب الطريق بسبب وجود مشكلة في بطارية المركبة، عندها يلزمنا معرفة كيفية عمل شحن للبطارية بوصلة مع بطارية مركبة أخرى، أو استعمال جهاز الشحن، هل لاحظت طريقة التوصيل بين البطاريةان أوالتوصيل مع جهاز الشحن، وكيفية ربط الأقطاب معًا كما في الشكل (2–14)؟ برأيك، ما الآلية المستعملة، هل يؤثر وصل البطاريات معًا في فولتية البطاريات؟ فسر إجابتك.



الشكل(2–14): عملية شحن لبطارية فارغة باستعمال بطارية مشحونة.

استكشف

هب أن أربع بطاريات فولتية كل منها (12) فولت، وُصِّلت البطاريات معًا بطرائق عدة، إحداها كما في الشكل (2–15)، هل تتوقع أن تبقى قيمة الفولتية (12) فولت؟



الشكل (2–15)

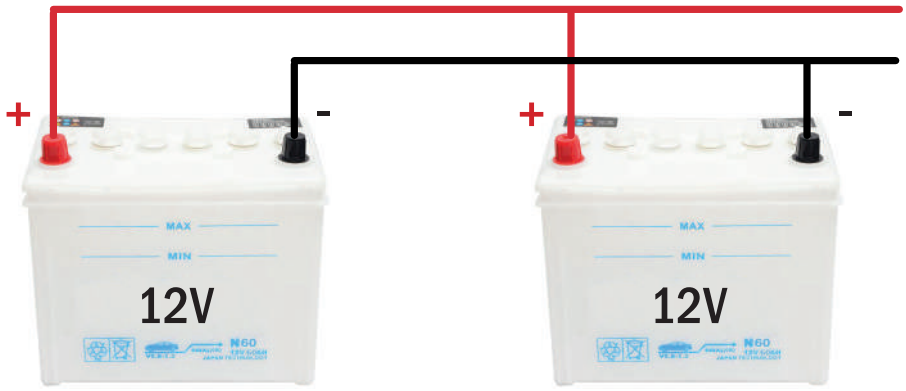
اقرأ.. وتعلم

توصَل البطاريات في صورة وحدات لصنع منظومة واحدة؛ لتزويد الحمل بالتيار أو الفولتية المطلوبة. وتوصَل البطاريات بطرائق عدة، هناك طريقتان لتوصيل البطاريات ببعضها، 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 البطاريات، هي:

1- **التوصيل على التوالي (Series Connection)** : توصَل بطاريتان ببعضهما، بطريقة التوصيل على التوالي، بحيث يكون القطب الموجب في البطارية الأول متصلًا بالقطب السالب في البطارية الثاني، ويوصَل القطب الموجب بالبطارية الثاني ببقية الدارة الكهربائية في المركبة، في حين يوصَل القطب السالب في البطارية الأول بجسم المركبة من الأسفل (الشصي)، وينتج من وصل بطاريتين على التوالي منظومة بطاريات بقيمة فولتية ضعف القيمة الأصلية للبطارية الواحدة وتساوي (24) فولت، حيث إن كلًّا منهما لها قيمة فولتية تساوي (12) فولت، مع الحفاظ على السعة الأصلية نفسها للبطاريات، وتُتبع هذه الطريقة لتوصيل البطاريات في المركبات الكبيرة مثل الشاحنات، انظر إلى الشكل (2-16).

الشكل (2-16): توصيل البطاريات على التوالي.

2- **التوصيل على التوازي (Parallel Connection)**: توصَل بطاريتان ببعضهما بطريقة التوصيل على التوازي، بحيث يكون القطب الموجب في البطارية الأول متصلًا بالقطب الموجب في البطارية الثاني، ويوصَل القطب السالب في البطارية الأول مع القطب السالب في البطارية الثاني، وينتج من وصل بطاريتين على التوازي منظومة بطاريات بقيمة فولتية مساوية للقيمة الأصلية للبطارية الواحدة وتساوي (12) فولت، لكل منهما قيمة فولتية تساوي (12) فولت أيضًا، على حين يتضاعف التيار الممكن تخزينه في البطارية، أي تتضاعف السعة لمنظومة البطاريات، تُتّبع هذه الطريقة لتوصيل البطاريات في المركبات في أثناء توقفها عن العمل بسبب حدوث ضعف في تزويد البطاريات للمركبة، انظر إلى الشكل (2-17).



الشكل (2-17): توصيل البطاريات على التوازي.

فكر

ما قيمة الفولتية الناتجة من منظومة بطاريات مكونة من أربعة بطاريات جهد كل منها (12) فولت، وُصِّلت كل بطاريتين على التوالي، ثم وُصِّلت منظومة التوالي مع الأخرى على التوازي؟ وضح إجابتك.

سعة البطارية (Battery Capacity)

تعرّف سعة البطارية أنها مقدار ما تزودنا به البطارية من أمبير في الساعة قبل أن تنخفض فولتية الخلية الواحدة فيه إلى (1.8v) ويُعَبَّر عنه بوحدة (A.H)، أي إذا استعملنا بطارية سعتها (80 A.H)، وُصِّلت بحمل يحتاج إلى تيار(تيار التفريغ) مقداره (8) أمبير، يمكن للبطارية تزويد الحمل الكهربائي بالتيار مدة (10) ساعات. وتُحدَّد سعة البطارية في المركبات حسب قيمة التيار اللازم لبدء التشغيل .

فكر

بطارية سعتها (110) أمبير ووصلت بحمل يحتاج إلى تيار مقداره (10) أمبير، كم ساعة يمكن للبطارية أن تمد الحمل بالتيار؟

العوامل المؤثرة في سعة البطاريات

1- مساحة أسطح الألواح الموجبة والسالبة.

2- سُمْك المادة الفعّالة على الصفائح.

3- حجم محلول البطارية وكثافته.

4- درجة حرارة المحلول.

5- مسامية المادة الفعّالة والصفائح العازلة.

6- معدل تيار التفريغ.

فكر

ما تأثير درجات الحرارة للمحلول في أداء البطارية وسعته؟

ما تأثير مسامية الصفائح في سعة البطارية؟ لماذا؟

فكّر وتساءل

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

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

1- انخفاض درجة حرارة المحلول، وعليه، يضعف التفاعل الكيميائي داخل البطارية، ما يؤدي إلى انخفاض سعة البطارية أي ضعف التزويد بالأمبير. ساعة.

2- عند انخفاض درجة الحرارة، تزداد لزوجة الزيت في المركبات الذي يستعمل لتزيت المحرك؛ لتسهيل عملية حركة الأجزاء في المحرك عند بدء الحركة، وعليه، يلزم سحب تيار أكبر من البطارية لبدء الحركة في المحرك، انظر إلى الجدول (2-2)، العلاقة بين درجة حرارة البطارية وكفاءتها.

جدول (2-2): العلاقة بين درجة حرارة البطارية وكفاءتها.

درجة الحرارة (سْ)	كفاءة البطارية المشحونة تمامًا
26.7	99%
10	82%
0	75%
-10	63%
-31	37%

الخصائص الفنية للبطاريات والعوامل المؤثرة في اختيار البطارية المناسبة

يتم اختيار البطاريات واستعمالها بناء على عوامل عديدة، منها ما تختص بخصائص البطارية نفسه وكفاءته وأدائه، وعوامل أخرى تختص بالتلوث والانبعاثات. سنشرح بالتفصيل جميع الخواص الفنية للبطارية والعوامل المؤثرة في كيفية اختياره كما يأتي:

1- **السعة (Capacity)**: سعة البطارية تعني مقدار التيار الذي يمكن للبطارية تزويد الحمل به في زمن محدد، على سبيل المثال: البطارية التي تكون قادرة على إعطاء (4) أمبير مدة ساعة واحدة، تمتلك سعة (4) أمبير–ساعة، و تكتب على البطارية (**4Ah**)، هذه البطاريات من الممكن أن تعطي (4) أمبير مدة ساعة واحدة أو (8) أمبير مدة نصف ساعة، أو (16) أمبير مدة رُبع ساعة، فكلها تعني (**4Ah**).

2- **C-Rate**: كل بطارية لها مقدار محدد لأقصى تيار يمكن أن تعطيه، ولا يمكن تجاوزه، ويُعبرَّ عنه بـ (**C-rate**)، علمًا أن الشركة المصنعة هي التي تحدد وتكتب (**C-Rate**) في مواصفات المنتج (**Datasheet**).

3- **تاريخ الإنتاج**: تاريخ إنتاج بطارية السيارة يعني الكثير لعمرها، حيث تتبع شركات تصنيع البطاريات ترميزًا خاصًّا توضح بوساطة تاريخ إنتاج البطاريات، وكل شركة لها أسلوبها الخاص في الترميز، توضح الصورة في الشكل (2–18) تاريخ الإنتاج، مثل (**5BZ 11 C**)، حيث:

(5): ترمز إلى سنة الصنع، ومنها نستدل على أن سنة الصنع (2005).

(B): ترمز إلى الشهر من السنة، وهنا ترمز إلى شهر فبراير (شباط).

(Z): ترمز إلى رمز المصنع، وهو في كندا.

(11): ترمز إلى يوم الإنتاج.

(C): ترمز إلى مجموعة الإنتاج (شفت الإنتاج).

الشكل(2–18): تاريخ الإنتاج للبطارية.

4- **حجم البطاريات**: من المهم تحديد حجم البطارية المطلوبة بناءً على نوع المركبة المراد استعمال البطارية فيها، بناءً على توصيات الشركات الصانعة. إن اختيار البطاريات غير المناسبة في الحجم والنوع قد أن يؤثر في كفاءة البطارية والعمر الافتراضي لها، يجب مراعاة الأبعاد المكانية للبطارية داخل المركبة؛ لضمان ثبات البطارية جيدًا داخل المركبة، وعدم تعرضها للحركة والاهتزاز، ما يؤثر سلبًا في عمر الأقطاب، ويؤدي إلى تآكلها، وعليه، ينخفض العمر الافتراضي للبطارية.

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

6- **Cold cranking ampere (CCA)**: يشير هذا الرمز إلى عدد الأمبيرات التي يمكن للبطاريات دعمها مدة (30) ثانية عند درجة حرارة صفر درجة فهرنهايت حتى ينخفض جهد البطارية إلى (1.20) فولت لكل خلية، أو (7.20) فولت لبطارية (12) فولت. وهكذا، فإن بطارية (12) فولت التي تحمل تصنيف (**CCA 600**) تعني أن البطارية ستوفر (600) أمبير مدة (30) ثانية عند درجة حرارة صفر فهرنهايت قبل انخفاض الجهد إلى (7.20) فولت.

7- **Marine cranking ampere (MCA)**: يشير هذا الرمز إلى عدد الأمبيرات التي يمكن للبطارية أن تدعمها مدة (30) ثانية عند درجة حرارة (32) درجة فهرنهايت حتى ينخفض جهد البطارية إلى (1.20) فولت لكل خلية، أو (7.20) فولت لبطارية (12) فولت.

وعليه، فإن بطارية (12) فولت التي تحمل تصنيف (**CCA 600 MCA**) تعني أن البطارية ستوفر (600) أمبير مدة (30) ثانية عند (32) درجة فهرنهايت قبل انخفاض الجهد إلى (7.20) فولت.

8- **Hot cranking amperes (HCA)**: يشير هذا الرمز إلى عدد الأمبيرات التي يمكن للبطارية أن تدعمها مدة (30) ثانية عند درجة حرارة (80) درجة فهرنهايت حتى ينخفض جهد البطارية إلى (1.20) فولت لكل خلية، أو (7.20) فولت لبطارية (12) فولت.

9- **Reserve capacity**: تُعرّف السعة الاحتياطية للبطارية على أنها عدد الدقائق التي يمكن أن تدعم الحمل (25) أمبير عند (80) فهرنهايت حتى ينخفض جهدها الطرفي إلى (1.75) فولت لكل خلية أو (10.50) فولت لبطارية (12) فولت. وعليه، فإن بطارية (12) فولت ذات معدل قدرة احتياطي (100) تشير إلى أنه يمكن تفريغها بسرعة (25) أمبير مدة (100) دقيقة عند (80) درجة فهرنهايت قبل انخفاض جهدها إلى (10.50) فولت. اعتمادًا على جميع المعايير المذكورة سابقًا، فإنه يجب توخي الحذر في اختيار البطارية المناسب للاستعمال وللمكان المناسبة حسب الخصائص الفنية المناسبة ودرجات الحرارة المختلفة، حيث تؤثر الحرارة بصورة ملحوظة في أداء البطاريات، يبين الشكل (2-19) بعض الخصائص الفنية للبطاريات.

Battery Specification

Model	80D26R
Capacity (AH)	70AH
Volt	12 V
Cold Ranking Ampere (CCA)	600 A
(Reserve Capacity (RC	130 min
(Hot Cranking Ampere (HCA	80° F

الشكل(2-19): بعض الخصائص المرفقة مع البطارية.

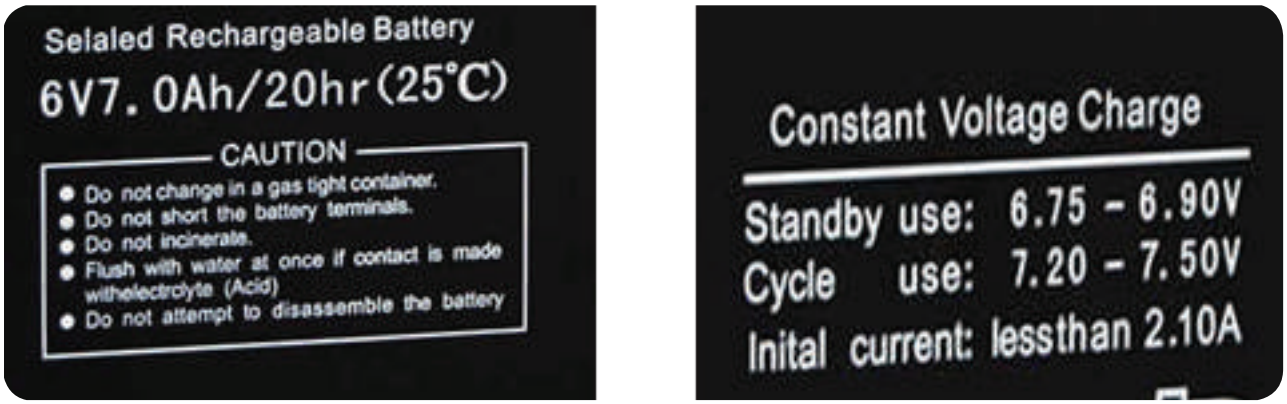
فكر

حول درجات الحرارة المذكورة سابقًا في الخصائص الفنية للبطاريات من النظام الفهرنهايتي إلى النظام المئوي بوساطة المعادلة (**C=(F-32)x1.8**)

صيانة البطاريات

يلجأ العديد إلى إجراء صيانة دورية للبطاريات للحفاظ عليها من التلف وإطالة العمر الافتراضي للبطارية ، وتتم هذه العملية عَبْر الخطوات الآتية:

1- صلاحية البطارية للعمل: يجب التنبه إلى العمر الافتراضي للبطارية، وإجراء الصيانة الدورية لها لنضمن أعلى جودة للبطارية، ويجب مراعاة بلد المنشأ وتركيبها وطريقة استعمالها وصيانتها، انظر إلى الشكل (2-20)، الذي يوضح التحذيرات عند استعمال البطارية.



الشكل (2-20): التحذيرات الموضحة على البطارية.

2- إجراء الفحص النظري للبطارية: تفقد جسم البطارية من وجود أية تشققات، أو تسريب للمحلول، أو ترسبات على الأقطاب، أو انتفاخات لجسم البطارية، وتفقد فتحات البطارية وإحكام إغلاقها، انظر إلى الشكل (2-21).

الشكل (2-21): الترسبات المتراكمة على الأقطاب.

3- إجراء الفحوصات اللازمة للبطارية، مثل:

أ - فحص مستوى المحلول.

ب- فحص كثافة المحلول.

جـ- فحص فولتية البطارية.

د- فحص البطارية عند التحميل.

4- فحص حالة البطارية، إن كانت مشحونة أو في حاجة إلى شحن. من أهم الإجراءات الواجب اتباعها للحفاظ على البطارية، وخصوصًا بين فصلي الشتاء والصيف، ما يأتي:

أ -التأكد من تثبيت البطارية بقاعدتها في المركبة.

ب-مراقبة مستوى المحلول باستمرار والحفاظ عليه بالمستوى المطلوب.

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

د -استعمال الأدوات والمواد المناسبة عند صيانة البطارية.

هـ- التأكد من عدم وجود أية توصيلات غير صحيحة أو تفريغ كهربائي يضر بالبطاريات، مثل التوصيل بين الأرض والشصي.

و- التأكد من توصيل البطارية بصورة صحيحة عند توصيل البطاريات بالأقطاب.

ز- التأكد من ضرورة فك القطب السالب أولًا إذا احتجت إلى فصل البطارية عن المركبة وإجراء الصيانة اللازمة لها، كما في الشكل (2-22).

الشكل(2-22): استعمال الفرشاة السلكية لتنظيف المرابط.

فكر

- لماذا يجب التخلص من التكلس الموجود على الأقطاب أو مرابط البطارية في المركبة؟
- لماذا يجب تثبيت البطارية جيدًا حتى لا تتعرض للاهتزاز ؟
- لماذا يجب فك القطب السالب أولًا قبل الموجب عند الحاجة إلى فك البطارية عن المركبة؟

تخزين البطاريات

تُخزن البطاريات 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، تُخزن البطاريات بثلاث حالات، هي:

1- تخزين البطاريات الجافة التي لا تحتوي محلولًا: تستمر مدة التخزين بهذه الحالة إلى سنتين،حيث تستعمل البطارية بعد تخزينها، وذلك بإعادة تعبئتها وشحنها مدة قصيرة فتصبح جاهزة للاستعمال. والجدير بالذكر أن هذه الطريقة في التخزين تؤدي إلى انعدام التفريغ الذاتي للبطارية؛ بسبب انعدام التفاعلات داخلها، تُخزن البطارية بهذه الحالة بعد تعبئتها بالمحلول، وشحنها، ثم إعادة تفريغها من المحلول، وفي هذه الحالة، يجب مراعاة ما يأتي لتجنب تلف البطارية:

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

ب- إغلاق ثقوب التهوية بالشمع.

2- تخزين البطاريات المملوءة بالمحلول: تعدّ هذه الطريقة غير مرغوبة؛ وذلك بسبب ارتفاع نسبه تلف البطارية بسبب التفريغ الذاتي، لذلك يجب التنبه إلى ما يأتي للحفاظ على البطاريات أطول وقت ممكن:

أ - إجراء صيانة دورية للبطارية.

ب- عدم تعريضها لأشعة الشمس.

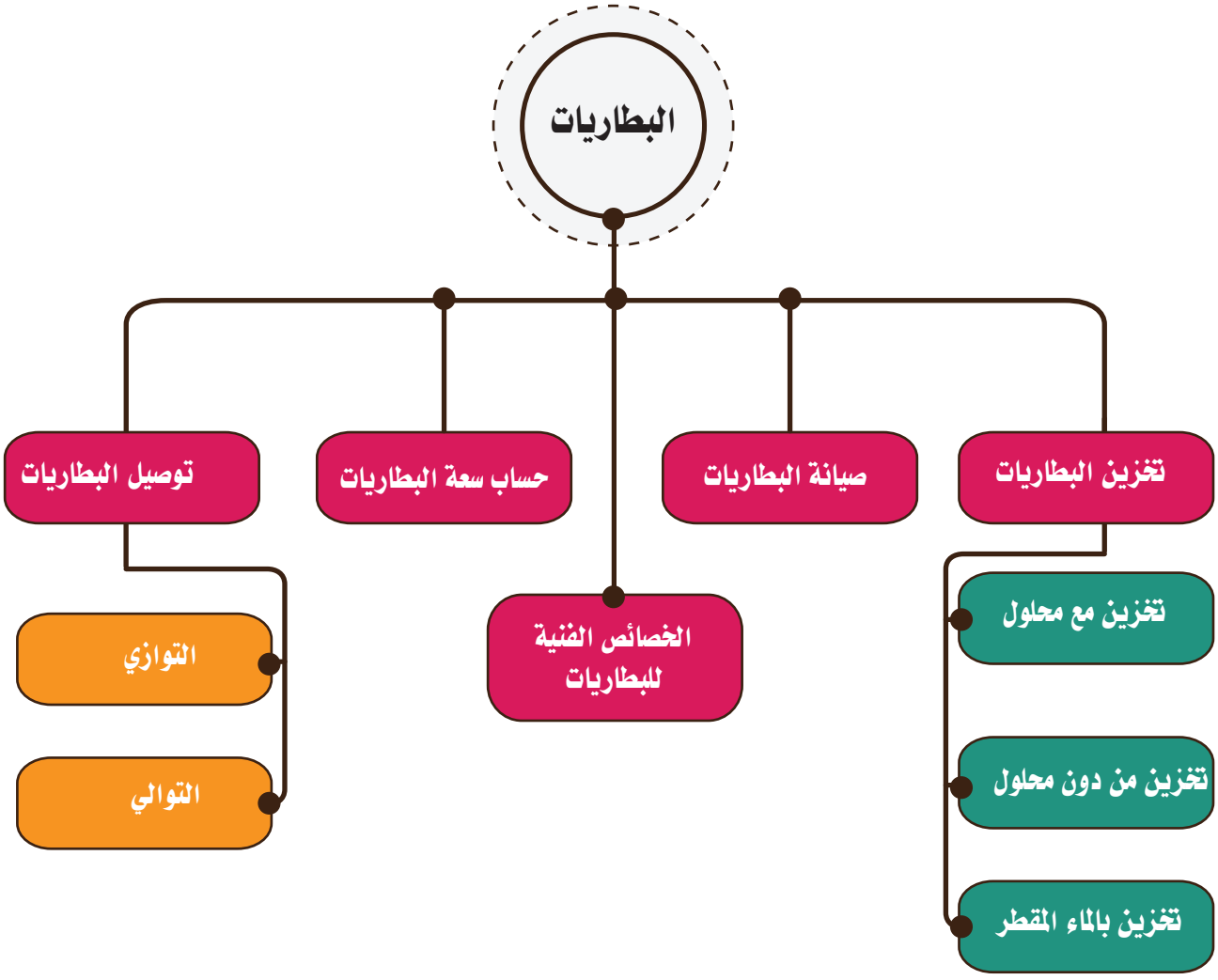
جـ- الحفاظ على ظروف التخزين المناسبة مثل درجات الحرارة، واستعمال رفوف خشبية نظيفة توضع عليها البطاريات.

د - إعادة شحن البطاريات كل (30) يومًا.

3- تخزين البطاريات بالماء المقطر: تُخزن البطارية بهذه الحالة بعد تعبئتها بالمحلول، وشحنها شحنًا كاملًا ثم إعادة تفريغها من المحلول، وغسلها بالماء المقطر، ثم إعادة تعبئتها بالماء المقطر، ثم تخزينها، مراعيًا شروط التخزين المذكورة في الحالات السابقة، وعند الحاجة إلى استعمال البطارية تُفرّغ من الماء، ويعاد شحنها مدة قصيرة، فتصبح جاهزة للاستعمال. في هذه الحالة يجب التنبه إلى تعبئة البطارية بالماء المقطر لمستوى يغمر به الماء الصفائح تمامًا، وذلك لتجنب تلف البطارية.

بالتعاون مع أحد زملائك، أحضر بعض البطاريات واكتب المواصفات الكاملة لها مستعينًا بالرموز المكتوبة عليها.

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين التاسع

توصيل البطاريات على التوالي وعلى التوازي.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تصل عددًا من البطاريات على التوالي وعلى التوازي.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند توصيل البطاريات:

- تنظيف البطاريات 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 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 أيّ جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة، إن وجدت.
- تنفيذ الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المعلم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- بطاريات.	1- أسلاك.
2- جهاز الفولتميتر.	2- صودا لإزالة التكلس.
3- فرشاة سلك.	

خطوات الأداء

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

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

3- نظّف الغلاف الخارجي، والغطاء العلوي، والأقطاب للبطارية مستعملًا الأدوات المناسبة.

4- نظّف مرابط الأقطاب مستعملًا مادة الصودا لإزالة التكلس والأملاح، انظر إلى الشكل (1).

5- نَظّف أقطاب البطارية، مستعملًا فرشاة سلك، انظر إلى الشكل (2).

6- صل بطاريتين على التوالي ودوّن القيمة الظاهرة على جهاز الفولتميتر، كما في الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

7- أضف بطارية ثالثة على التوالي ودوّن القيمة الظاهرة علـى جهاز الفولتميـتر، انظر إلى الشكل (4).

8- أضف بطارية رابعة ودوّن القيمة الظاهرة على جهاز الفولتميتر، انظر إلى الشكل (5).

الشكل (5)

الأنشطة العملية

أعد الخطوات (6، 7، 8) بتوصيل البطاريات على التوازي. ماذا ستلاحظ؟

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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أوصّل البطاريات على التوالي.			
2	أوصّل البطاريات على التوازي.			

مصدر الطاقة الكهربائية (البطاريات)

ثالثًا: استخدام الأجهزة الحديثة في فحص البطاريات واكتشاف الأعطال.

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرّف قراءة البيانات الفنية للمركبة، وتقارن النتائج بـ(Auto data)، وتشخص الأعطال.

انظر.. وتساءل

يستعمل جهاز قارئ البيانات الفنية (**Scan Tool**)، المبين في الشكل (2–23) لفحص المركبة.

الشكل(2–23): جهاز الفحص (قارئ البيانات الفنية).

استكشف

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

اقرأ.. وتعلم

تشخيص الأعطال

تزامن صنع المركبات وتطويرها مع صناعة الأجهزة التي تُستخدم 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 عديد من الأجهزة التي تُستعمل التقنيات المتطورة لفحص المركبات واكتشاف الأعطال، حيث تعمل هذه الأجهزة الإلكترونية بواسطة ربطها بالمركبة باستعمال الأكبال أو عَبْر البلوتوث، وكثير 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 البطارية التشغيلي. لاحظ الشكل (2–24).

الشكل (2–24): قارئ البيانات الفنية للمركبة.

اختصارات جهاز قارئ البيانات الفنية للمركبة

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

2– (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 مشكلات التشخيص أو (DTCs)، التي تسمح بمعرفة الأعطال داخل المركبة وتصليحها بسرعة بوساطة 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 مشكلات موحد لأصحاب المركبات الذين يعانون مشكلات المحرك، يوصل (OBD1) غالبًا بوحدة التحكم عن طريق كبل خاص أو عن بُعْد؛ لتشخيص الأعطال وقراءة البيانات بوساطة اتصال (Bluetooth). يمكن تلخيص أهم الفروق والمزايا بين النظامين (OBD1) و(OBD2) بالنقاط الآتية:

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

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

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

نظّم زيارة إلى إحدى ورش صيانة المركبات الحديثة القريبة من مدرستك، بإشراف معلمك، وتبين طريقة فحص المركبة باستخدام جهاز قارئ البيانات الفنية للمركبات، ثم اكتب تقريرًا بذلك.

التمارين العملية

التمرين العاشر

استخدام جهاز قارئ البيانات الفنية (Scan Tool) في فحص البطارية.

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- يستخدم جهاز قارئ البيانات في فحص البطارية.

إرشادات الصحة والسلامة المهنية عند استعمال جهاز فحص الأعطال:

- 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.
- تجنب لمس أيّ جزء من الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء إجراء التجربة.
- تنفيذ الإرشادات و التعليمات التي يمليها عليك المعلم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- جهاز قارئ البيانات الفنية للمركبة. 2- مركبة. 3- قفافيز. 4- عدة بطاريات.	

خطوات الأداء

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

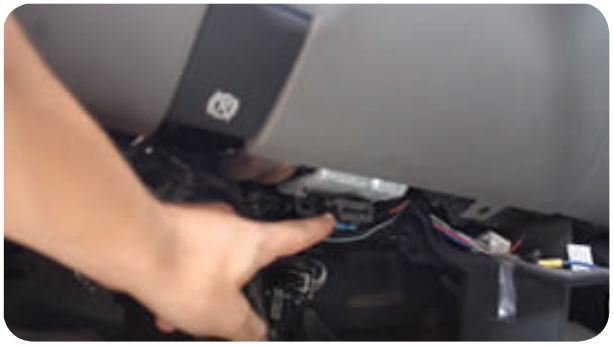
2- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

3- 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 (1).

4- شغّل جهاز قارئ البيانات الفنية، بالنقر على مفتاح (ON). ثم شغّل المركبة، كما في الشكل (2).

5- اضبط المفتاح لوصلة (OBD) على جهاز الفحص، حسب نوع المركبة، مع التنبه إلى اختيار النوع والطراز الصحيح للمركبة المراد فحصها، كما في الشكل (3).

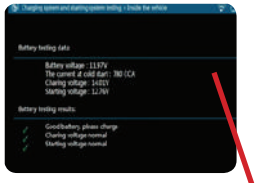
الرسم التوضيحي



الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6- اختر النظام المراد فحصة في المركبة، مثلًا: اختر البطارية حسب الشكل (4).	 Battery testing>Inside the vehicle>Select testing standards (Battery Council International(CCA الشكل (4)
7- يمكن اختيار بدء فحص البطارية، وعندئذٍ سيظهر لك كود الأعطال الخاصة بالبطارية إذا وُجدت أعطال في البطارية، لاحظ النتائج الظاهرة، لا توجد أية أعطال في البطارية، كما في الشكل (5).	 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(5)

الأنشطة العملية

افحص أعطال البطارية 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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أوصل جهاز الفحص للمركبة في المكان المخصص لذلك في المركبة بوصلة (OBD).			
2	أضبط المفتاح لوصلة (OBD) على جهاز الفحص، حسب نوع المركبة.			
3	أشغل المركبة بعد تشغيل جهاز قارئ البيانات الفنية، بالنقر على مفتاح (ON).			
4	أقرأ البيانات الظاهرة على الجهاز، الخاصة بالبطاريات وأحدد مكان العُطْل الموجود.			

القياس والتقويم

أسئلة الوحدة النظرية

1- أكمل الفراغ بالإجابة المناسبة في ما يأتي:

أ - تقسم البطاريات من حيث مادة الصنع قسمين، هما: 1 ..... 2 .....

ب- تعدّ البطاريات التي تحتوي أغطية للخلايا بطاريات .....

جـ- وظيفة العين الشفافة الموجودة في البطاريات غير القابلة للصيانة هي .....

د- كثافة المحلول المناسبة في البطارية الرصاصية تساوي .....

هـ- تحتوي البطاريات الرصاصية نوعين من الألواح، هما: .....

و- الهدف من وجود فتحة تهوية في البطاريات هو .....

ز- يصنع الغلاف الخارجي للبطارية والغطاء العلوي من مادة .....

ح- سبب وجود الأخاديد الطولية على أحد أطراف الألواح العازلة هو .....

ط- يتكون المحلول الحامضي داخل البطاريات من: 1 ..... 2 .....

ي- تُشحن البطاريات الرصاصية بطريقتين: 1 ..... 2 .....

ك- من مزايا البطاريات القلوية من نوع ليثيوم أيون .....

2- اذكر أعطال البطاريات وطرائق تصليحها.

3- فسر: عند استعمال جهاز الشحن لشحن البطارية، يُغلق جهاز الشحن قبل إزالة ملقطيه عن قطبي البطارية.

4- ما سبب الغازات التي تنتج من البطارية في أثناء عملية الشحن أو التفريغ؟

5- وضح حالة الشحن في البطارية غير القابل للصيانة، بناء على لون العين الشفافة، عندما يكون لون العين الشفافة على البطارية أخضر أو أسود أو أبيض. فسر إجابتك.

6- قارن بين البطاريات القلوية من حيث العمر الافتراضي للبطارية، وسعة البطارية، والتفريغ الذاتي للبطارية.

7- اذكر العوامل المؤثرة في سعة البطاريات.

8- ما الإجراءات الواجب اتباعها عند البدء بعملية صيانة البطارية؟

9- اذكر طرائق تخزين البطاريات.

10- قارن بين أنواع البطاريات القلوية والبطاريات الرصاصية من حيث: المادة الكهرلية، والعمر التشغيلي، والسعة.

11- وصّل أربع بطاريات رصاصية جهد كل منها 12 فولت وسعة كل منها 100 أمبير ساعة، ثم جد الجهد الكلي لمنظومة البطاريات في حالتي التوصيل على التوالي والتوازي.

12- علل: يستعمل ماء مقطر عند غسل الخلايا للبطارية بعد تفريغها من المحلول الحامضي.

13- اشرح طريقة فحص كثافة المحلول الكهرلي داخل خلايا البطارية الواحد.

14- اشرح بالرسم طريقة توصيل الخلايا داخل البطاريات الرصاصية.

15- كيف تُميّز أقطاب البطارية ؟

16- اذكر وظيفة البطارية داخل المركبة، إلى أي نظام تنتمي.

17- اذكر الخطوات التي تمكننا من إطالة العمر التشغيلي للبطارية.

18- ما تأثير كبريتات الرصاص في الألواح داخل خلايا البطاريات؟

19- اذكر مخاطر الشحن الزائد على البطارية.

20- وضح سبب انخفاض كثافة المحلول داخل خلايا البطارية.

21- عدد الخصائص الفنية للبطاريات والعوامل المؤثرة في اختيارها.

3 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 بعد دراسة الدرس 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.
- يستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في استقصاء المعرفة الحديثة في مجال أنظمة الإنارة.

الأنشطة والتمارين العملية

يتوقع من الطالب بعد إنهاء الأنشطة والتمارين العملية 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، مستعملًا 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.

أنظمة الإنارة في المركبات

أولًا: المصابيح المستخدمة في المركبات

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تميز أنواع المصابيح.
- تبني دارات المصابيح في المركبة.
- تعاير الأضواء الأمامية.

القياس والتقويم

استخدم في مصابيح المركبات قديمًا الزيت المعدني، حيث يُشعل يدويًّا بعود الثقاب، استمر استعمال هذه المصابيح حتى عام (1913)، حيث استُعملت مصابيح الكربون، أيضًا كان يُشعل بعود الثقاب، وفي عام (1920)، 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 ما يمكنها من الاشتعال بدرجات حرارة عالية، وعليه، إعطاء إضاءة قوية.

وفي عام (1994)، استُعملت مصابيح التفريغ الغازية (الزنون **Xenon**) ذات الإنارة العالية جدًّا وفي عام (2008)، 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 إلى خمسة أنواع، هي: المصابيح المفرغة، والمصابيح المملوءة بالغاز الخامل، و المصابيح الهالوجينية، و مصابيح التفريغ عالية الجهد (زنون)، والثنائيات الباعث للضوء (**L.E.D**).

استكشف

ابحث في شبكة الإنترنت عن أنواع المصابيح المستخدمة في المركبات، واكتب تقريرًا عن ذلك، ثم شارك زملاءك فيه، ثم اعرضه على معلمك.

اقرأ.. وتعلم

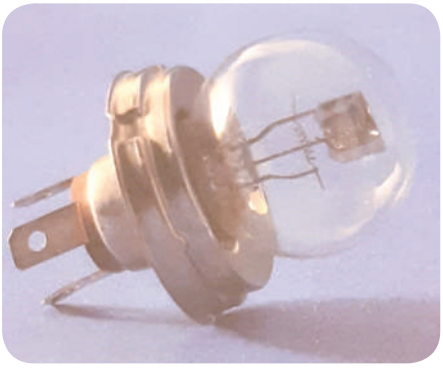
تصنيف المصابيح حسب التركيب

تصنف المصابيح الكهربائية المستخدمة في المركبات تبعًا لتركيبها واستعمالها:

1- **مصابيح مفرغة (Vacuum bulbs)**: توضع فتيلة التنجستون في هذا النوع من المصابيح داخل زجاجة مفرغة من الهواء، ما 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 ($2300^{o}C$)، كما في الشكل (3-1)، الذي يمثل مصباحًا مفرغًا تظهر داخله فتيلة من مادة التنجستون، من مساوئ هذا المصباح عند ارتفاع درجة الحرارة أكثر من ($2300^{o}C$)، يؤدي إلى تبخر المعدن، ما يقلل من شدة الضوء الناتج، أو يسبب احتراق فتيلة المصباح، فضلًا عن ظهور طبقة سوداء على السطح الداخلي لزجاجة المصباح.

الشكل (3-1): مصباح مفرغ.

2- **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، ما يؤدي إلى توهج السلك أكثر، حيث تصل إلى (2600°C)، فيصدر عنه ضوء أشد من أضواء المصابيح المفرغة، انظر إلى الشكل (3–2)، الذي يبين مصباحًا مملوءًا بغاز خامل.



الشكل (3–2): مصباح مملوء بغاز الخامل.

3- **مصابيح الهالوجينية**: وهي نوع من المصابيح المتوهجة التي تحتوي غاز الهالوجين، مثل: اليود أو البروم مزيج غاز الهالوجين وشعيرات التنجستين تنتج تفاعلًا كيميائيًّا داخل دائرة الهالوجين الذي يعيد التنجستن المتبخر مرة أُخرى إلى الفتيلة، ما 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، انظر إلى الشكل (3–3).

الشكل (3–3): مصباح هالوجيني.

4- **مصابيح الزنون**: مصابيح التفريغ الغازية (الزنون) (**DischargeBuib Gas**): سميت هذه المصابيح هذا 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 لكي يتأين الغاز وينتقل القوس الكهربائي بين قطبي المصباح حتى يصدر الضوء، انظر إلى الشكل (3–4).

الشكل (3–4): مصباح الزنون.

ب – محول الطاقة: يزود المحول الفولتية المطلوبة لتشغيل المصباح، ويمكن زيادة الفولتية بمقدار (5–8) أضعاف فولتية البطارية، انظر إلى الشكل (3–5).

الشكل (3–5): محول الطاقة.

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

يصدر الضوء في هذا النوع من المصابيح عن قوس كهربائية بين قطبين فيها، وتبلغ المسافة بين هذين القطبين (4) 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.

5- مصابيح (**LED**) وهي اختصار (**Light - Emitting Diode**)، وتعني الديود الباعث للضوء. هي ثنائيات باعثة للضوء، صغيرة لا تعتمد على السلك مثل المصابيح المتوهجة، لذلك مصابيح (**LED**) 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 (3-6).

الشكل (3-6): مصابيح **LED**.

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

مصابيح الخافتة	مصابيح غرفة القيادة
مصابيح الإشارة	**المصابيح الأمامية المرتفعة و المنخفضة**

تُستعمل المصابيح ثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**)؛ لزيادة إنارة المركبة، وتزيين غرفة القيادة ولوحة القيادة (التابلو)، وتُثبّت 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**

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

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

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

3- تتميز المصابيح الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**) بأنها صديقة للبئية.

4- تقلل من توتر سائقي المركبات الأخرى بالجهة المقابلة.

5- شدة إضاءة أقوى ومدى انتشار أوسع من المصابيح الهالوجينية، انظر إلى الشكل (3-7)، الذي يبين مقارنة بين مصابيح الثنائي الباعث للضوء (**LED**) والمصابيح الهالوجينية.

الشكل (3-7): مقارنة بين مصابيح الثنائي الباعث للضوء (LED) والمصابيح الهلوجينية.

تصنيف المصابيح حسب الاستعمال

1- **المصابيح الخافتة (Barging bulb)**: تُستخدم هذه المصابيح لإنارة لوحة القيادة والمفاتيح، مثل: مفتاح تشغيل مروحة التدفئة، وتُستخدم في المصابيح الجانبية التي تحدد أبعاد المركبة، وتحتوي فتيلة واحدة أو الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**) وقدرتها بين (1) واط و (5) واط، كما في الشكل (3-8).

الشكل (3-8): المصابيح الخافتة.

2- **مصابيح غرفة القيادة**: يكثر استخدامها في إنارة غرفة القيادة – وتحتوي فتيلة واحدة أو ثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**) و تُستخدم في إنارة صندوق المركبة و لوحة أرقام المركبة، انظر إلى الشكل (3-9).

الشكل (3-9): مصابيح غرفة القيادة.

3- **مصابيح الإشارة (الغمازات)**: يستعمل المصباح ذو القدرة (21) واط، لإنارة مصابيح الإشارة (الغمازات)، وتستخدم فيها فتيلة واحدة، أو الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**)، انظر إلى الشكل (3-10).

الشكل (3-10): مصابيح الإشارة.

4- **مصابيح التحذير من التوقف**: تستخدم 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 (5) واط و(21) واط، وهي تُستخدم في مصابيح الضوء الخلفي، في حين تُستخدم الفتيلة ذات القدرة العالية في مصابيح المكابح (الفرامل)، انظر إلى الشكل (3-11).

الشكل (3-11): مصابيح التحذير من التوقف.

5- **مصابيح الرجوع إلى الخلف**: يستعمل المصباح ذو القدرة (21) واط، لإنارة مصابيح الرجوع إلى الخلف، ويستخدم فيها فتيلة واحدة، أو الثنائي الباعث للضوء (**L.E.D**)، وتمتاز باللون الأبيض، انظر إلى الشكل (3-12).

الشكل (3-12): مصابيح الرجوع إلى الخلف.

6- **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 (55) واط للضوء الخافت، و(90) واط للضوء المنخفض في بعض المركبات، و(110) واط 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 (3-13).

الشكل (3-13): مصابيح إضاءة رئيسة أمامية.

وحدة الإنارة الأمامية (Front Light)

تعد المصابيح الأمامية من أهم أجزاء المركبة وأحد 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:

1- بطارية رصاصية: يمثل مصدر الطاقة في الدارات الكهربائية.

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

3- مصابيح: تُستخدم في هذه الدارة مصابيح المرتفع والمنخفض.

4- مصهرات: تُستخدم هذه المصهرات لحماية الحِمْل الكهربائي عند زيادة مرور تيار الكهربائي.

5- مفتاح تشغيل: متعدد الأوضاع يستخدم لتشغيل الدارات الكهربائية.

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

تتكون المصابيح الأمامية من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي:

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

2- 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 (3-14/أ).

3- العدسة: تصنع العدسة من الزجاج النقي على شكل منشور، وتعيد توجيه الأشعة القادمة من العاكس على شكل حُزم، وتقلل الأشعة المتشتتة التي تسبب إزعاجًا لسائقي المركبات الأخرى القادمين من الجهة المقابلة، انظر إلى الشكل (3-14/ب).

الشكل (3–14/أ): العاكس.

الشكل (3–14/ب): العدسة.

مفاتيح الإنارة الرئيسة (Main Light Switch)

يستعمل هذا المفتاح للتحكم في تشغيل المصابيح الرئيسة الأمامية، والجانبية، والخلفية، ومصابيح لوحة القيادة، وغيرها، يبين الشكل (3–15) مفتاحًا منها يثبت على لوحة القيادة (مصابيح الإشارة) أمام السائق في الأوضاع الآتية:

1– الوضع(0) (OFF): وتكون المصابيح جميعها غير مضاءة.

2– الوضع(1) (مفتاح الدرجة الأولى): تضاء بوساطته المصابيح الجانبية، ومصابيح لوحة البيان، والمصابيح الخلفية.

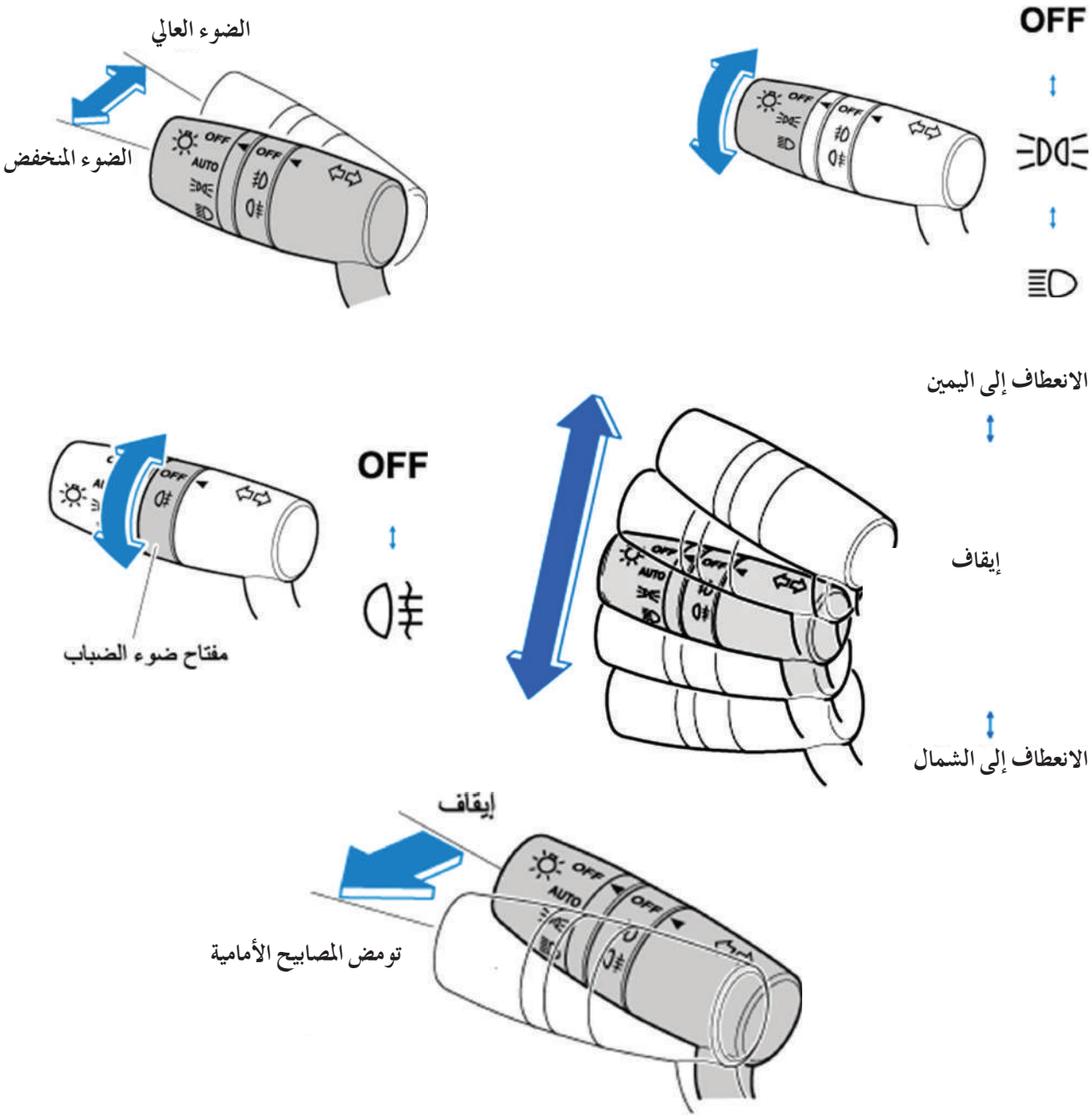
3– الوضع (2) (مفتاح الدرجة الثانية): تضاء بوساطته المصابيح الرئيسة الأمامية (مرتفع/منخفض)، فضلًا عن المصابيح المضاءة في الوضع (1)، وعند تبديل المفتاح، تضاء المصابيح العالية.

4– الوضع (R) عند وضع المفتاح إلى الأعلى: تضاء به مصابيح إشارات الانعطاف اليمين.

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

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

7– بعض المفاتيح تحتوي وضعية تشغيل مصابيح ضباب.



الشكل (3–15): أوضاع مفتاح الإنارة الرئيسة.

بالرجوع إلى مصادر المعرفة الموجودة في مدرستك، ابحث عن أنواع أخرى حديثة من المصابيح المستخدمة في المركبات، واكتب تقريرًا عنها.

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
1- مركبة. 2- قفافيز. 3- صندوق العُدة.	

خطوات الأداء

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

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

3- تعرف المصابيح الأمامية للمركبة ومكان تركيبها، انظر إلى الشكل (1).

4- تعرف المصابيح الخلفية للمركبة ومكان تركيبها، انظر إلى الشكل (2).

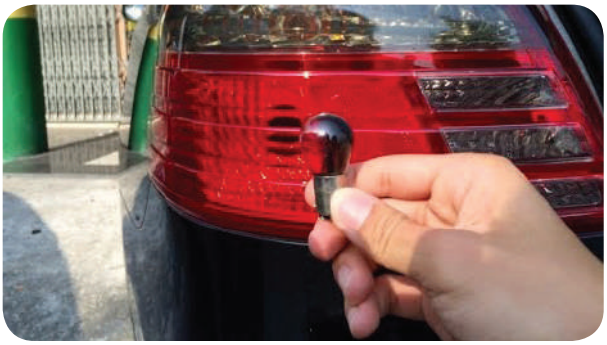
5- حدد نقاط التوصيل لأنظمة الإنارة المختلفة، انظر إلى الشكل (3) الذي يبين نقاط التوصيل للمصباح الأمامي.

6- قارن بين مصباح الضوء الرئيس ومصباح الضوء الخافت ومصابيح الإشارة، انظر إلى الشكل (4).

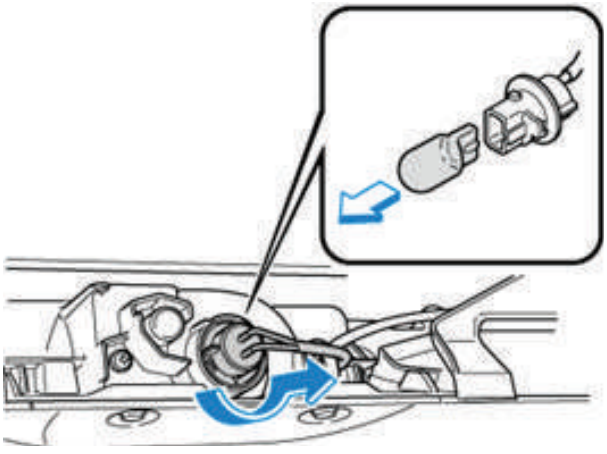
7- أعد ترتب العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصص لها.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)



الشكل (2)



الشكل (3)

الشكل (4)

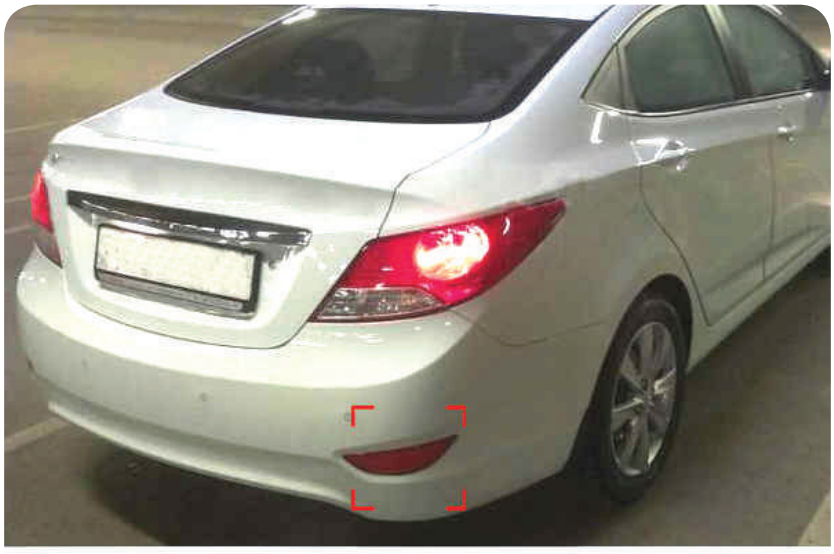
الأنشطة العملية

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

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أتعرف المصابيح الأمامية للمركبة ومكان تركيبها.			
2	أتعرف المصابيح الخلفية للمركبة ومكان تركيبها.			
3	أحدد التوصيل لأنظمة الإنارة المختلفة.			
4	أقارن 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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- نموذج التدريب. 3- صندوق العُدة.	

خطوات الأداء

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

2- أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق من منطقة العمل، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر.

3- فُكّ مقبس المصابيح الأمامية، كما في الشكل (1).

4- فك مصباح الضوء الخافت، ومصباح الضوأين المرتفع والمنخفض، كما في الشكل (2).

5- قارن مصباح الضوأين المرتفع والمنخفض بمصباح الضوء الخافت.

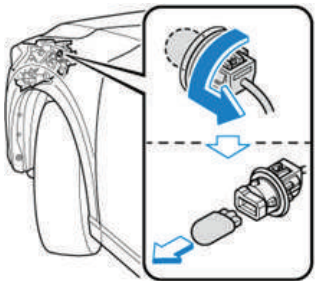
6- انزع مصابيح الإنارة الخلفية، كما في الشكل (3).

7- قارن مصباح توقف المركبة بمصباح الرجوع إلى الخلف.

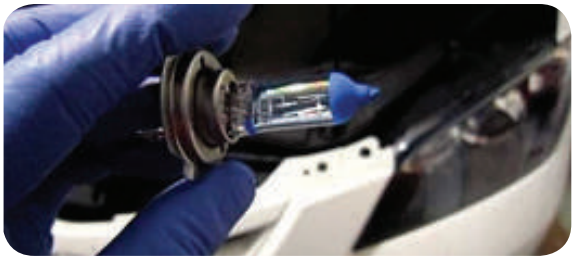
8- افحص المصابيح الأمامية والخلفية مُستعمِلًا البطارية، انظر إلى الشكل (4).

9- افحص المصابيح الأمامية والخلفية بجهاز الأوميتر، والتأكد من صلاحيتها، انظر إلى الشكل (5).

الرسم التوضيحي



الشكل (1)



الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

الأنشطة العملية

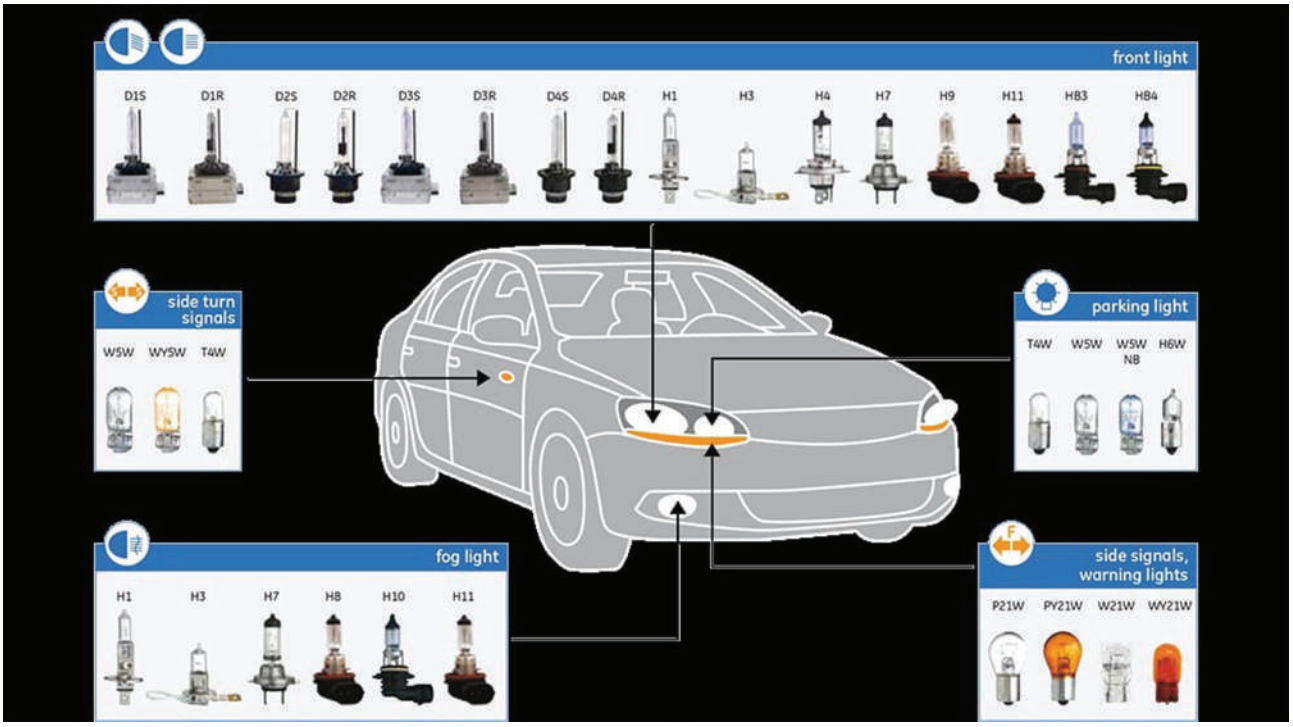
انزع المصابيح الأمامية والخلفية لعدة موديلات وأنواع أخرى من المركبات المتوافرة في مشغلك.

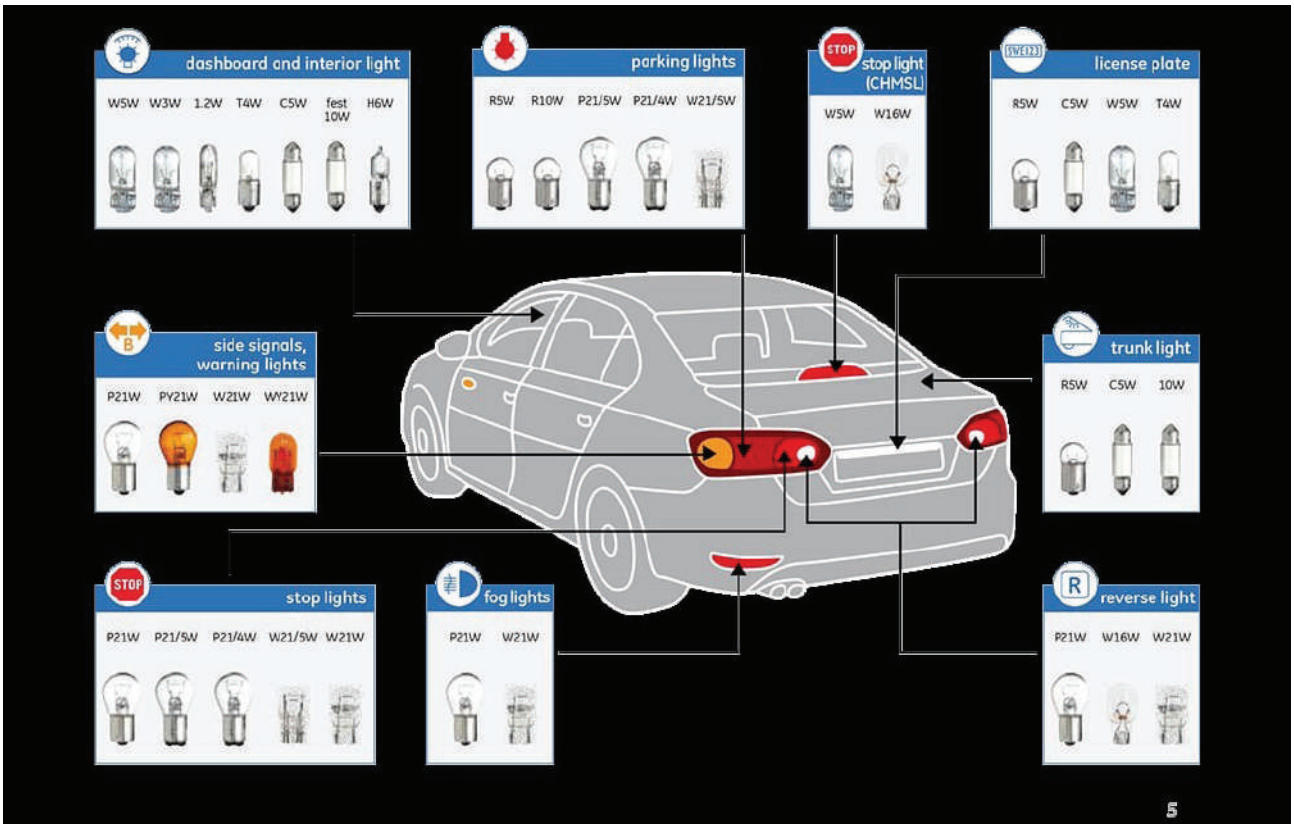
التقويم الذاتي

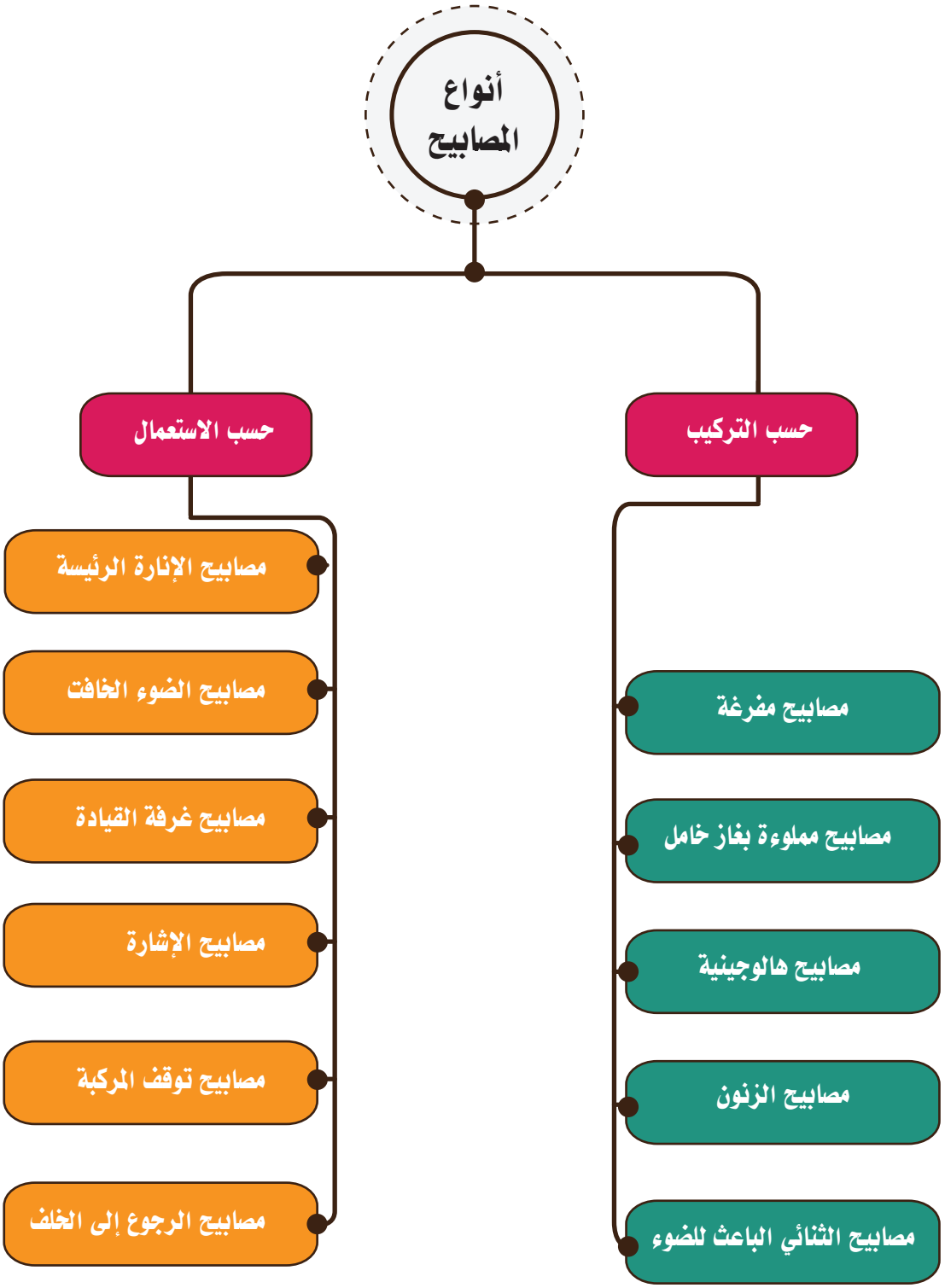
دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفكّ مقبس المصابيح الأمامية.			
2	أفكّ مصباح الضوء الخافت.			
3	أنزع مصابيح الإنارة الخلفية.			
4	أفحص المصابيح الأمامية والخلفية مستعملًا البطارية.			
5	أستعمل جهاز الأوميتر، وأتأكد من صلاحية المصابيح.			

الشكل الآتي يبين أشكال المصابيح المختلفة وقدرتها وأماكن استخدامها 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

أنظمة الإنارة في المركبات

ثانيًا : أنظمة الإنارة في المركبات وتوصيلاتها.

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تبني دارات المصابيح في المركبة.
- تجري الصيانة الوقائية والعلاجية لدارة المصابيح.

القياس والتقويم

المصهرات المستخدمة في المركبة (FUSES)

• ما وظيفة المصهرات في المركبة؟

يحمي المصهر (Fuse) 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 وشدة 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 (3–16)، الذي يبين بعض أنواع المصهرات المستخدمة في المركبة.

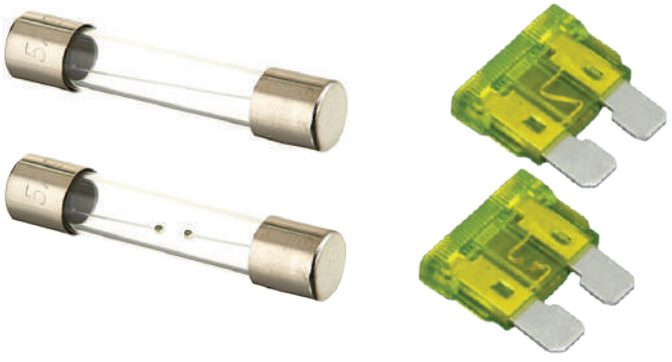
الشكل (3–16): بعض أنواع المصهرات المستخدمة في المركبة.

استكشف

ابحث عبر 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 معلمك.

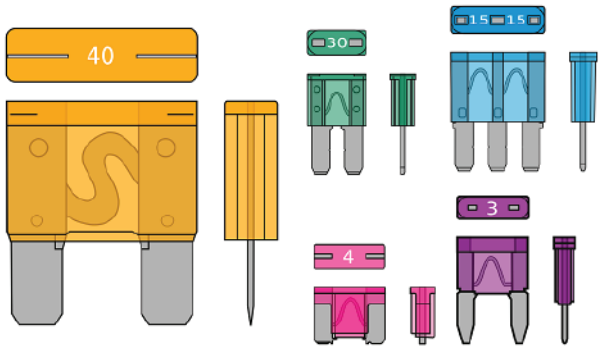
اقرأ.. وتعلم

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، ما يحول دون حدوث أي تلف في أجزاء الدارة الكهربائية، انظر إلى الشكل (3–17)، الذي يبين بعض أنواع المصهرات المختلفة في حالة الانصهار (الاحتراق).



الشكل (3–17): 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 (3–18)، الذي يبين القيم الكهربائية لبعض أنواع المصهرات.



الشكل (3–18): بعض أنواع المصهرات.

فمثلًا، المصهر الذي يحمل الرقم (**20A**)، يمكنه تحمل تيار كهربائي قيمته (20) 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 (3–1)، يبين ألوان المصهرات الحديثة، وقيم التيار لكل منها.

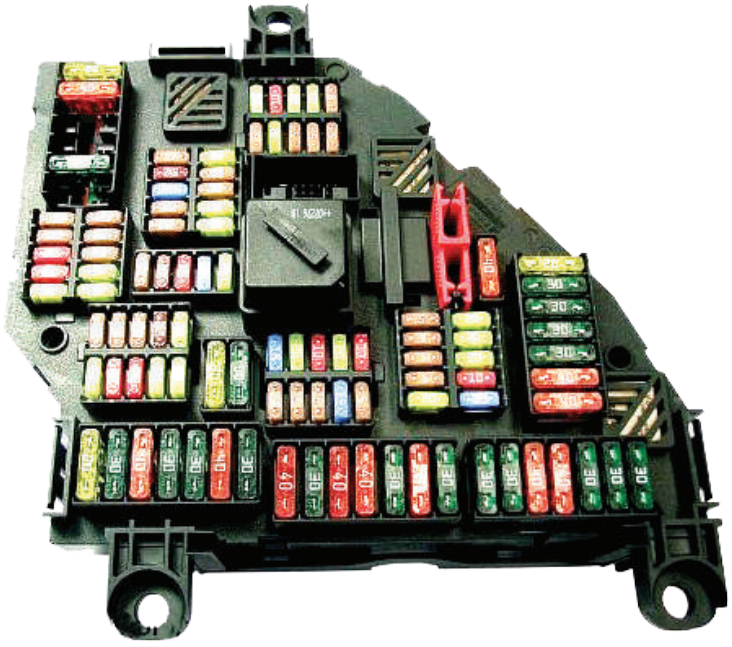
الجدول (3–1): ألوان المصهرات الحديثة، وقيم التيار لكل منها.

الرقم	اللون	التيار الأقصى / أمبير
1	البرتقالي	5
2	الأحمر	10
3	الأزرق	15
4	الأصفر	20
5	الأبيض	25
6	الأخضر	30

هناك أنواع أخرى من المصهرات تتحمل تيارات أعلى في المركبة، وهي كبيرة الحجم نسبيًّا، وتثبت داخل صندوق المصهرات (علبة الفيوزات)، ومن الأمثلة عليها: مصهر دارة الشحن (المولد) الذي يمكنه تحمل تيار مقداره (30 أمبير)، ونظام مانع غلق الإطارات (**ABS**)، الذي يمكنه تحمل تيار مقداره (30 أمبير)، ومراوح التبريد التي تتحمل تيارًا مقداره (40 أمبير). يبن الشكل (3–19)، أنواع المصهرات كبيرة الحجم في المركبة.

الشكل (3–19): أنواع المصهرات ذوات الحجم الكبير.

تجهز كل مركبة بصندوق خاص أو أكثر؛ لجمع هذه المصهرات (الفيوزات) بانتظام، ويطلق عليه صندوق المصهرات (علبة الفيوزات). يعد هذا الصندوق نقطة وصل مهمة لكل الدارات الكهربائية في المركبة، ويسهّل الصيانة اللازمة للمصهرات، ويحتوي مجموعة من المرحلات (الكتاوتات) التي ستدرسها لاحقًا، انظر إلى الشكل (3–20)، الذي يبين أحد أنواع صناديق المصهرات.



الشكل (3–20): صندوق المصهرات.

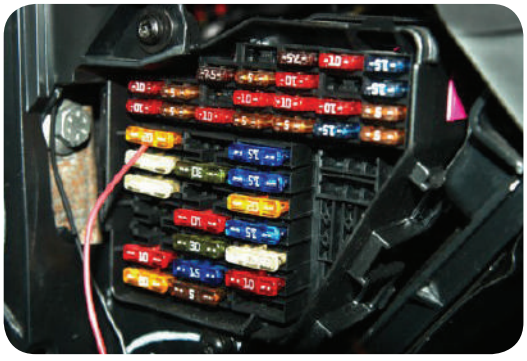
تربط جدلات الأسلاك الكهربائية بصندوق المصهرات، على نحو يضمن استمرارية مرور التيار الكهربائي في الأجزاء الكهربائية وإليها في المركبة، انظر إلى الشكل (3–21).

الشكل (3–21): جدلات الأسلاك الكهربائية بصندوق المصهرات.

يثبت صندوق المصهرات غالبًا في المركبة تحت غطاء المحرك قرب البطارية، بعيدًا عن الأجزاء المتحركة، وعن حرارة المحرك، كما في الشكل (3–22)، الذي يبين مكان صندوق المصهرات في المركبة تحت غطاء المحرك.

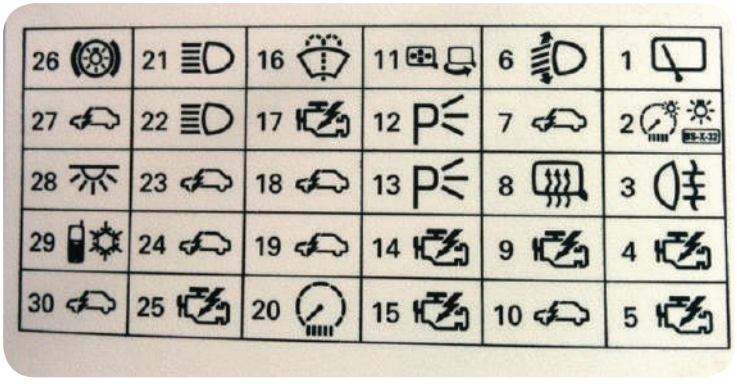
الشكل (3–22): صندوق المصهرات، المثبت تحت في غرفة المحرك.

في نوع آخر، يكون صندوق المصهرات في بعض أنواع المركبات أسفل لوحة القيادة (التابلو)، وبعيدًا عن أجزاء محرك المركبة نهائيًّا، انظر إلى الشكل (3–23) الذي يبين مكان صندوق المصهرات في المركبة أسفل لوحة القيادة.



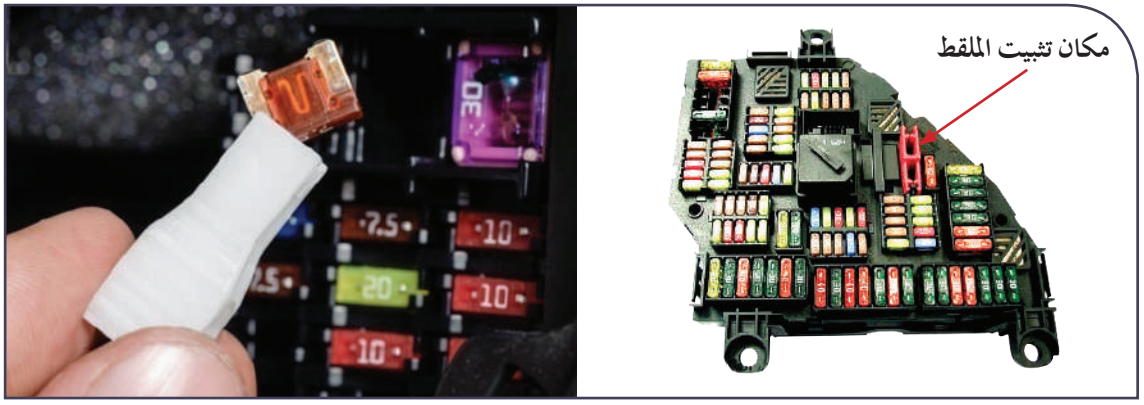
الشكل (3–23): صندوق مصهرات، المثبت أسفل لوحة القيادة (التابلو).

يُثبّت في المركبة غالبًا صندوقان موصولان ببعضها، ويكتب على غطاء كل منهما حروف، أو رموز، أو رسوم في الموضع نفسه، تدل على الدارة المتصلة بكل مصهر، انظر إلى الشكل (3–24)، الذي يبين غطاء صندوق أحد المصهرات.



الشكل (3–24): 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 (3–25).



الشكل (3–25): ملقط سحب المصهرات.

وتستخدم المصهرات في بعض الدارات أسلاك التوصيل؛ لحماية الحِمْل الكهربائي من مرور تيار عالٍ من البطارية، انظر إلى الشكل (3–26).

الشكل (3–26): أسلاك توصيل.

المرحلات

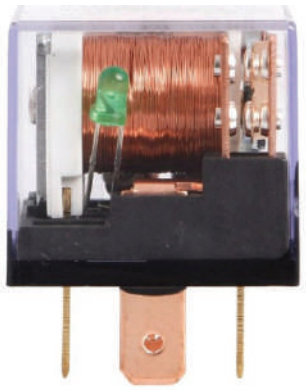
يعمل المرحل (**Cutout**)كمفتاح تحكم كهربائي، حيث يصل التيار الكهربائي ويفصله في الدارة، ويحمي مفاتيح الدارة الموجودة فيها باستعماله تيارًا كهربائيًّا صغيرًا للتحكم في تيار أكبر لتشغيل الدارة الكهربائية. هناك أنواع مرحلات عدة في المركبة، انظر إلى الشكل (3–27).

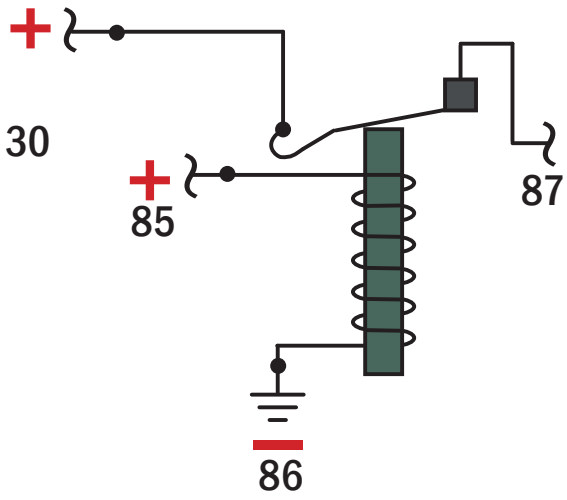
الشكل (3–27): المرحلات.

تقسم الدارات الكهربائية في المرحل دارتين، هما:

1- **دارة التحكم**: يمر في هذه الدارة تيار صغير يصل التيار الكهربائي بملف المرحل (85 - 86)، مولدًا مجالًا مغناطيسيًّا يجذب ذراع توصيل نقاط التلامس داخله، موصلًا التيار الكهربائي إلى الدارة.

2- **دارة التشغيل**: يمر في هذه الدارة تيار كهربائي تتناسب قيمته وتيار الحِمْل المتصل به. يتكون المرحل في المركبة من ملف كهربائي (كهرمغناطيسي) يولّد مجالًا مغناطيسيًّا عند مرور تيار كهربائي فيه، ونقاط توصيل توصل التيار الكهربائي وتفصله عن الدارة بوساطة قوة المجال المغناطيسي الناشئ في الملف، انظر إلى الشكل (3–28) الذي يبين أجزاء المرحل (الكتاوت).





الشكل (3–28): 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 (3–29) الذي يبين مخطط المرحل.

الشكل (3–29): مخطط المرحل.

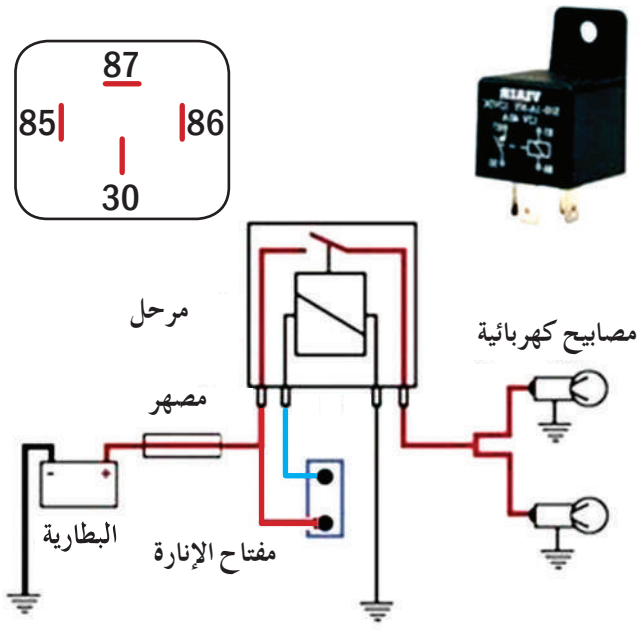
توصيل أطراف المرحل في الدارة الكهربائية

تتوافر أنواع عدة من المرحلات، منها ما له أربعة أطراف، ومنها ما له خمسة أطراف.

ففي مرحل الأطراف الأربعة، يحتوي طرفا الملف الرمزين: (85 - 86)، بحيث يوصل أحدهما بالخط الموجب، والآخر بالخط السالب، لتكوين فرق الجهد على طرفي الملف، فيتكون مجال مغناطيسي قادر على جذب التلامسات، حيث تعمل الدارة، والجدير بالذكر، أن التحكم في ملف المرحل يحدث بطرائق عدة حسب الدارة .

في أغلب الدارات 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 دارات 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 تعطل المرحل.

عند مرور تيار كهربائي في ملف المرحل، فإنه يتكون مجال مغناطيسي قادر على جذب ذراع التلامس، ما يؤدي إلى إيصاله، ويوصَل الطرف (30) مباشرة بالطرف الموجب بعد دارة الحماية (المصهر) والطرف (87) يغذي الحمل. وفي المرحلات ذوات الأطراف الخمسة، 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، فيُفصل المصدر عن الحمل الموصول به، انظر إلى الشكل (3–30) الذي يبين عمل مرحل الأطراف الأربعة للتحكم في دارة إنارة.



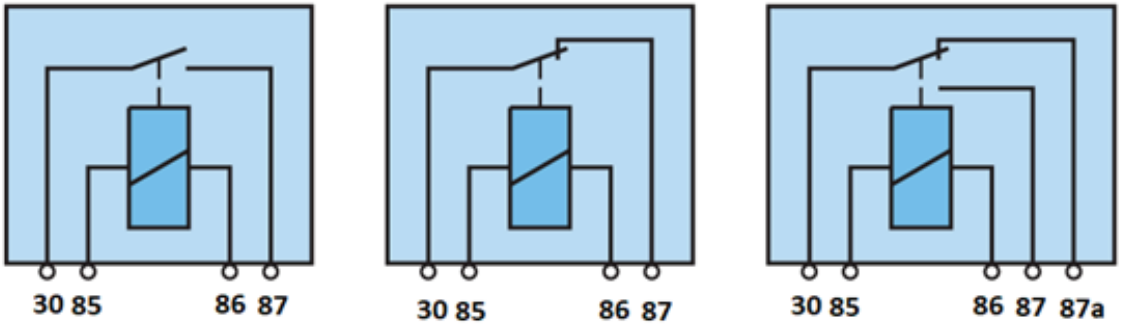
الشكل (3–30): مخطط دارة إنارة مع المرحل.

أنواع المرحلات في المركبة حسب نقاط التلامس:

1- مرحل مع ملامس موصل: عند مرور تيار كهربائي في المرحل، فإنه يوصل التيار إلى الدارة، انظر إلى الشكل (3-31/ أ).

2- مرحل مع ملامس فاصل: عند مرور تيار كهربائي في المرحل، فإنه يفصل التيار عن الدارة تبعًا لطريقة توصيله، انظر إلى الشكل (3-31/ب).

3- مرحل مع ملامس مبدل: عند مرور تيار كهربائي في المرحل، فإنه يبدّل نقاط التوصيل داخله، انظر إلى الشكل (3-31/جـ).



الشكل (3-31): أنواع المرحلات حسب نقاط التلامس.

تثبت المرحلات غالبًا داخل صندوق المصهرات في المركبة، يُحدَّد كل مرحل مع الدارة التي يتبع لها على غطاء علبة المصهرات، انظر إلى الشكل (3-32) الذي يبين مكان تثبيت المرحلات داخل المركبة.

الشكل (3-32): صندوق المرحلات.

هنالك أنواع من المرحلات مع مصهر، بحيث يحمي المصهر الحِمْل من ارتفاع التيار، انظر إلى الشكل (3–33).

الشكل (3–33): مرحل مثبت عليه مصهر.

من التطبيقات العملية للمرحلات في دارات الإنارة، استخدام جدلات الإنارة ذات المرحلات عند تشغيل مصابيح رئيسة ذات قدرات عليا لحماية الجدلات القديمة ومفاتيح الإنارة من الزيادة في ارتفاع التيار الناشئ عن المصابيح الجديدة ذوات القدرات العليا، انظر إلى الشكل (3–34).

الشكل (3–34): جدلة المرحلات.

دارات الإنارة في المركبات

فكر

ما عدد دارات الإنارة الكهربائية في المركبة؟

تقسم دارات الإنارة في المركبات ثلاثة أقسام، هي:

1- دارات الإنارة الأمامية، وهي:

أ - الإنارة الأمامية الرئيسة (منخفض / مرتفع)

ب - تحديد أبعاد المركبة (دارة الإنارة الخافتة).

2- دارات الإنارة الخلفية، وهي:

أ - مصابيح الرجوع إلى الخلف.

ب - مصابيح التوقف.

جـ - تحديد إبعاد المركبة (دارة الإنارة الخافتة، إنارة لوحة أرقام المركبة).

3- دارات الإنارة التحذيرية، وهي:

أ - الانعطاف إلى ليمين والشمال.

ب- دارة التحذير من الخطر (الرباعي).

1- دارة الإنارة الأمامية الرئيسة

تُستخدم هذه الدارة في إنارة الطريق ليلًا أمام المركبة، ليتمكن السائق من كشف الطريق وتفادي الأخطار غير المتوقعة.

مكونات دارة الإنارة الأمامية الرئيسة

1- مفتاح تشغيل الإنارة الرئيسة.

2- المصابيح الأمامية.

3- البطارية.

4- مفتاح تبديل (منخفض/ مرتفع).

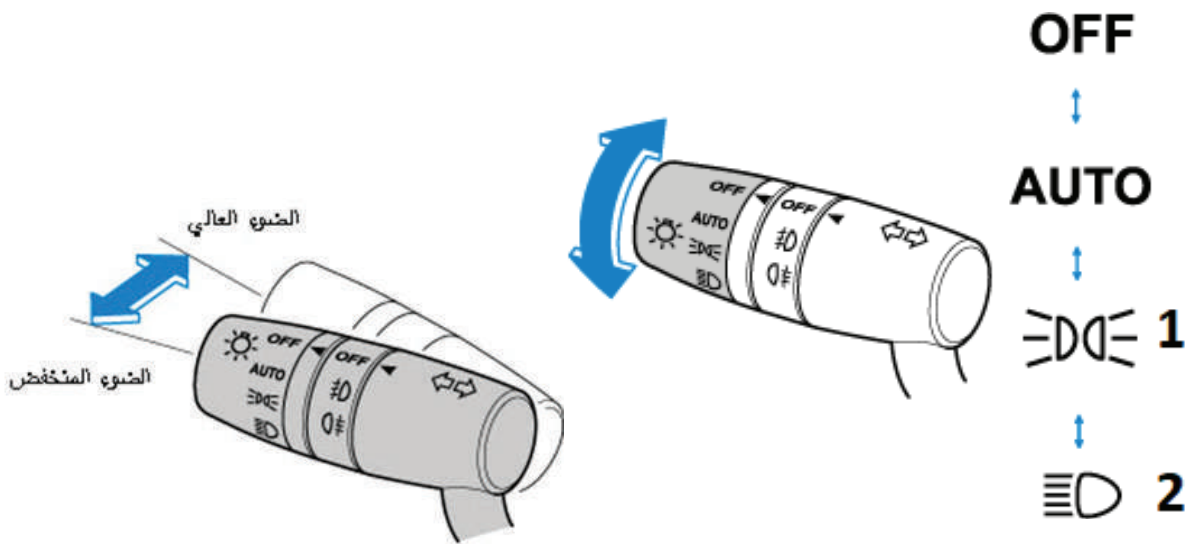
5- مرحل.

6- المصهرات.

7- أسلاك توصيل.

مفتاح تبديل (منخفض/ مرتفع)

مفتاح يثبّت بجانب عجلة القيادة؛ للتحكم في شدة الإنارة (منخفض و مرتفع)، فإذا كان المفتاح على وضعية (2)، تعمل الإنارة المنخفضة، وعند تحريك مفتاح وعمل تبديل، ستعمل الإنارة المرتفعة، انظر إلى الشكل (3-35).

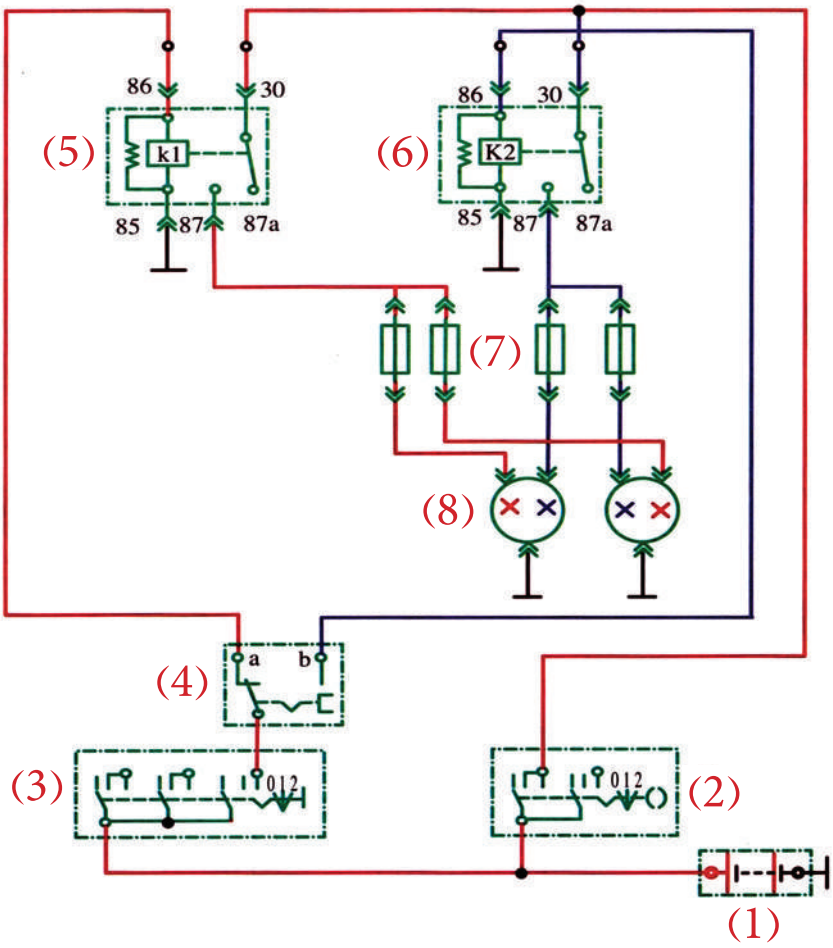


الشكل (3-35): مفتاح تبديل (منخفض/ المرتفع).

مبدأ عمل الدارة

عند وضع مفتاح الإنارة الرئيسة على الوضع 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، ما يجذب تلامس المرحل، فيمر تيار من البطارية عبر الملامس (87-30)، إلى المصابيح المرتفعة فتضيء.

عند وضع مفتاح الإنارة الرئيسة على الوضع 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، ما يجذب تلامس المرحل، فيمر تيار من البطارية عبر الملامس (87-30)، إلى المصابيح المنخفضة فتضيء، انظر إلى الشكل (3–36) الذي يوضح مخطط عمل الدارة.



الشكل (3–36): مخطط عمل الدارة.

تدل الأرقام في الشكل (3–36)، على ما يأتي:

1	البطارية	3	مفتاح الإنارة الرئيسة	5	مرحل المصابيح المرتفعة	7	مصهرات
2	مفتاح التشغيل	4	مفتاح تبديل (مرتفع / منخفض)	6	مرحل المصابيح المنخفضة	8	مصابيح الإنارة الأمامية الرئيسة

2- 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:

1- مفتاح تشغيل مصابيح المكابح.
2- البطارية.
3- مصابيح المكابح ولونها أحمر.
4- أسلاك توصيل.
5- مصهر.
6- مرحل.

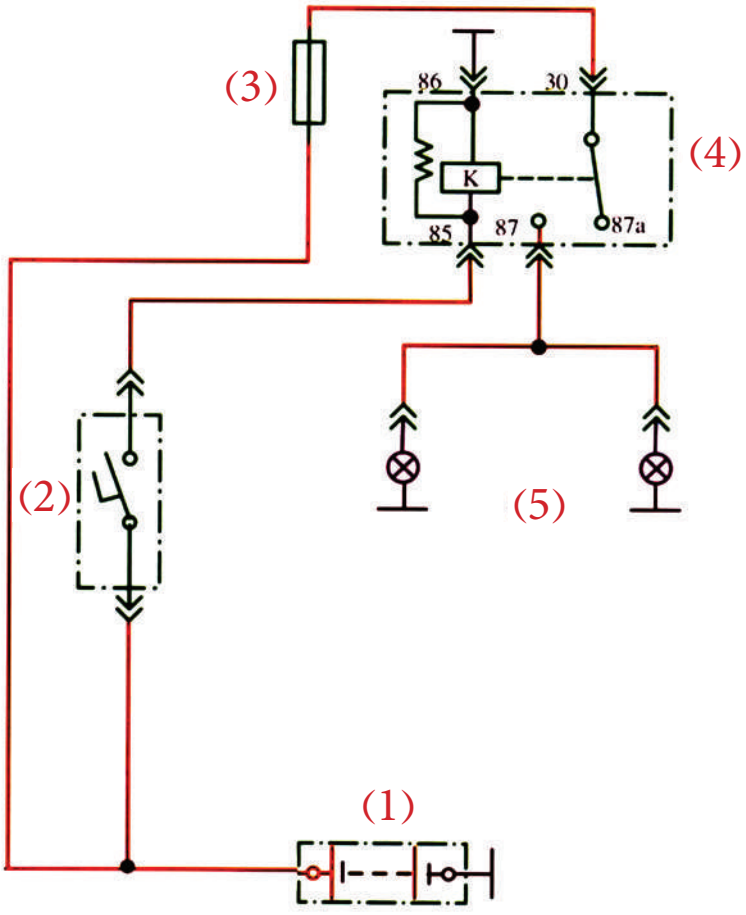
مفتاح تشغيل مصابيح المكابح

يصل هذا المفتاح الدارة ويفصلها عَبْر دواسة المكابح (الفرامل)، الموجودة أسفل دواسة المكابح، انظر إلى الشكل (3-37) مفتاح المكابح.

الشكل (3-37): 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 يجذب التلامس (**87-30**) ويغلقه. فيمر تيار من البطارية عبر التلامس إلى المصابيح فتضيء، انظر إلى الشكل (3–38) الذي يوضح مخطط الدارة الكهربائية للنظام.



الشكل (3–38): المخطط الكهربائي لدارة إنارة مصابيح التوقف.

تدل الأرقام في الشكل (3–38)، على ما يأتي:

1	البطارية	3	المصهر	5	مصابيح التوقف
2	مفتاح التوقف	4	المرحل		

3- دارة إنارة الرجوع للخلف (Reversing Light Circuit)

تُستعمل هذه الدارة لتنبه سائقي المركبة، وتحذيرهم من أن المركبة التي أمامهم سترجع إلى الخلف، فضلًا 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:

1- 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 (3-39)، مفتاح الرجوع إلى الخلف.

2- مصابيح الرجوع إلى الخلف، وتكون بيضاء اللون.

3- مرحل .

4- مصهر .

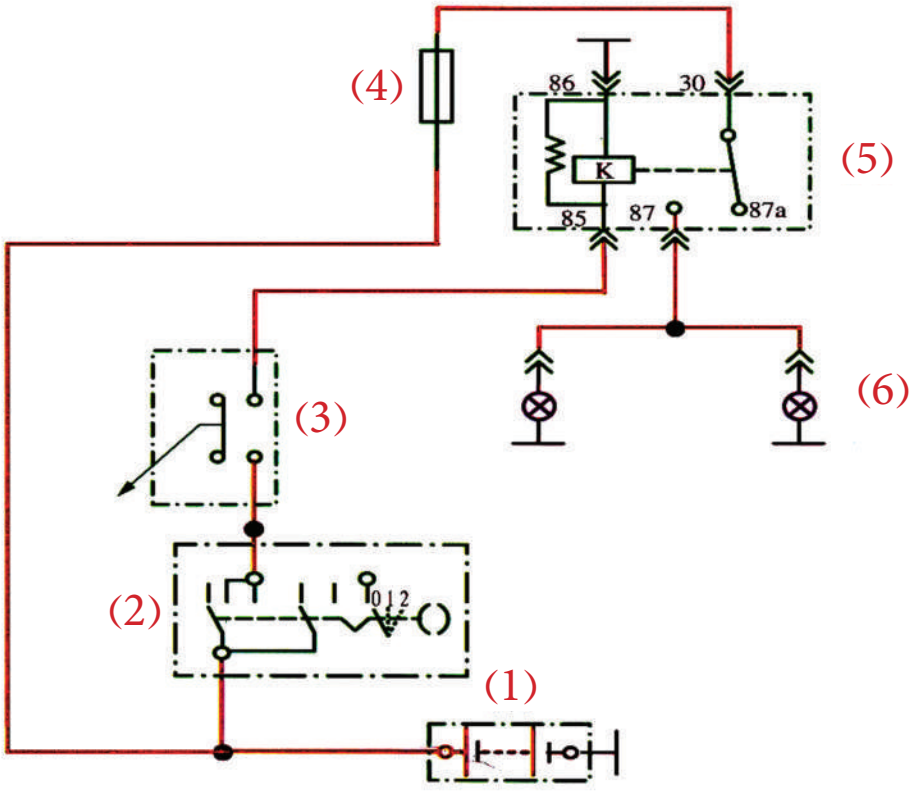
5- بطارية .

6- أسلاك توصيل .

الشكل(3-39): مفتاح الرجوع إلى الخلف.

مبدأ عمل الدارة

عندما يضبط السائق عصا صندوق السرعات على وضع الرجوع إلى الخلف، يغلق مفتاح مصابيح الرجوع، فيمرر التيار الكهربائي من مفتاح تشغيل إلى المرحل عبر نقطة (85)، ثم إلى ملف المرحل ثم إلى نقطة (86)، فتكتمل الدارة الكهربائية بالشصي، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف يجذب الملامس إلى نقطة (87)، فيمر تيار من البطارية إلى نقطة (30)، ثم إلى الملامس ثم إلى نقطة (87)، ثم إلى المصابيح وتكتمل دارة المصابيح عَبْر خط سالب، فتضيء المصابيح، انظر إلى الشكل (3-40) الذي يبين مبدأ عمل الدارة.



الشكل(3–40): المخطط الكهربائي لدارة إنارة الرجوع إلى الخلف.

تدل الأرقام في الشكل (3–40) على ما يأتي:

1	البطارية	3	مفتاح الرجوع إلى الخلف	5	المرحل
2	مفتاح التشغيل	4	المصهر	6	مصابيح الرجوع إلى الخلف

4- 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:

1- مصابيح الإنارة الخافتة (الأمامية والخلفية).

2- مفتاح تشغيل الإنارة الرئيس.

3- مصهر.

4- البطارية.

5- أسلاك توصيل.

6- مرحل.

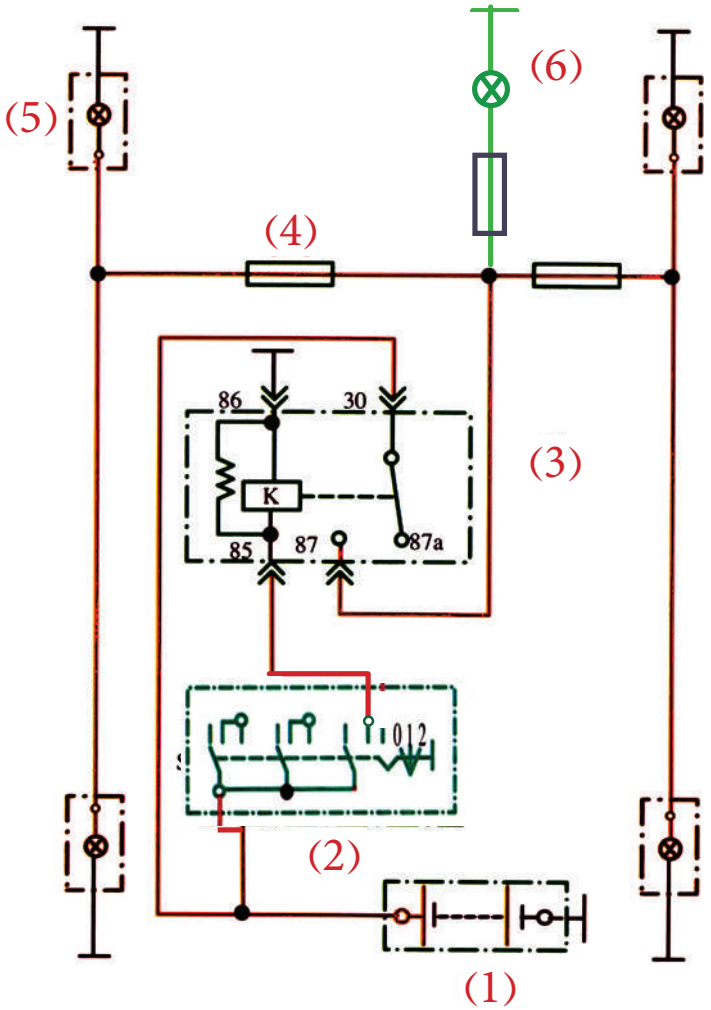
مفتاح تشغيل الإنارة الرئيس

يشغّل نظام الإنارة الرئيس، ويثبّت هذا المفتاح عل لوحة القيادة، انظر إلى الشكل (3-41) الذي يبين مفتاح الإنارة الرئيس.

الشكل (3-41): مفتاح الإنارة الرئيس.

مبدأ عمل الدارة

عندما يضبط السائق مفتاح الإنارة الرئيس على 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 يجذب الملامس إلى نقطة (87)، فيمر تيار عالٍ من البطارية إلى نقطة (30)، ثم إلى الملامس المرحل، ثم إلى نقطة (87)، ثم إلى المصابيح، فتضيء. انظر إلى شكل (3–42)، الذي يوضح المخطط الكهربائي لدارة الإنارة الخافتة.



الشكل(3–42): المخطط الكهربائي لدارة الإنارة الخافتة.

تدل الأرقام في الشكل (3–42) على ما يأتي:

1	البطارية	3	المرحل	5	مصابيح الخافتة
2	مفتاح الإنارة الرئيس	4	المصهرات	6	مصباح إنارة لوحة أرقام المركبة

5- 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:

1- مفتاح الإشارة – تبديل (يمين / شمال)

2- مصابيح تشغيل – مصابيح الإشارة

3- مرحل إشارة.

4- مصهر.

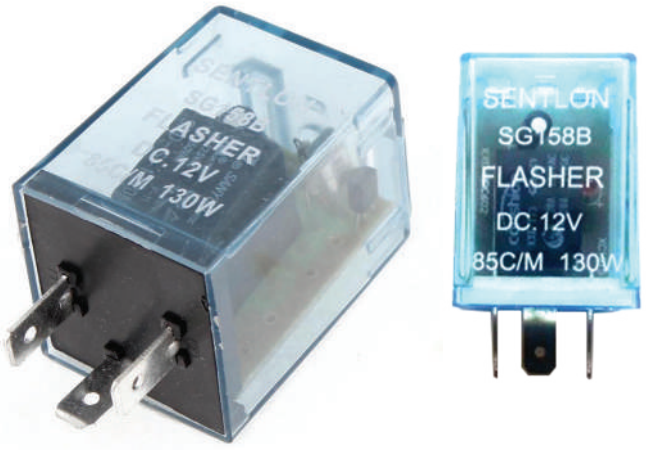
5- البطارية.

6- 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 البطارية، ونقطة (**E**) بالطرف السالب للبطارية، ونقطة (**L**) توصل بمفتاح تبديل (يمين - شمال). انظر إلى الشكل (3-43) الذي يبين مرحل الإشارة.

تجدر الإشارة إلى وجود أنواع عدة من هذه المرحلات، منها ما يحتوي طرفين أو ثلاثة أطراف أو أربعة أطراف.



الشكل (3-43): مرحل الإشارة.

6- مفتاح تشغيل مصابيح الخطر (الرباعي)

هو مفتاح يشغل مصابيح الإشارة معًا، ويثبّت على لوحة القيادة، ويستعمل السائق مفتاح الرباعي في الحالات الطارئة، أو في حالة تنبيه المركبات الأخرى بوجود خطر ما، وتثبت على لوحة القيادة. انظر إلى الشكل (3–44) مفتاح الخطر (الرباعي).

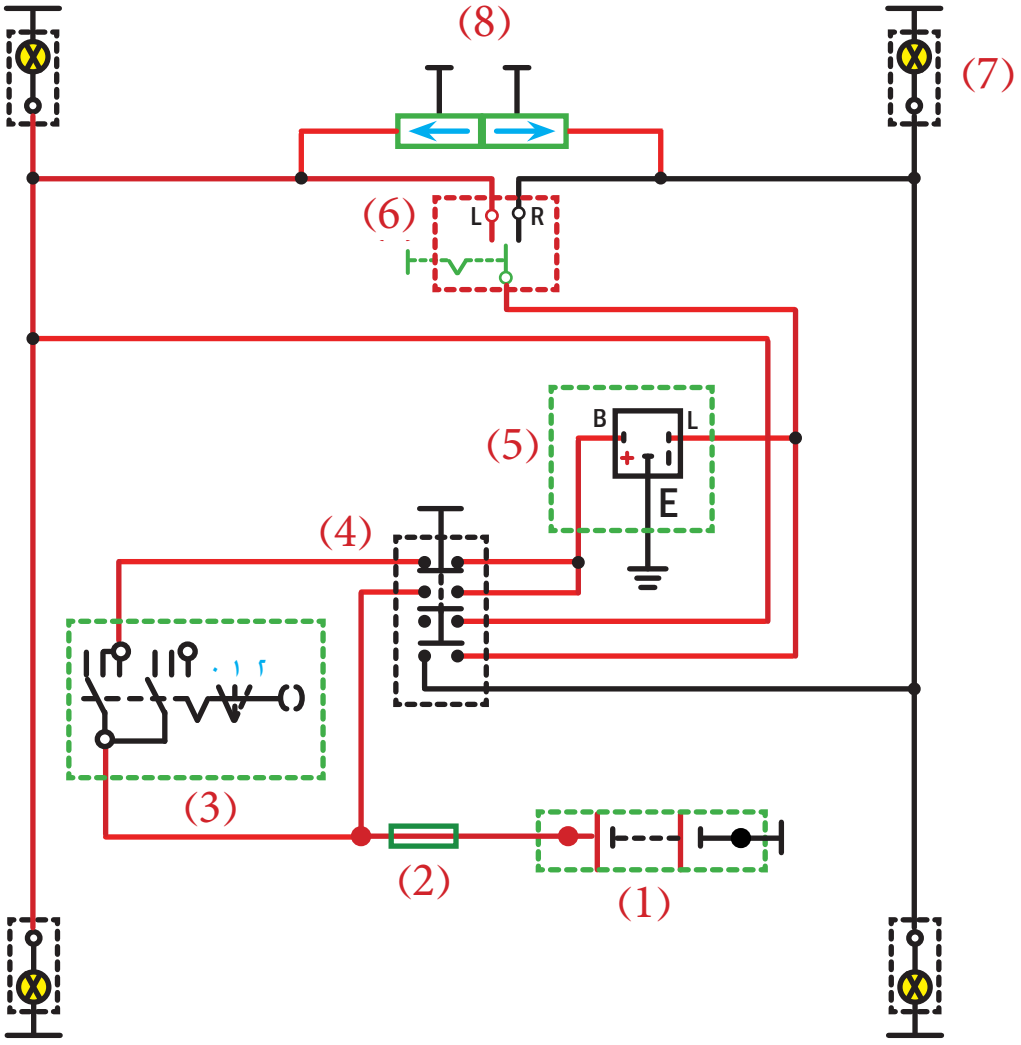
الشكل (3–44): مفتاح الخطر (الرباعي).

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)، فتصل التيار وتفصله بسرعة (60–120) مرة في الدقيقة، فيضيئ مصابيح الإشارة الأمامية والخلفية إضاءة متقطعة، 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 البطارية، عَبْر مفتاح التشغيل ونقطة المرحل (E) توصل بسالب البطارية.

في الحالات الطارئة، يضغط السائق مفتاح تشغيل مصابيح الخطر (الرباعي)، فتوصَل مصابيح اليمين والشمال معًا عَبْر المفتاح، ليعمل معًا، وتقطع الإشارة بوساطة المرحل.

في ما يأتي الشكل (3–45) الذي يبين دارة مصابيح الإشارة.



الشكل (3–45) : المخطط الكهربائي .

تدل الأرقام في الشكل (3–45)، على ما يأتي:

1	البطارية	3	مفتاح التشغيل	5	مرحل إشارة	7	مصابيح الإشارة
2	المصهر	4	مفتاح تشغيل الرباعي(خطر)	6	مفتاح تبديل الإشارة	8	مصابيح بيان الانعطاف على لوحة القيادة

7- دارة مصباح غرفة القيادة (Cabin lamp Circuit)

تُستعمل هذه الدارة لإنارة غرفة القيادة، وتثبت في سقفها، ويوجد لها مفتاح له ثلاثة أوضاع على النحو الآتي:

1- وضع (Door)، بحيث تكتمل فيه الدارة المصباح عَبْرَ ملامسات مثبّتة على باب المركبة.

2- وضع (On)، وضع تشغيل، دون الحاجة إلى فتح الباب.

3- وضع (Off)، وضع الإيقاف، الذي يوقف عمل المصباح.

مكونات دارة غرفة القيادة:

تتكون الدارة من الأجزاء الآتية:

1- وحدة الإنارة لغرفة القيادة تحتوي:

أ - مصباح غرفة القيادة.

ب- مفتاح تحكم بوضعية الإنارة (ON-DOOR -OFF).

2- مفتاح الأبواب.

3- مصهر.

4- البطارية.

5- 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 (3-46).

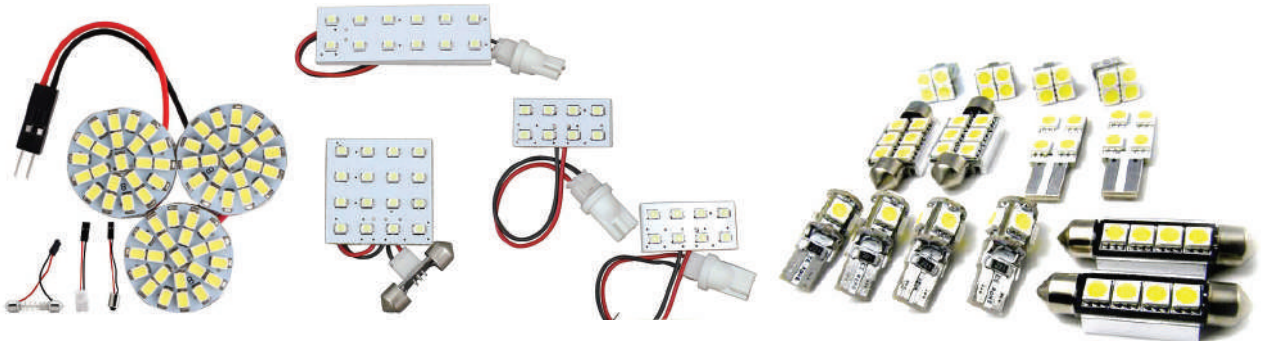
الشكل (3-46): مفتاح مصباح غرفة القيادة المثبّت على الأبواب.

مبدأ عمل الدارة

1- عند وضع المفتاح على (On)، يمر تيار كهربائي من البطارية عبر المصهر إلى المصابيح، فالمفتاح الذي يكمل الدارة مع خط سالب (الشصي) فيضيء المصباح.

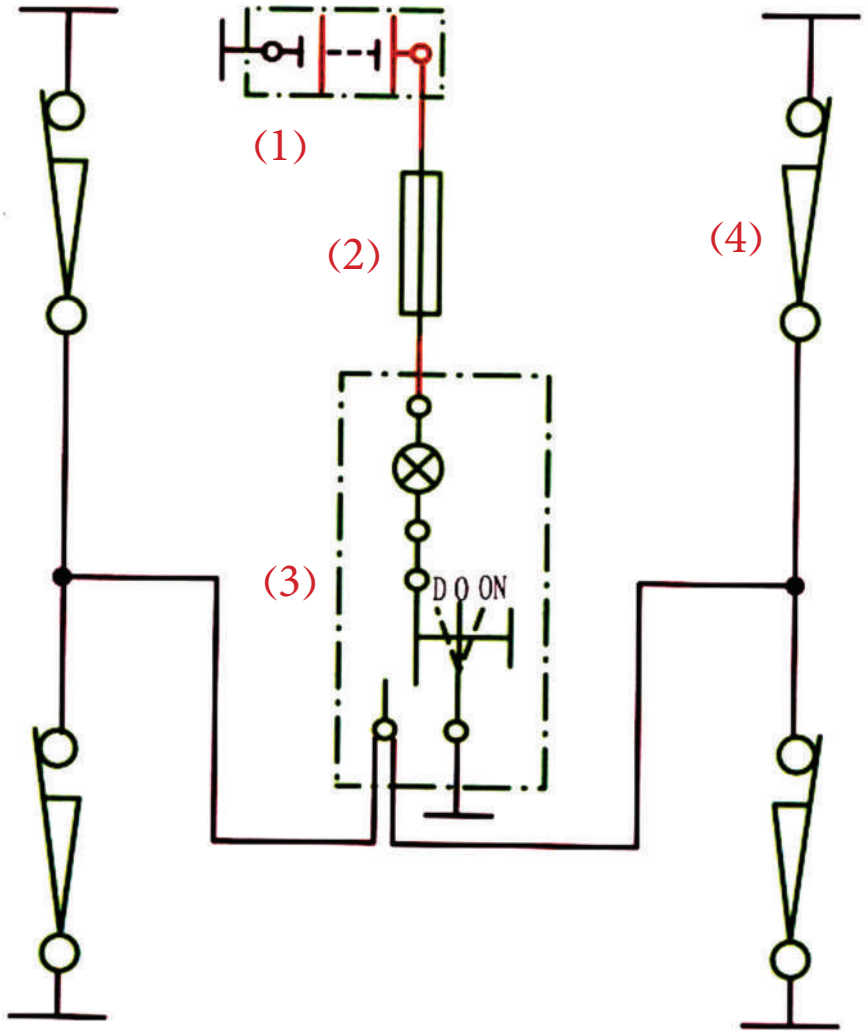
2- عند وضع المفتاح على (Door)، وعند فتح أحد الأبواب، يمر تيار كهربائي من البطارية إلى المصهر، ثم إلى مصابيح غرفة القيادة، ثم إلى مفتاح الأبواب (ضاغط العكسي)، المثبّت على الباب ليكمل الدارة مع خط سالب (الشصي) فيضيء المصباح، انظر إلى الشكل (3-47) الذي يبين مصباح غرفة القيادة.

3- عند وضع المفتاح على (off) يفصل التيار الكهربائي عن مفاتيح الأبواب، فتنطفئ المصابيح.



الشكل (3-47): مصباح غرفة القيادة.

في ما يأتي الشكل (3–48)، الذي يبين دارة مصباح غرفة القيادة:



الشكل (3–48): دارة مصباح غرفة القيادة.

تدل الأرقام في الشكل (3–48) على ما يأتي:

1	البطارية	3	وحدة إنارة غرفة السائق
2	المصهر	4	ضاغط عكسي

8- دارة مصابيح الضباب (Fog Lamps Circuit)

تستخدم هذه الدارة في الظروف الجوية، مثل: (انتشار الضباب الكثيف، وانتشار الغبار، وتساقط الثلوج).

مكونات دارة مصابيح الضباب

1- بطارية.

2- مصهر.

3- مرحل.

4- مصابيح الضباب.

5- أسلاك التوصيل.

6- مفتاح تشغيل مصابيح الضباب.

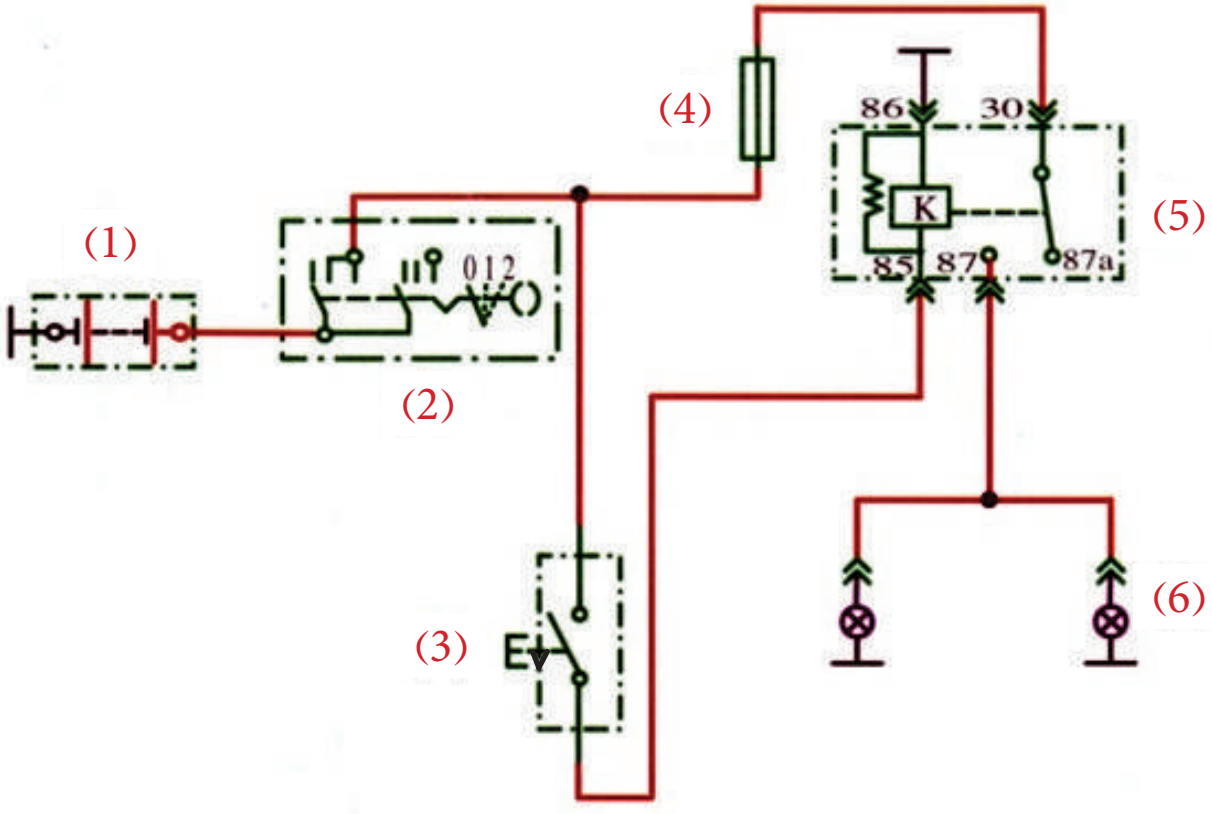
مصابيح الضباب

تحتوى هذه المصابيح فتيلة واحدة، وهي ذات قدرة عالية جدًّا تصل إلى (100) واط، انظر إلى الشكل (3-49) الذي يبين بعض أنواع مصابيح الضباب.

الشكل (3-49): 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 البطارية إلى نقطة (30)، ثم إلى الملامس ثم إلى نقطة (87)، ثم إلى المصابيح ، فتضيء. الشكل (3–50) يبين المخطط الكهربائي لدارة مصابيح الضباب.



الشكل (3–50): المخطط الكهربائي لدارة مصابيح الضباب

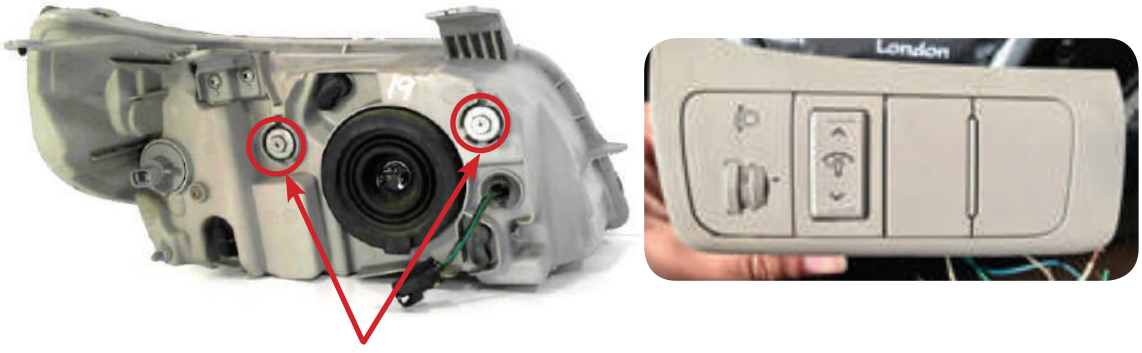
تدل الأرقام في الشكل (3–50) على ما يأتي:

1	البطارية	3	مفتاح تشغيل مصابيح الضباب	5	المرحل
2	مفتاح التشغيل	4	المصهر	6	مصابيح الضباب

معايرة المصابيح (الأضواء) الأمامية

يتعرض كثير من سائقي المركبات في أثناء قيادة مركباتهم ليلًا على الطرقات إلى صعوبة الرؤية؛ نتيجة أضواء 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 المصابيح ومعايرتها؛ 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 مُتصِلًا بالعاكس، وفيها يحرك العاكس في الاتجاهات الأربعة للحصول على البؤرة المناسبة من جهاز المعايرة، ويوجد في المركبات الحديثة مفتاح يتحكم في شدة الإضاءة في وحدة الإنارة الأمامية، وهو مثبت على لوحة القيادة، انظر إلى شكل (3–51) الذي يبين برغي المعايرة ومفتاح شدة الإنارة.



الشكل (3–51): برغي المعايرة ومفتاح شدة الإنارة.

تشخيص أعطال أنظمة الإنارة، وبيان أسبابها، وطرائق تصليحها

يتعرض نظام الإنارة مثل الأنظمة الكهربائية للأعطال الفجائية، ويبين الجدول (3–1) هذه الأعطال وأسبابها وطرائق تصليحها.

جدول (3–1): أعطال أنظمة دارات الإنارة الكهربائية، أسبابها وطرائق تصليحها.

1 – 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 تصليحه، أو تغييره. – وصل الأسلاك المقطوعة. – تنظيف مقبس المصباح. – استبدال مرحل جديد بالمرحل التالف.
ضعف الإضاءة.	– ضعف البطارية. – استعمال أسلاك رفيعة. – اتساخ العاكس والعدسة.	– شحن البطارية. – استبدال أسلاك مناسبة بتلك الرفيعة. – تنظيف العاكس والعدسة.
2 – أعطال دارة الرجوع إلى الخلف		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة.	– احتراق المصهر. – 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.
3 – أعطال دارة مصابيح الإشارة		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
توقف مصابيح الإشارة عن العمل.	– احتراق المصهر. – احتراق المصابيح . – عدم توصيل المفتاح. – تعطل المرحل. – قطع في الأسلاك. – تلف مرحل الإشارة.	– استبدال مصهر جديد بالمصهر التالف. – استبدال مصباح جديد بالمصباح التالف. – فك المفتاح، ثم تصليحه، أو استبدال آخر به. – فك المرحل، ثم تصليحه. – وصل الأسلاك المقطوعة. – استبدال مرحل الإشارة.

إضاءة المصابيح من دون تقطيع الضوء.	– تعطل المرحل.	– تصليح المرحل، أو تغييره.
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 للبطارية 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 فتلات مصابيح الجهة اليسرى.	– استبدال مفتاح التبديل. – استبدال مصابيح جديدة.

4 – 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.

5– 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، لاسيما الإنارة الأمامية، فظهرت تقنية المصابيح الأمامية المتكيفة في عام 2003، التي تغير اتجاه المصابيح تلقائيًّا حسب مسار المركبة وسرعتها، وكذلك تتغير اتجاه المصابيح حسب الوزن الملقى على نظام التعليق ووحدة التوجيه، من دون حاجة إلى السائق.

1- 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 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 (3-52).

الشكل (3-52): نظام الرؤية الليلية.

2– نظام التحكم الموائم في الإضاءة (**Adapthve light control**): يضبط نظام الإضاءة الأمامية الموائم شدة الإضاءة المنبعثة من الكشافات الأمامية؛ لتوائم حالات القيادة المختلفة، ومن وظائف هذه الأنظمة 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– توجيه شعاع النور عند التقاطعات.

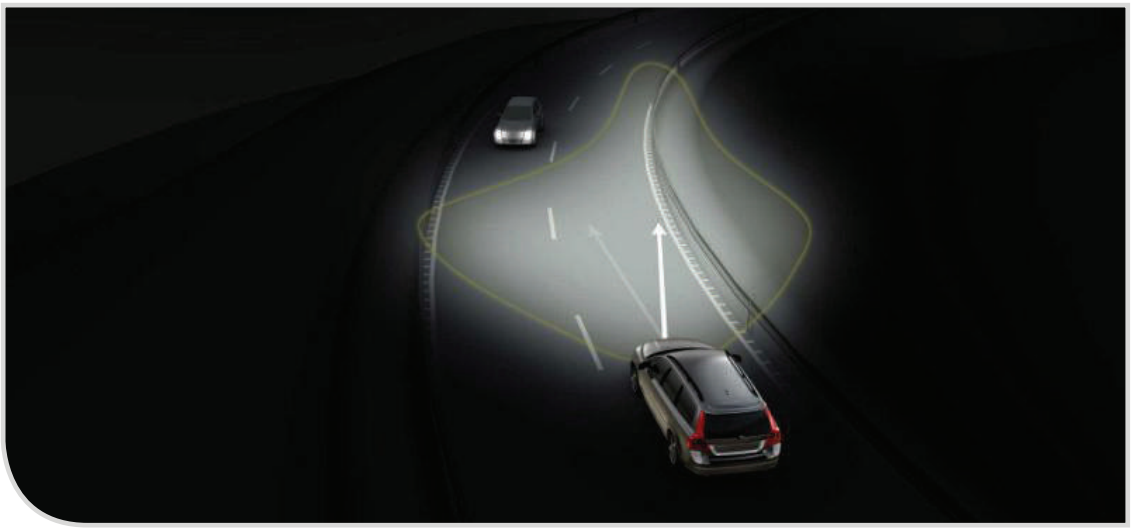
جـ– يغيير الضوء العالي إلى المنخفض تلقائيًّا حسب الطقس، أو وجود مركبة في الاتجاه المعاكس.

د– رفع الأضواء العالية وخفضها في الحالات الآتية:

1. عند السرعات العالية، وتُخفَض ذاتيًّا عند السرعات البطيئة لمواءمة الحركة داخل المدن وخارجها.
2. تغير ارتفاع الضوء عند تغير توزيع الأحمال، مثل: تحميل المركبة بالأشخاص، أو المعدات، أو في أثناء التعجيل، أو التباطؤ.
3. السير على طرق مرتفعة ومنخفضة، حيث يوفر النظام الإضاءة اللازمة للتغلب على تلك الظروف.

الشكل (3–53/ أ): نظام التحكم عند مفترقات الطرق.

إن معظم تلك الأنظمة تستعمل محركًا كهربائيًّا لضبط اتجاه الأنوار الأمامية، وبعض الأنظمة تعتمد على إضاءة مصادر أخرى في أماكن واتجاهات مختلفة، أو تعتمد على عاكسات لتوجيه الأشعة، ويضاف إليها إضاءة جانبية، التي تضاف ذاتيًّا عندما تكون السرعة أعلى من (70) كم/ساعة، لتحسين رؤية جانبي المركبة، انظر إلى الشكل (3–53/ أ) والشكل (3–53/ ب).



الشكل (3–53/ ب): نظام التحكم في الإضاءة عند مقابلة مركبة أخرى على الطريق.

3– نظام التنبيه عبر المصابيح الخلفية: ظهرت في الآونة الأخيرة تقنية جديدة في بعض المركبات وهي نظام تنبيه عبر المصابيح الخلفية، مثل: مضاعفة شدة الضوء في المواقف الخطرة، وإضاءة المكان بحجم المركبة في أثناء الاصطفاف، ما يسهل عملية الاصطفاف، وينبه السائقين، بالإضافة إلى أن بعض المصابيح قادرة على رسم إشارات أو كتابة عبارات مقروءة ومفهومة، انظر إلى الشكل (3–54) نظام التنبيه عبر المصابيح الخلفية.

الشكل (3–54): نظام التنبيه عبر المصابيح الخلفية.

- 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 معلمك.
- نظّم زيارة إلى إحدىورش صيانة المركبات بإشراف معلمك، وتعرّف الدارات الكهربائية لجميع أنواع دارات الإنارة في المركبة، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك مُوضَّحًا بالصور.

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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- مصهرات مختلفة. 3- لمبة فحص 4- جهاز الأفوميتر	

خطوات الأداء

1- حدد مكان تركيب صندوق المصهرات في المركبة، انظر إلى الشكل (1).

2- انزع المصهر بالملقط، انظر إلى الشكل (2).

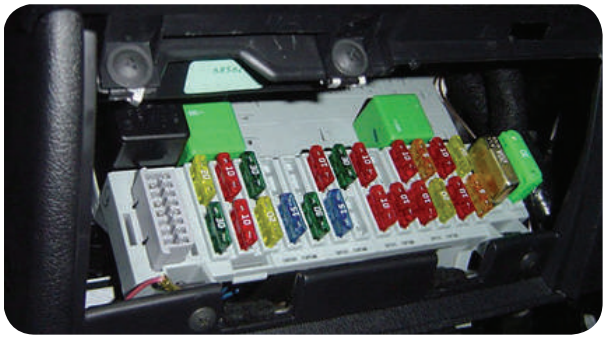
3- افحص المصهر، على النحو الآتي:

أ- إذا كان الغطاء الخارجي للمصهر شفافًا، فإنه يمكننا رؤية السلك النحاسي الداخلي، فإذا كان السلك مُتصِلًا، فيدل ذلك على أن المصهر في حالة سليمة.

ب- إذا كان السلك مقطوعًا، فإن هذا يدل على أن المصهر غير صالح، ويجب استبداله، انظر إلى الشكل (3).

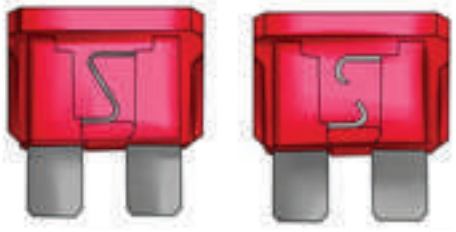
4- افحص المصهر بلمبة الفحص: حيث يوضع طرف لمبة الفحص ذو الملقط على نقطة شصي جيدة، ويُنقل الطرف المدبب للمبة الفحص بين مدخل المصهر ومخرجه في حالة إنارة لمبة الفحص في الحالتين (المدخل، المخرج)، هذا يدل على أن المصهر صالح. عند إضاءة لمبة الفحص عند المدخل و لم تضئ عند المخرج، يدل ذلك على أن المصهر غير صالح، انظر إلى الشكل (4).

الرسم التوضيحي



الشكل (1)

الشكل (2)



مصهر محترق مصهر جيد

الشكل (3)

الشكل (4)

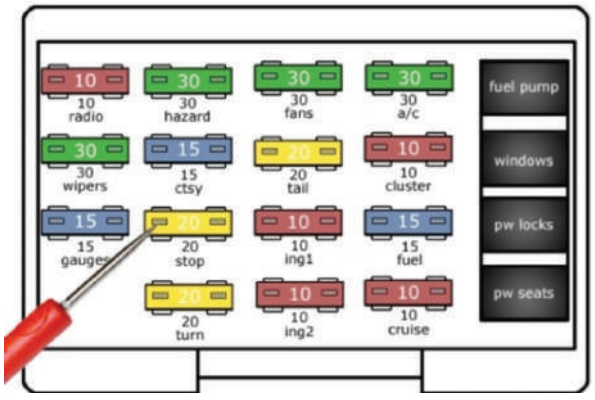
خطوات الأداء

5- افحص المصهر مُستعمِلًا 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 12 فولت، فهذا يدل على أن المصهر يعمل بصورة جيدة.

أما إذا كانت الفولتية على المخرج تساوي صفرًا، فهذا يدل على أن المصهر غير صالح للعمل، انظر إلى الشكل (5)

الرسم التوضيحي



الشكل (5)

الأنشطة العملية

تنزع المصهرات من صندوق المصهرات وتتفقدها و تفحصها.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد مكان تركيب صندوق المصهرات في المركبة.			
2	أنزع المصهر بالملقط.			
3	أتحقق من حالة المصهر بعد نزعة.			
4	أفحص المصهر بلمبة فحص، وجهاز فولتميتر.			

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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- مرحلات مختلفة. 3- جهاز أفوميتر 4- صندوق العُدة	

خطوات الأداء

1- حدد أطراف المرحل المرسومة على المخطط الموجود على جسم المرحل، انظر إلى الشكل (1).

2- افحص ملف المرحل بالبطارية انظر إلى الشكل (2).

باتباع الخطوات الآتية:

أ - صل طرف موجب البطارية بطرف المرحل (85).

ب- صل طرف سالب البطارية بطرف المرحل (86).

جـ- راقب المرحل إذا سُمعَ صوت داخل المرحل.

د- إذا سُمعَ صوت، فإن ملف المرحل يعمل جيدًا.

3- افحص ملف المرحل عَبْر جهاز الأوميتر، انظر إلى الشكل (2).

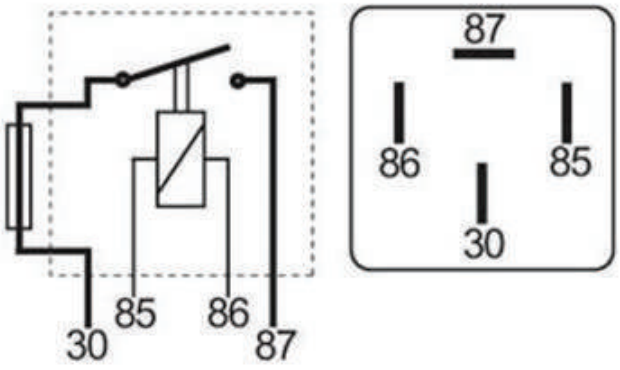
متبعًا الخطوات الآتية:

أ - صل طرف موجب جهاز الأوميتر بطرف المرحل (85).

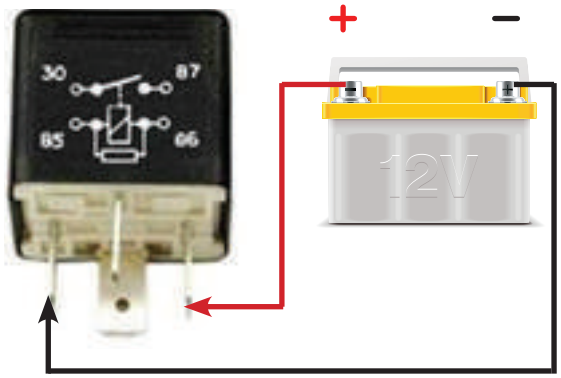
ب- صل طرف سالب جهاز الأوميتر بطرف المرحل (86).

جـ- إذا كانت قراءة جهاز الأوميتر للمقاومة منخفضة، فإن ذلك يدل على أن المرحل يعمل جيدًا.

الرسم التوضيحي



الشكل (1)



الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

د– إذا كانت قراءة جهاز الأوميتر للمقاومة مرتفعة، فإن ذلك يدل على أن المرحل تالف ولا يعمل.

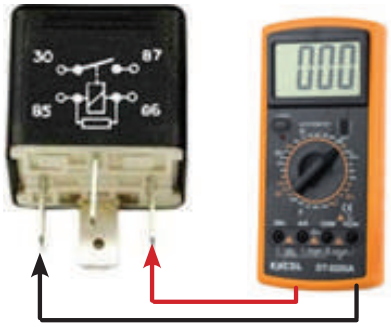
4– افحص نقاط تلامس المرحل (30–87)، عَبْر جهاز الأوميتر، انظر إلى الشكل (4).

متبعًا الخطوات الاتية :

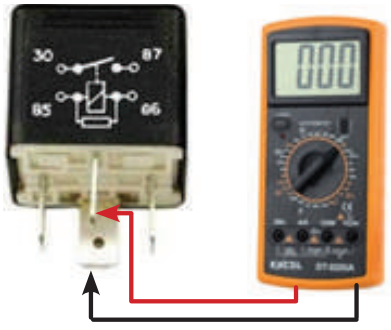
أ – صل طرف جهاز الأوميتر الموجب بطرف المرحل (30).

ب– صل طرف جهاز الأوميتر السالب بطرف المرحل (87) .

جـ – يجب أن تكون قراءة جهاز الأوميتر (مقاومة مرتفعة).



الشكل (3)



الشكل (4)

الأنشطة العملية

أعِدْ فحص نقاط تلامس المرحل (30–87)، عَبْرَ جهاز الأوميتر ، وذلك بعد تغذية أطراف المرحل بالجهد المناسب.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد أطراف المرحل.			
2	أفحص ملف المرحل مُستعمِلًا البطارية وجهاز الأوميتر.			
3	أفحص تلامسات المرحل(30–87) عَبْر جهاز الأوميتر.			

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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات		المواد الأولية
1- مصابيح أمامية.	2- بطارية.	1- أسلاك توصيل.
3- مرحلات.	4- لوح تدريب.	2- شريط عزل كهربائي.
5- مفتاح الإنارة الرئيس.	6- مفتاح تشغيل.	3- براغي تثبيت.
7- صندوق عُدّة.		

خطوات الأداء

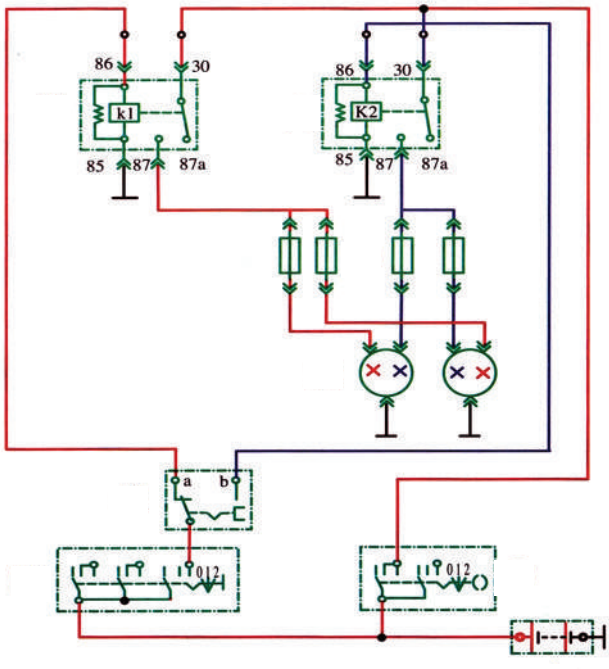
1- استعمل المصابيح الرئيسة المناسبة. انظر إلى الشكل (1).

2- استعمل مفتاح الإنارة الرئيسة المناسب. انظر إلى الشكل (2).

3- استعمل المرحلات المناسبة. انظر إلى الشكل (3).

4- ضع البطارية والأسلاك على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (4).

5- صل الدارة كما في المخطط (5)، وتحقق من عملها.



الشكل (5)

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الأنشطة العملية

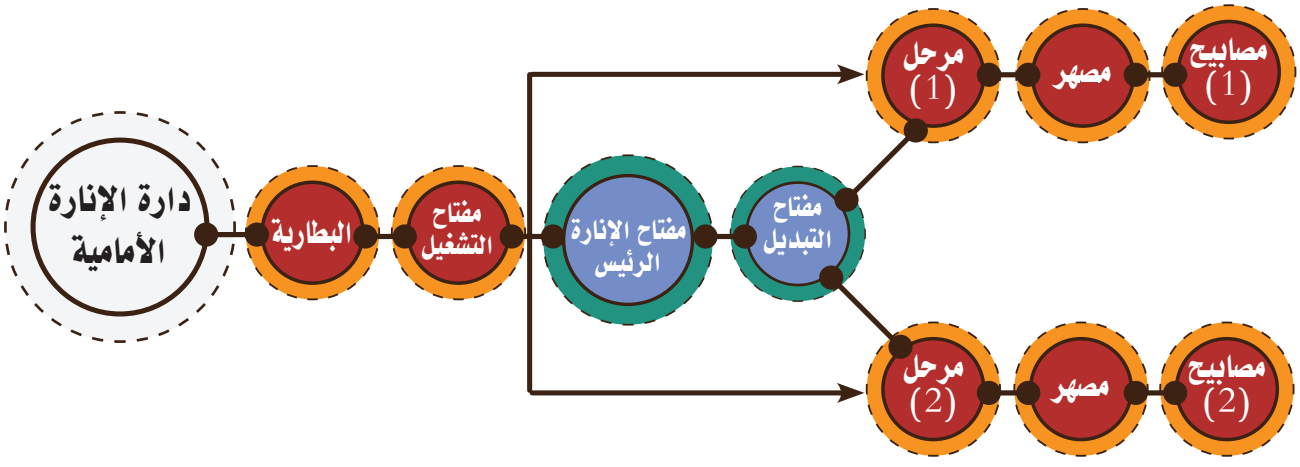
نفذ دارة مصابيح المصابيح الأمامية ذات المرحلات، وافحصها مُستعمِلًا جهاز الأوميتر.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبّت المصابيح الرئيسة على لوح التدريب.			
2	أثبّت مفتاح ضوء المركبة على لوح التدريب.			
3	أثبّت المرحلات على لوح التدريب.			
4	أوصل الدارة بالبطارية، ثم أتحقق من عملها وأفحص المصابيح الرئيسة عَبْر البطارية.			

الخرائط المفاهيمية



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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات		المواد الأولية
1- وحدة ضوء التوقف.	2- مفتاح تشغيل.	1- أسلاك توصيل.
3- ضاغط العكسي.	4- لوح تدريب.	2- شريط عزل كهربائي.
5- صندوق العُدة.	6- المرحل.	3- براغي تثبيت.

خطوات الأداء

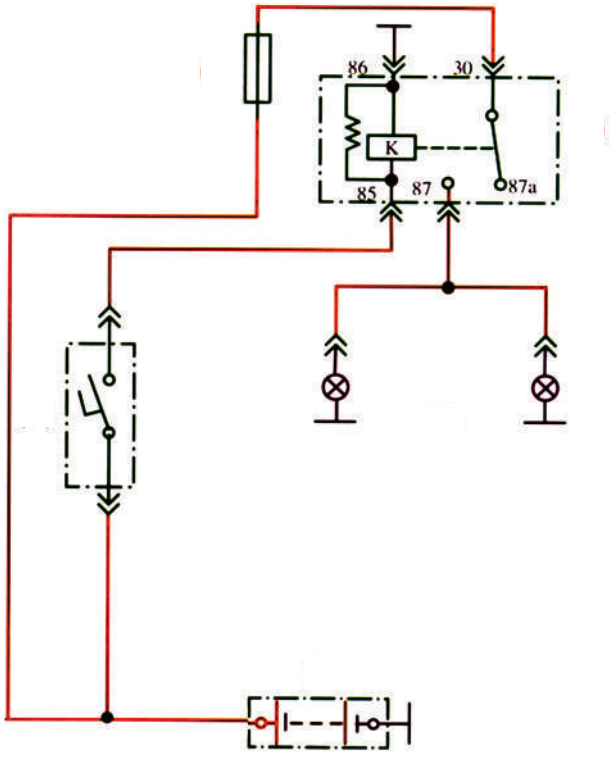
1- استعمل وحدة الضوء الخلفي المناسبة. انظر إلى الشكل (1).

2- استعمل المفتاح المكابح (الفرامل) المناسبة. انظر إلى الشكل (2).

3- استعمل المرحل المناسب. انظر إلى الشكل (3).

4- ضع البطارية وأسلاك التوصيل على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (4).

5- صل الدارة كما في المخطط (5)، وتحقق من عملها.



الشكل (5)

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الأنشطة العملية

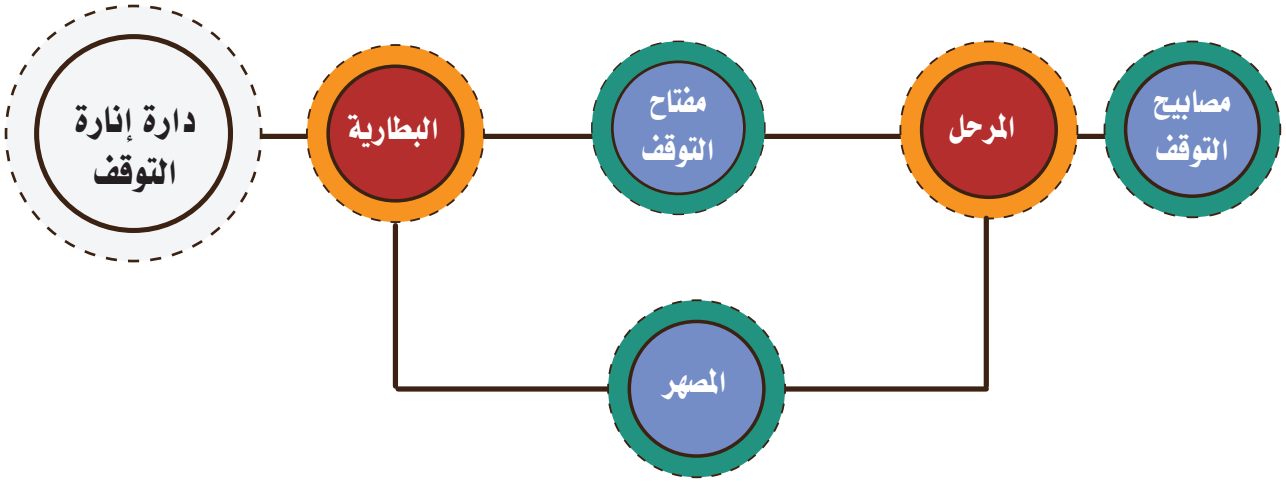
نفذ دارة مصابيح التوقف، وافحصها مُستعمِلًا جهاز الأوميتر.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبّت وحدة الضوء الخلفي على لوح التدريب.			
2	أثبّت المفتاح المكابح (الفرامل) على لوح التدريب.			
3	أثبّت المرحل على لوح التدريب، وأضع البطارية وأسلاك التوصيل على لوح التدريب.			
4	أوصل الدارة بالبطارية، ثم أتحقق من عملها.			

الخرائط المفاهيمية



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

1- وحدة ضوء الخلفي.
2- البطارية.
3- مفتاح الرجوع إلى الخلف.
4- صندوق العُدة.
5- المرحل.

المواد الأولية

1- أسلاك توصيل.
2- شريط عزل كهربائي.
3- براغي تثبيت.

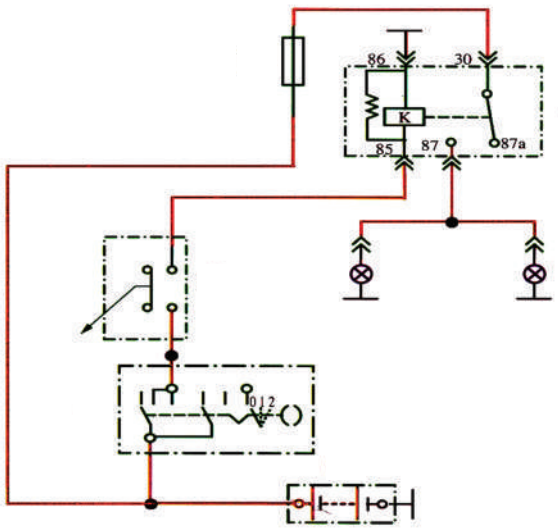
خطوات الأداء

1- استعمل وحدة المصباح الخلفي المناسب.
انظر إلى الشكل (1).

2- استعمل مفتاح الرجوع إلى الخلف المناسب. انظر إلى الشكل (2).

3- ضع البطارية وأسلاك توصيل مناسبة.
انظر إلى الشكل (3).

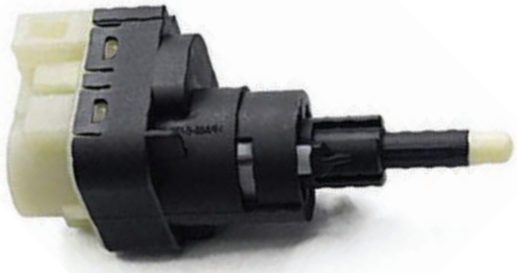
4- صل الدارة كما في المخطط (4)، وتحقق من عملها.



الشكل (4)

الرسم التوضيحي

الشكل (1)



الشكل (2)

الشكل (3)

الأنشطة العملية

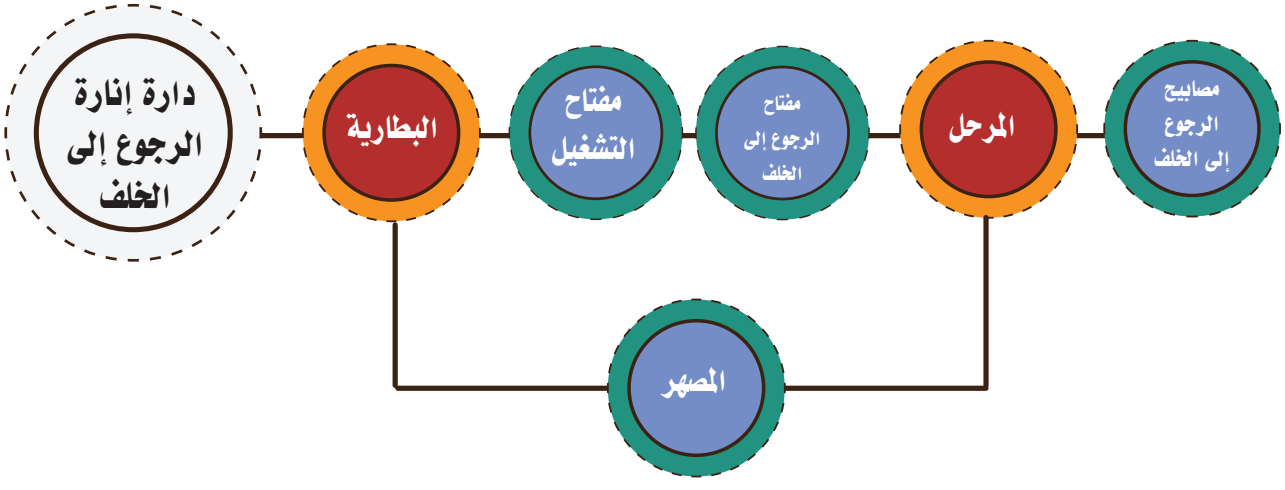
نفذ دارة مصابيح الرجوع إلى الخلف، وتفحص الدارة مُستعمِلًا جهاز الأفو ميتر.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبّت وحدة الضوء الخلفي على لوح التدريب.			
2	أثبّت مفتاح الرجوع إلى الخلف على لوح التدريب.			
3	أوصل الدارة بالبطارية، ثم أتأكد من عملها مستعينًا في المخطط المطلوب.			
4	أفحص مفتاح الرجوع إلى الخلف عَبْر جهاز الأفوميتر.			

الخرائط المفاهيمية



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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- وحدة الإنارة الأمامية لونها أبيض أو أصفر فاتح. 2- البطارية. 3- وحدة الإنارة الخلفية لونها أحمر. 4- صندوق العُدة. 5- مفتاح المصابيح الرئيس. 6- المرحل.	1- أسلاك توصيل. 2- شريط عزل كهربائي. 3- براغي تثبيت.

خطوات الأداء

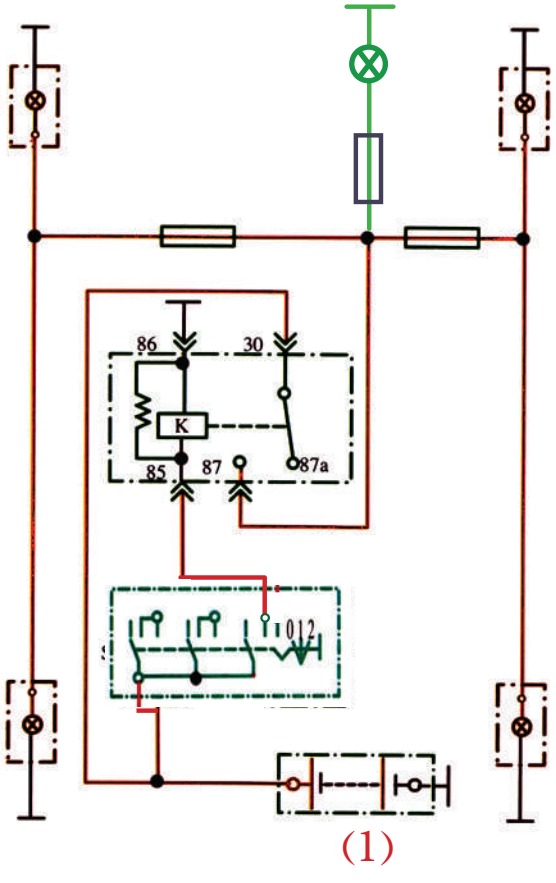
1- استعمل وحدة الإنارة الأمامية والخلفية المناسبة. انظر إلى الشكل (1).

2- استعمل مفتاح المصابيح الرئيس على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (2).

3- استعمل المرحل المناسبة. انظر إلى الشكل (3).

4- ضع البطارية وأسلاك التوصيل المناسبة. انظر إلى الشكل (4).

6- صل الدارة كما في المخطط (5)، وتحقق من عملها.



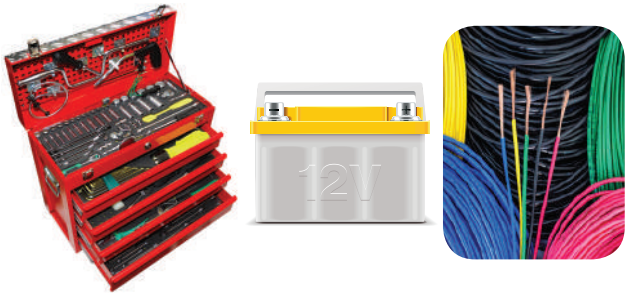
الشكل (5)

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)



الشكل (4)

الأنشطة العملية

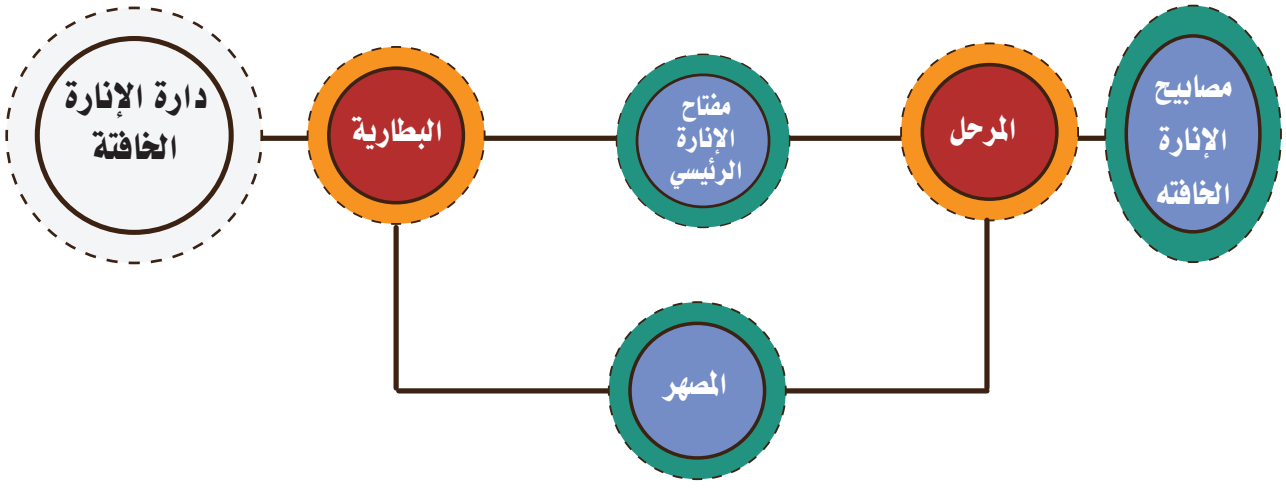
افحص مفتاح المصابيح الرئيس عَبْر جهاز الأفوميتر.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبّت وحدة الإنارة الأمامية و الخلفية على لوح التدريب.			
2	أثبّت مفتاح المصابيح الرئيس على لوح التدريب.			
3	أثبّت المرحل على لوح التدريب.			
4	أفحص مفتاح المصابيح الرئيس عَبْر جهاز الأفوميتر، بعد وصل الدارة بالبطارية.			

الخرائط المفاهيمية



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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- وحدة الإنارة الأمامية.	1- أسلاك توصيل.
2- وحدة الإنارة الخلفية.	2- شريط عزل كهربائي.
3- مرحل إشارة.	3- براغي تثبيت.
4- مفتاح مصابيح الإشارة تبديل (R-L).	
5- لوح تدريب.	
6- البطارية.	

خطوات الأداء

1- استعمل ضوء الجنب المناسب. انظر إلى الشكل (1).

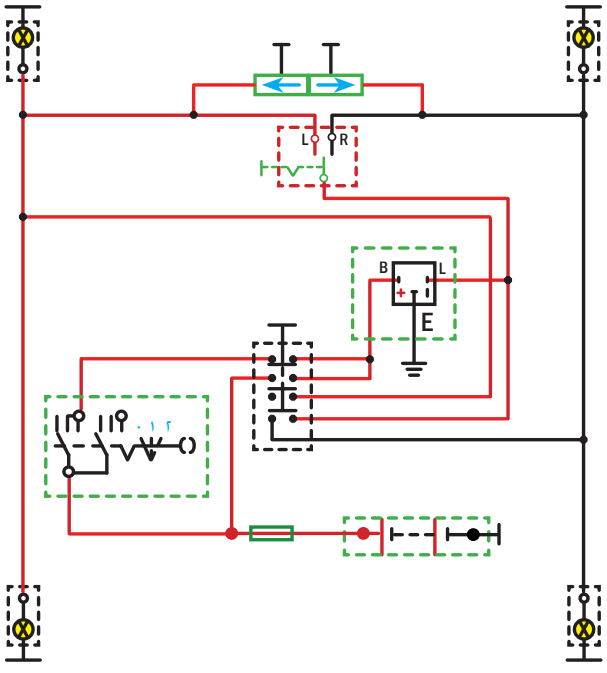
2- استعمل مفتاح التبديل المناسب. انظر إلى الشكل (2).

3- استعمل مرحل الإشارة المناسب. انظر إلى الشكل (3).

4- استعمل مفتاح الرباعي المناسب. انظر إلى الشكل (4).

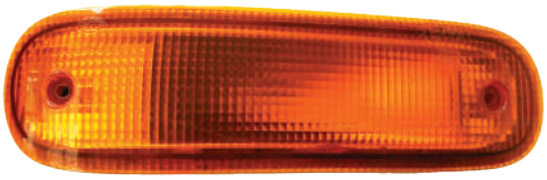
5- ضع البطارية وأسلاك التوصيل المناسبة. انظر إلى الشكل (5).

6- صل الدارة كما في المخطط (6)، وتحقق من عملها.



الشكل (6)

الرسم التوضيحي



الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

الأنشطة العملية

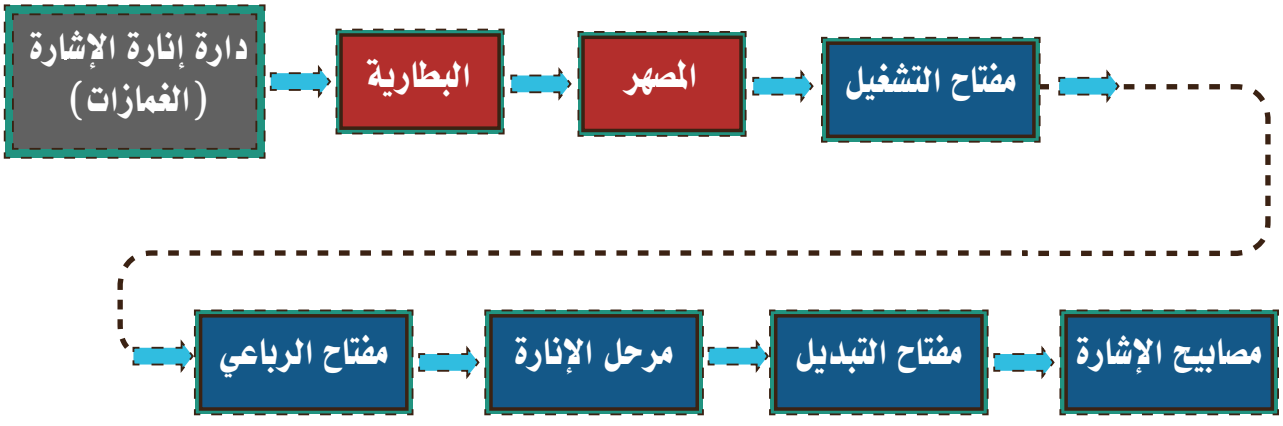
نفذ دارة مصابيح الإشارة، وافحص الدارة مُستعمِلًا جهاز الأفوميتر.

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	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبّت ضوء الجنب على لوح التدريب.			
2	أثبّت مفتاح التبديل على لوح التدريب.			
3	أثبّت مرحل الإشارة على لوح التدريب.			
4	أوصل الدارة بالبطارية، ثم أتأكد من عملها مستعينًا بالمخطط المطلوب.			

الخرائط المفاهيمية



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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مفتاح وحدة إنارة غرفة السائق. 2- مفتاح تشغيل. 3- صندوق العُدة. 4- لوح تدريب. 5- البطارية.	1- أسلاك توصيل. 2- شريط عزل كهربائي. 3- براغي تثبيت.

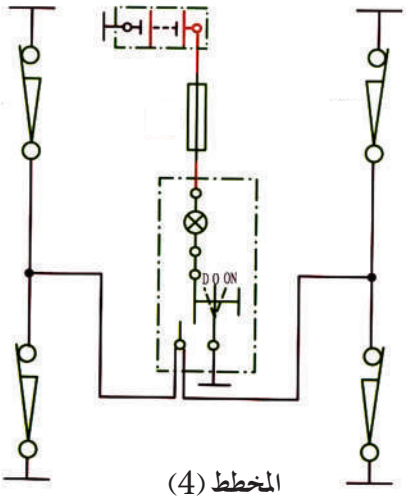
خطوات الأداء

1- استعمل وحدة إنارة غرفة السائق المتوافرة. انظر إلى الشكل (1).

2- استعمل الضاغط العكسي المناسب، انظر إلى الشكل (2).

3- ضع البطارية وأسلاك التوصيل على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (3).

4- صل الدارة كما في المخطط (4)، وتحقق من عملها.



المخطط (4)

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبّت وحدة إنارة غرفة السائق على لوح التدريب.			
2	أوصل الدارة بالبطارية، ثم أتأكد من عملها، مستعينًا بالمخطط المطلوب.			
3	أثبّت مرحل الإشارة على لوح التدريب.			
4	أفحص الدارة مُستعمِلًا البطارية.			

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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مصابيح الضباب.	1- أسلاك توصيل.
2- المرحل.	2- شريط عزل كهربائي.
3- مفتاح تشغيل المصابيح الضباب	3- براغي تثبيت.
4- صندوق العُدة.	
5- لوح تدريب.	
6- البطارية.	

خطوات الأداء

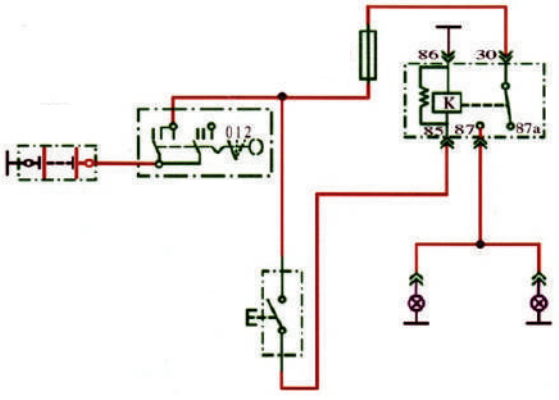
1- استعمل مصابيح الضباب المناسبة. انظر إلى الشكل (1).

2- استعمل مفتاح تشغيل مصابيح المناسبة. انظر إلى الشكل (2).

3- استعمل المرحل المناسب. انظر إلى الشكل (3).

4- ضع البطارية وأسلاك توصيل على لوحة التدريب. انظر إلى الشكل (4).

5- صل الدارة كما في المخطط (5)، وتحقق من عملها.



الشكل (5)

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الأنشطة العملية

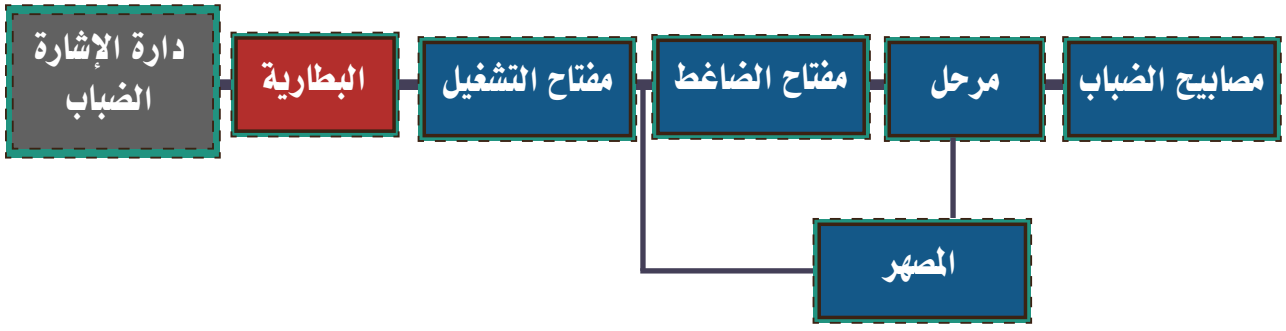
نفذ دارة مصابيح الضباب، وتفحص الدارة مُستعمِلًا جهاز الأوميتر.

التقويم الذاتي

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

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبّت مصابيح الضباب على لوحة التدريب.			
2	أثبّت مفتاح تشغيل مصابيح على لوحة التدريب.			
3	أثبّت المرحل على لوحة التدريب.			
4	أوصل الدارة بالبطارية، وأتأكد 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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

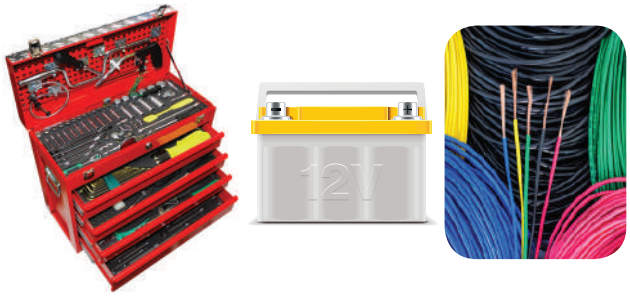
متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1- مصابيح الأمامية (الزنون).
2- محولات (الزنون).
3- صندوق العُدة.
4- لوح تدريب.
5- البطارية.

المواد الأولية

1- أسلاك توصيل.
2- شريط عزل كهربائي.
3- براغي تثبيت.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- ثبّت مصابيح الزنون على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (1).	الشكل (1)
2- ثبّت محول زنون على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (2).	الشكل (2)
3- ثبّت المفتاح الإنارة على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (3).	الشكل (3)
4- ضع البطارية وأسلاك التوصيل على لوح التدريب. انظر إلى الشكل (4)	 الشكل (4)
5- صِل مكونات الدارة حسب تعليمات الشركة الصانعة، وتحقق من عملها.	

التمارين العملية

التمرين الثالث عشر

معايرة وضبط إنارة المصابيح الأمامية وضبطها مستعملًا جهاز المعايرة

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تعاير إنارة المصابيح الأمامية وتضبطها مُستعمِلًا 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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1- مركبة عاملة.
2- جهاز معايرة المصابيح الأمامية.
3- صندوق العُدة.

المواد الأولية

خطوات الأداء

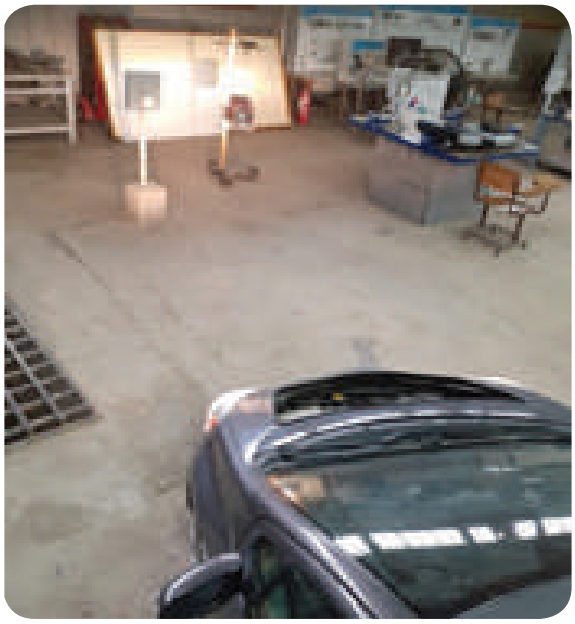
1- ضع المركبة على وضعية مستوية، ثم فرّغ صندوق المركبة من أي حِمْل زائد

2- اضبط الهواء في الإطارات جميعها على الضغط الصحيح حسب تعليمات الشركة الصانعة.

3- ضع الجهاز على بعد (5-7 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 (1).

4- 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 (2).

الرسم التوضيحي



الشكل (1)

الشكل (2)

خطوات الأداء

5- أضئ مصابيح المركبة، وانظر إلى انعكاس بؤرة الضوء على اللوحة الداخلية للجهاز انظر إلى الشكل (3).

6- عاير الضوء اليمين أفقيًّا وعموديًّا حسب الحاجة مُستعمِلًا مفكًّا أو مفتاحًا مناسبًا. انظر إلى الشكل (4).

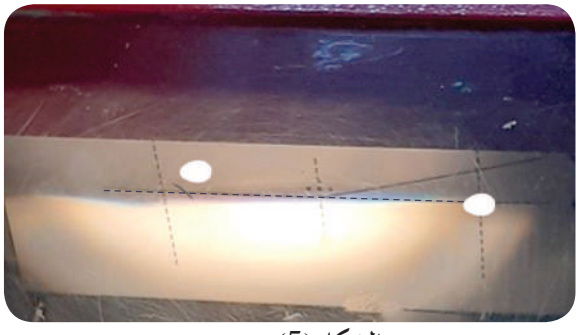
7- تابع المعايرة حتى تطابق بؤرة الضوء تقاطع الخط الأفقي مع الخط العمودي على لوحة الجهاز الداخلية وتستقر في منتصف التقاطع، انظر إلى الشكل (5).

8- أعِد الخطوات السابقة لمعايرة الضوء الشمال، انظر إلى الشكل (6).

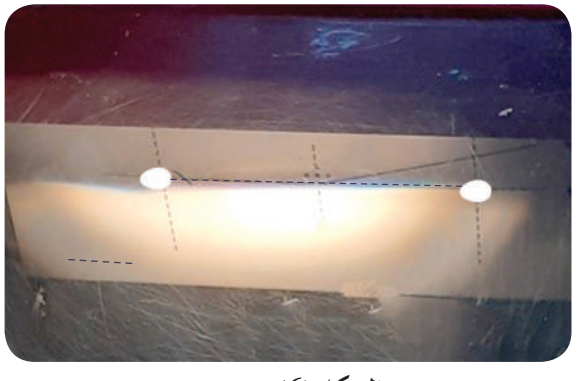
الرسم التوضيحي

الشكل (3)

الشكل (4)



الشكل (5)



الشكل (6)

التمارين العملية

التمرين الرابع عشر

معايرة إنارة المصابيح الأمامية وضبطها مستعملًا الشريط اللاصق والنقاط المرجعية

يتوقع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تعاير إنارة المصابيح الأمامية وتضبطها مُستعمِلًا 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 المعلم.
- التأكد من جفاف أرضية المشغل وعزلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1– مركبة عاملة. 2– شريط متري (متر). 3– صندوق عُدة.	– شريط لاصق.

خطوات الأداء

1- أبقِ المركبة على وضعية مستوية وقريبة من الجدار، مراعيًا وجود مسافة (5–7) أمتار فارغة خلف المركبة، ثم فرّغ صندوق المركبة من أي حمل زائد. انظر إلى الشكل (1).

2- اضبط الهواء في الإطارات جميعها على الضغط الصحيح حسب تعليمات الشركة الصانعة.

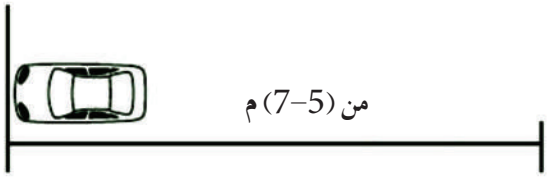
3- ارسم على الجدار خطًّا عموديًّا من الأرض إلى منتصف المصباح الأمامي، ثم كرر الخطوة للمصباح الثاني مشكلًا المحور (**Y**)، انظر إلى الشكل (2).

4- صل بين النقطتين السابقتين بشريط أفقي مُشكِّلًا المحور (**X**)، انظر إلى الشكل (3).

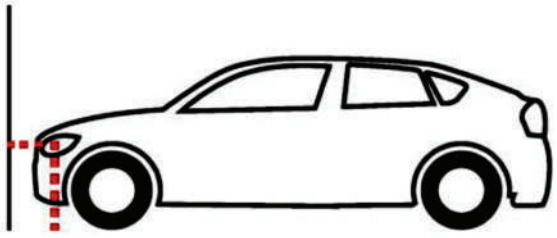
5- زدْ طول الخطوط العمودية بما يقارب مترًا واحدًا، انظر إلى الشكل (4).

6- أرجع المركبة بخط مستقيم مسافة (5–7) أمتار، انظر إلى الشكل (5).

الرسم التوضيحي

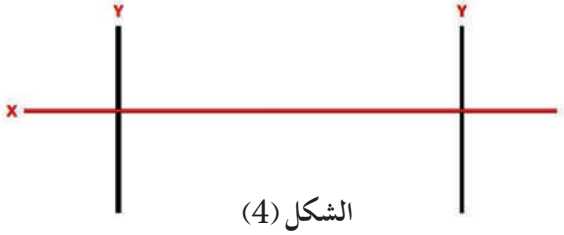


الشكل (1)

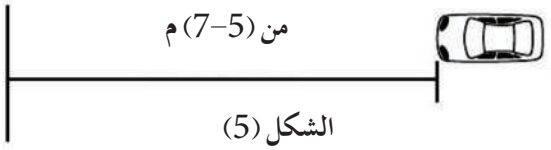


الشكل (2)

الشكل (3)



الشكل (4)



الشكل (5)

خطوات الأداء

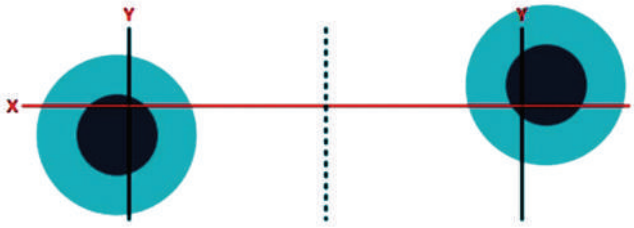
7- عند إضاءة المصابيح الأمامية يمكن أن تكـون بؤرة ضـوء المصابيـح مختلفة عـن النقـاط المرجعيـة علـى محـور (**Y,X**) التي حُـددت سابقًا بالشريط اللاصق. انظر إلى الشكل (6).

8- استعمل الأداة المناسب لمعايرة المصباح عـمـوديًّا مُستعمِلًا برغي المعايـرة إلى أعلى وأسفل، حتى يطابق مركز بؤرة الضوء المحور الأفقي (**X**)، انظر إلى الشكل (7).

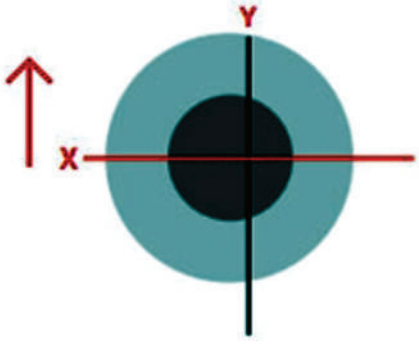
9- عاير ضوء المصباح نفسه أفقيًّا ببرغي المعايـرة إلى اليمـين والشمال، حتى يطابـق مركـز بـؤرة الضـوء المحور الأفقي (**Y**). انظر إلى الشكل (8).

10- أعِد الخطوات (7-8) للمصباح الآخر، انظر إلى الشكل (9).

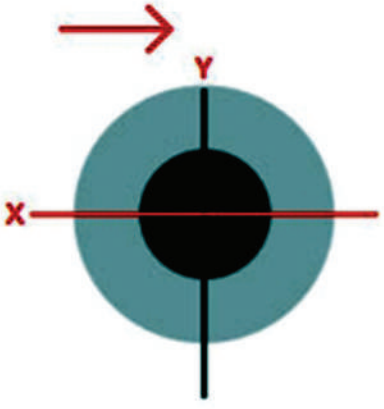
الرسم التوضيحي



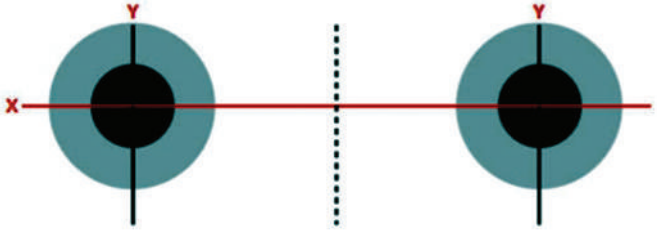
الشكل (6)



الشكل (7)



الشكل (8)



الشكل (9)

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، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أضع جهاز المعايرة على بعد (5 – 7 م) من المركبة.			
2	أضبط الجهاز متأكدًا من أنه في وضعية مستقيمة.			
3	أعاير الضوء أفقيًّا وعموديًّا حسب الحاجة مستعملًا مفك أو مفتاح مناسب.			
4	أرسم خطًّا عموديًّا من الأرض إلى منتصف الضوء الأمامي وتكرار الخطوة للضوء الثاني مشكلًا المحور (Y).			
5	أوصل بين النقطتين على محور(Y) بشريط أفقي مشكلًا المحور (X).			
6	أزيد طول الخطوط العمودية بما يقارب (1) متر.			
7	أستعمل الأداة المناسب لمعايرة المصباح عموديًّا مستعملًا برغي المعايرة إلى أعلى وأسفل حتى يطابق مركز بؤرة الضوء المحور الأفقي (X)			
8	أعاير المصباح أفقيًّا مستعملًا برغي المعايرة إلى اليمين والشمال حتى؛ يطابق مركز بؤرة الضوء بالمحور الأفقي (Y)			

أسئلة الوحدة النظرية

1- ضع إشارة (✓) قبل العبارة الصحيحة، وإشارة (X) قبل العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

أ - ( ) تثبّت مصابيح الرجوع إلى الخلف في مقدمة المركبة.

ب- ( ) تثبّت المصابيح الأمامية الرئيسة في مقدمة المركبة.

جـ- ( ) مرحل الإشارة هو أحد مكونات دارة مصابيح الإشارة.

د - ( ) تُستخدم مصابيح ذات الفتيلتين (الشَّعْرتين) في دارة المصابيح الإشارة.

هـ- ( ) يستخدم المرحل في المركبات لحماية الحمل الكهربائي من مرور تيار عالٍ.

2- اختر رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(1) يُصنَع السلك المستخدم في المصابيح المفرغة من مادة:

أ - الحديد ب- النحاس

جـ- التنجستون د - الفضة

(2) تبلغ قيمة تيار المصهر أصفر اللون:

أ - 25 أمبير ب - 30 أمبير

جـ- 20 أمبير د - 10 أمبير

(3) قدرة مصابيح الضباب تصل إلى:

أ - (100) واط ب- (60) واط

جـ- (150) واط د - (50) واط

(4) من مكونات دارة مصابيح الإشارة:

أ - مرحل الإشارة ب- مفتاح تبديل (منخفض/ مرتفع)

جـ- مرحل د - مصباح الفتلتين (ذو الشعرتين)

(5) يثبّت مفتاح تشغيل الرجوع إلى الخلف في:

أ – في أسفل دواسة الكابح ب– علبة المصهرات

جـ– في صندوق السرعات د – لوحة القيادة

3– تصنف المصابيح الكهربائية المستخدمة في المركبات حسب التركيب إلى خمسة أنواع. اذكرها.

4– تصنف المصابيح الكهربائية من حيث الاستعمال إلى ستة أنواع. اذكرها.

5– تتكون المصابيح الأمامية من ثلاثة أجزاء رئيسة. اذكرها.

6– ما وظيفة كل من الأجزاء الآتية في نظام الإنارة في المركبة:

أ – مرحل الإشارة؟ ب– مفتاح تبديل الإشارة (L-R)؟

جـ– مفتاح تبديل (منخفض/مرتفع)؟ د – مفتاح المصابيح الرئيس؟

7– لمفتاح الإنارة الرئيسة أوضاع عدة اذكرها.

8– ما وظيفة كل جزء من الأجزاء الآتية:

أ – المصهر ؟ ب– المرحل؟

9– اذكر أنواع المرحلات حسب تلامسها.

10– اذكر أنواع المصهرات.

11– عدد مكونات دارة مصابيح توقف المركبة.

12– عدد مكونات دارة الرجوع إلى الخلف.

13– ارسم المخطط الكهربائي لدارة مصابيح الرجوع إلى الخلف.

14– اشرح مبدأ عمل دارة مصابيح المكابح.

15– اشرح مبدأ عمل دارة الرجوع إلى الخلف.

16– ارسم المخطط الكهربائي لدارة مصابيح الضباب.

17– اذكر مكونات دارة مصابيح الضباب.

18– اشرح مبدأ عمل دارة الإنارة الخافتة.

19– اشرح مبدأ عمل دارة غرفة القيادة.

20– اذكر مكونات دارة إنارة المصابيح الأمامية ذات المرحلات.

21– اشرح مبدأ عمل دارة إنارة المصابيح الأمامية ذات المرحلات.

22– أين يثبّت مفتاح تشغيل المكابح في المركبة؟

23– أين توصل كل من الأطراف الآتية في مرحل الإشارة:

أ – **B**–:؟ ب– **L**:؟

جـ– **E**:؟

24– اذكر أعطال دارة المصابيح الأمامية الرئيسة.

25– اذكر الأسباب المحتملة لكل من الأعطال الآتية:

أ –انعدام الإضاءة في دارة التوقف والرجوع إلى الخلف.

ب– توقف مصابيح الإشارة عن العمل.

26– اذكر مكونات مصابيح التفريغ الغازية (الزنون).

27– ارسم دارة مصباح غرفة القيادة.

28– ما الأمور التي ينبغي للسائق مراعاتها عند معايرة المصابيح الأمامية؟

29– ما أهمية استخدام دارة الرجوع إلى الخلف في المركبة؟

30– اذكر خطوات معايرة المصابيح الأمامية.

31– اذكر أنواع المصابيح التي تُستخدم في أنظمة الإنارة الإلكترونية الحديثة في المركبات.

32– عدد استعمالات ثنائي الباعث الضوئي(**L.E.D**) في دارات الإنارة في المركبات الحديثة.

33– اشرح مبدأ عمل نظام الرؤية الليلية في المركبات الحديثة.

34– عدد الحالات التي تُخفض فيها الأضواءُ العالية أو تُرفع في المركبات الحديثة، وعدد أسبابها.

35– ما الفرق بين المصابيح الهالوجينة ومصابيح التفريغ الغازية (الزنون)؟

36– ما هي مصابيح ثنائي الباعث الضوئي (**L.E.D**)؟ اذكر مميزاتها.

مسرد المصطلحات

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
نظام التحكم الموائم للإضاءة	Adaptive Light Control
البطاريات القلوية	Alkaline Batteries
التيار المتناوب	Alternating Current
تناظري	Analogue
جهاز قياس الجهد ، والتيار ، والمقاومة	A.V.O Meter
البطارية	Battery
سعة البطارية	Battery Capacity
غلاف البطارية	Battery Case
تخزين البطاريات	Battery Storage
أقطاب البطارية	Battery Terminals
المصابيح	Bulbs
مفتاح التوقف (الفرامل)	Braking Switch
مصابيح التوقف (الفرامل)	Braking Bulbs
المقاومات الكربونية	Carbon Resistors
الأسلاك الكهربائية في المركبات	Car Electrical Wire
المواد الموصلة	Conductive Materials
أطراف التوصيل	Connecting terminals
المقاومات الأسطوانية	Cylindrical Resistors
رقمي	Digital
التيار المباشر	Direct Current
الجهد المباشر	Direct Voltage
مصابيح التفريغ الغازية	Discharge Bulbs Gas

Driver Room Lamps	مصابيح غرفة القيادة
Electrical Current	التيار الكهربائي
Electrical Voltage	فرق الجهد الكهربائي
Electrical Resistance	المقاومة الكهربائية
Electrolyte	محلول البطارية 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 البطارية (الهيدروميتر)
Inret–Gas Filled Bulbs	المصابيح المملوءة بالغاز الخامل
Insulating Materials	المواد العازلة
Junction Cells	وصلات الخلايا
Lead–Acid Batteries	البطاريات الرصاصية
Light	ضوء
Light indicator	مصباح مبين
Load	الحِمْل
Lithium–Ion Batteries	بطارية ليثيوم ايون
Negative Plate	الألواح الشبكية السالبة
Nickel– Cadmium Battery	بطارية نيكل – كاديوم

Nickel– Iron Battery	بطارية نيكل – حديد
Non – Service Batteries	بطاريات 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

قائمة المراجع

أولًا : المراجع العربية

- قاسم أبو عين، محمد نور صبح، **كهرباء وإلكترونيات المركبات**، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، 2010.

ثانيًا : المراجع الأجنبية

1- Michael Klyde, **Advanced Automotive Electricity and Electronics**, CDX Learning, 2015.

2- Thomas Crompton, **Battery Reference Book**, Newnes, 2000.

3- Tom Denton, **Auto Mobile Electrical and Electronics Systems**, Elsevier, 2014.

تم بحمد الله