◄سلسلة كُتيِّبَات الأمين زاد
◄تأليف الأستاذ: زدون محمد الأمين

السّنة
01
متوسّط

الجيل
الثاني

العلوم الفيزيائيّة والتّكنولوجيا

ميدان الظواهر الكهربائيّة

- ملخّص شامل للدّرس
- اختبر معلوماتك
- 20 تمرين محلول

◄ سلسلة كُتيِّبَات الأمين زاد في:

مادة العلوم الفيزيائيّة والتّكنولوجيا

| ميدان الظواهر الكهربائيّة

السّنة الأولى (1) من التّعليم المتوسّط

◄ تأليف الأستاذ:

زدّون محمّد الأمين

المؤلّف: زدّون محمّد الأمين.
المستوى: 01 متوسّط.
إصدار: الطبعة الأولى أوت 2021

©جميع الحقوق محفوظة

يُمنع طبع هذا الكتاب أو نسخه أو تصويره أو نشره أو توظيف معلوماته تحت أي شكل كان، إلاّ بإذن خطّي من المؤلّف.

المقدّمة:

عزيزي التلميذ،

• يُسعدُني أن أقدّم لكَ هذا الكتاب الموجّه لتلاميذ "السّنة (1) متوسّط" وفق التوجيهات الجديدة لوزارة التربية الوطنية (الجيل الثّاني).

• مُحتوى الكتاب: مقسّم إلى (4) أجزاء حسب تدرّج استيعابك وفهمك وذلك من أجل ترسيخ المفاهيم المُقدّمة جيّدا.

خلاصة الدّرس، وما يجبُ أن أتذكّره.

أختبر معلوماتي، باختيار الجواب الصّحيح.

أتمرّن، لأجل التحكّم في منهجيّة الإجابة.

أكتشف، العلماء والظواهر العلميّة.

• * وفي الأخير ستجد تمارين مقترحة للمراجعة الشاملة للفروض والاختبارات مقتبسة من فروض واختبارات في مختلف متوسّطات ولايات الجزائر.

• تابعني على حساباتي في الفيسبوك والإنستغرام ليصلك كل جديد:

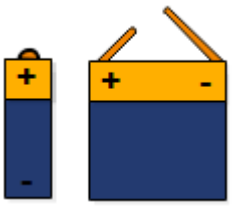
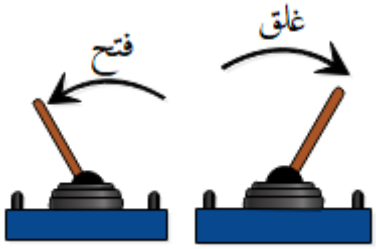
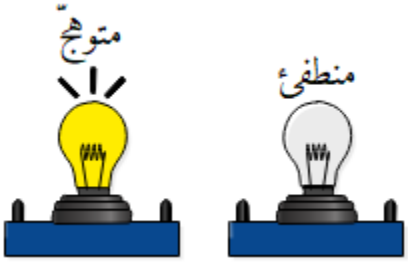
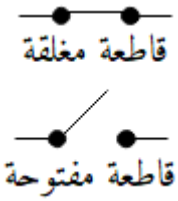
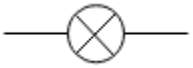
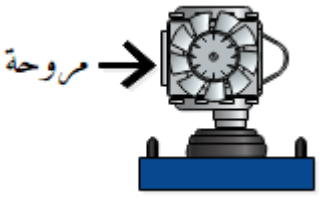
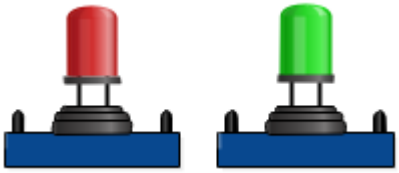
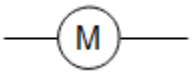
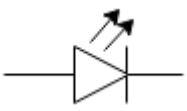
@amine.zeddoun

1• مفهوم الدّارة الكهربائيّة:

أ• عناصر الدّارة الكهربائيّة ورموزها النّظاميّة:

• الدّارة الكهربائيّة البسيطة: هي سلسلة غير منقطعة لعناصر كهربائية، وتحتوي على مولّد واحد على الأقل حيث تتكون من عناصر كهربائيّة هي: مولّد كهربائي، مصباح، محرّك كهربائي، صمّام ضوئي، قاطعة...وتُربطُ ببعضها البعض على شكل حلقة.

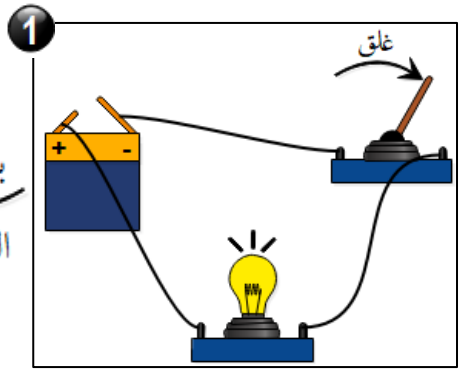
• من بين عناصر الدّارة الكهربائيّة البسيطة ما يلي:

		
•بطاريات-أعمدة كهربائية	•قاطعة بسيطة	•مصباح كهربائي
رمزها النّظامي في الدّارة:	رمزها النّظامي في الدّارة: 	رمزه النّظامي في الدّارة: 
		
•محرّك كهربائي	•صمّام ضوئي	•أسلاك توصيل
رمزه النّظامي في الدّارة: 	رمزه النّظامي في الدّارة: 	رمزها النّظامي في الدّارة:

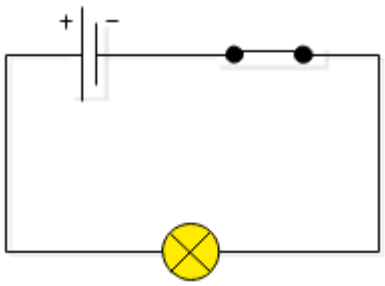
ب• إنجاز دارّة كهربائيّة:

• نُركّب الدّارات الكهربائيّة التالية ثمّ نعيد رسمها بالرموز النّظامية:

1

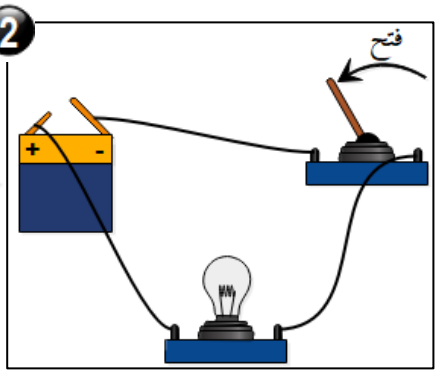


بالرّموز النّظاميّة

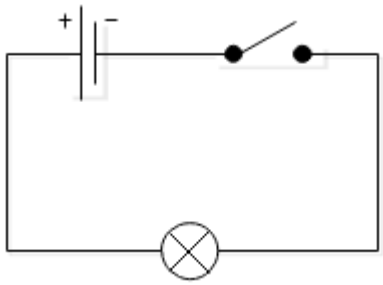


•عند غلق القاطعة: نلاحظ توهّج المصباح، نسمّي هذه الدّارة بالدّارة الكهربائية المغلقة.

2

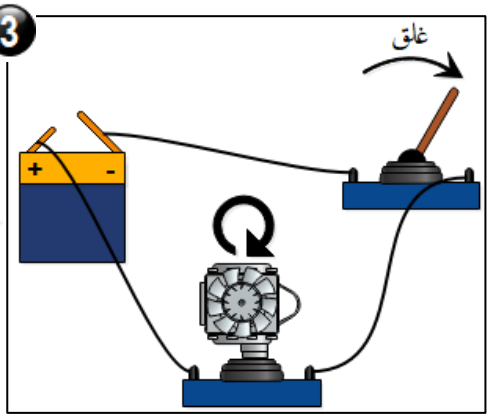


بالرّموز النّظاميّة

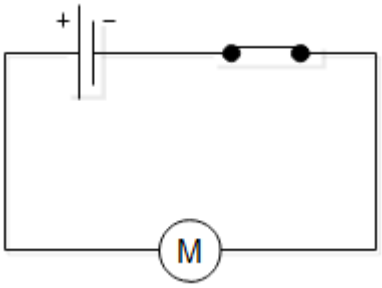


•عند فتح القاطعة: نلاحظ عدم توهّج المصباح، نسمّي هذه الدّارة بالدّارة الكهربائية المفتوحة.

3

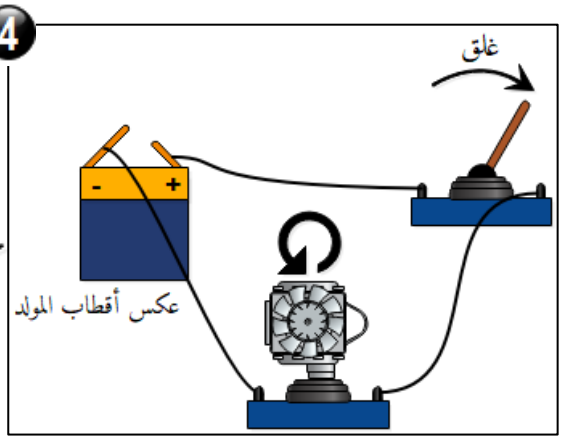


بالرّموز النّظاميّة

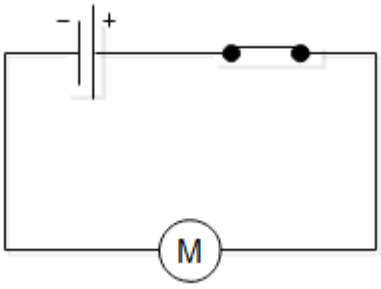


•عند غلق القاطعة: نلاحظ دوران المحرّك الكهربائي.

4



بالرّموز النّظاميّة

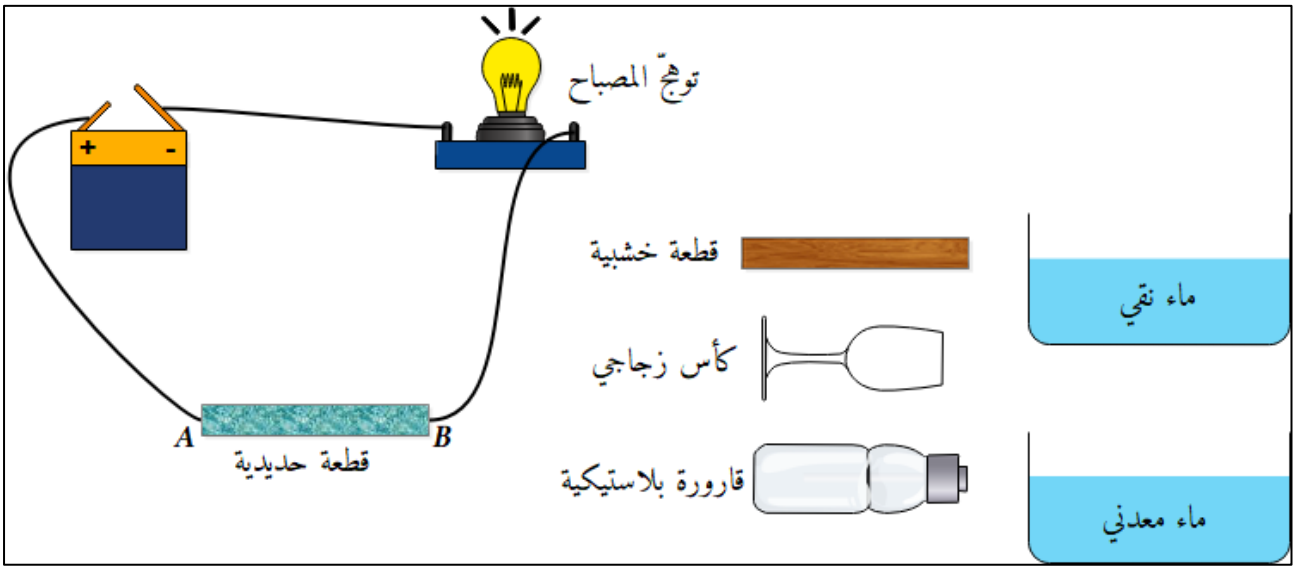


•عند قلب قطبي البطارية وغلق القاطعة: تنعكس جهة دوران المحرّك الكهربائي.

2• النّواقل والعوازل:

• نحقّق التركيب التّجريبي التّالي:

في كلّ مرّة نربط النّقطتين A و B بـالمواد التّالية: قطعة حديدية، قطعة خشبيّة، كأس زجاجي، قارورة بلاستيكية، ماء نقيّ وماء معدني. ثمّ نملأ الجدول:

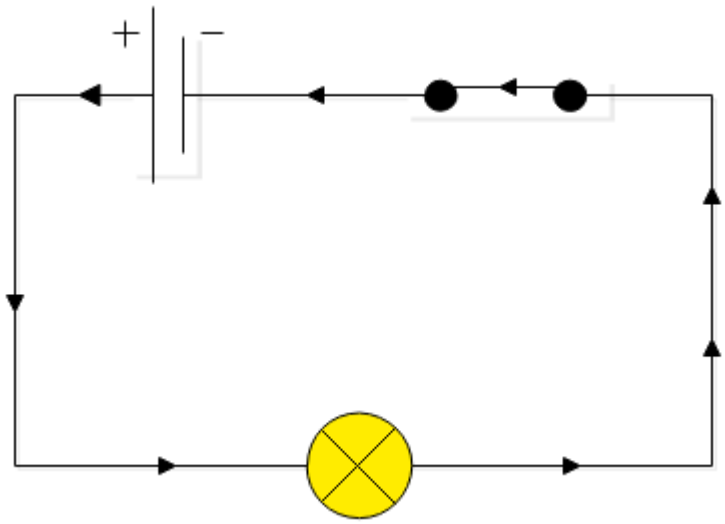


الموادّ	يتوهج المصباح	لا يتوهج المصباح
قطعة حديدية	×	
قطعة خشبية		×
كأس زجاجي		×
قارورة بلاستيكية		×
ماء نقي		×
ماء معدني	×	

• النواقل الكهربائية: هي الموادّ التي تسمح بمرور الكهرباء، مثل: الحديد، النّحاس، الماء المعدني ...إلخ

• العوازل الكهربائية: هي المواد التي لا تسمح بمرور الكهرباء، مثل: الزجاج، البلاستيك، الماء النقيّ...إلخ

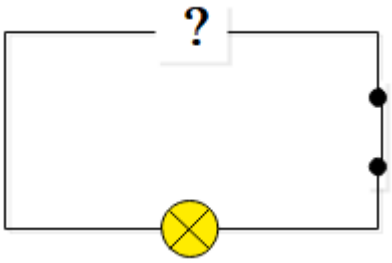
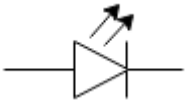
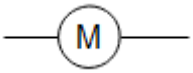
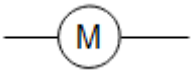
3• الجهة الاصطلاحيّة للتيّار الكهربائي:

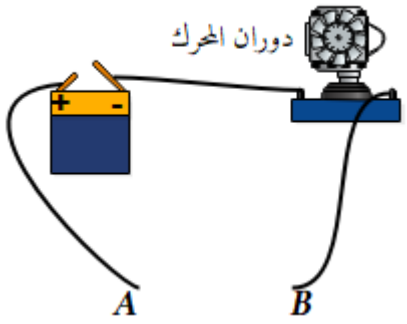
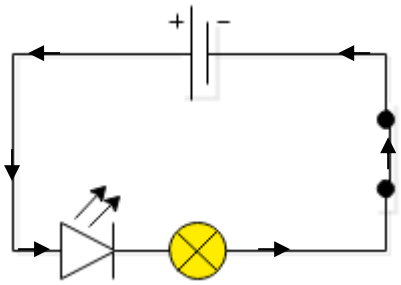


الجهة الاصطلاحيّة للتيار الكهربائي تكون من القطب الموجب (+) إلى القطب السّالب (-) للعمود الكهربائي.

أختبر معلوماتي:

◄ أختار الجواب الصّحيح من بين الأجوبة التّالية بوضع علامة (×) في الخانة المناسبة:

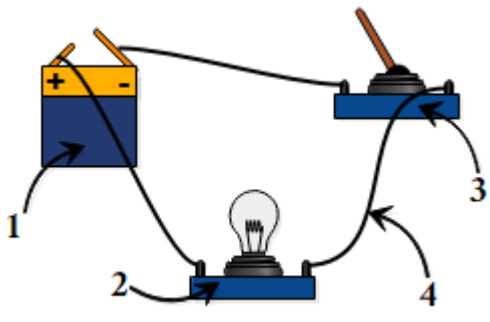
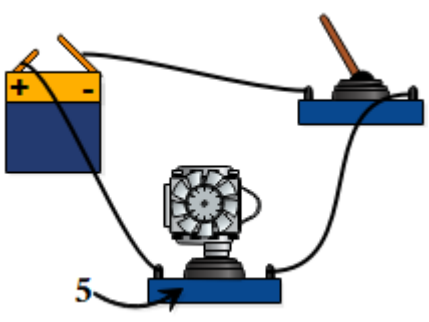
1 الرّمز النّظامي للمصباح في الدّارة الكهربائيّة هو:	2 ما هو العنصر النّاقص لتشغيل الدّارة الكهربائيّة وتوهج المصباح؟ 
أ• ☐	أ• ☐
ب• ☐	ب• ☐ 
ج• ☐ 	ج• ☐ 

3 ما هي المادّة التي يجب وضعها بين A و B حتّى يدور المحرّك الكهربائي؟ 	4 ما هو دور الصّمام الضّوئي؟ 
أ• ☐	أ• ☐ يسمح بمرور التّيار الكهربائي في جهة واحدة فقط.
ب• ☐	ب• ☐ لا يسمح بمرور التيار الكهربائي.
ج• ☐	ج• ☐ يسمح بمرور التيار الكهربائي في الجهتين.

الحلول				
1 -ب	2 -أ	3 -ج	4 -أ	

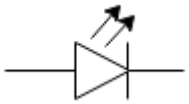
أتمرّن (تمرين محلول):

• في إطار العمل الجماعي وفي ورشة الإكالية طلب الأستاذ من سيد أحمد وزميله تحقيق التركيبين المبينين في الوثيقة 01:

	
التّركيب (1)	التّركيب (2)

◄ميدان الظّواهر الكهربائيّة
◄الدّرس 01: ماهي الدّارة الكهربائيّة؟

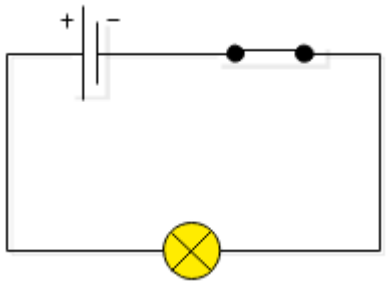
لاحظ التّركيبين جيّدا ثمّ أجب على الأسئلة التالية:

التّركيب (1)	التّركيب (2)
1- تعرّف على العناصر المرقّمة من (1) إلى (4). 2- ماذا يحدث عند غلق العنصر (3)؟ 3- أعد التركيب (1) على كرّاسك معتمدا على الرّموز النّظامية للدّارة الكهربائية الموافقة لكل عنصر. 4- مثّل الجهة الاصطلاحيّة للتيار الكهربائي على الدّارة الكهربائيّة السّابقة؟	1- تعرّف على العنصر رقم (5)، ماذا يحدث له علما أنّ الدّارة الكهربائيّة مُغلقة؟ 2- نُحافظ على الدّارة السّابقة، لكن نعكس قُطبي البطاريّة، ماذا يحدث للعنصر (5)؟ 3- أعد التركيب (2) على كرّاسك معتمدا على الرّموز النّظامية للدّارة الكهربائية الموافقة لكل عنصر. 4- تعرّف على العنصر (6) أسفله:  (6) ..... 5- مثّل مخطّط الدّارة الكهربائيّة من جديد بإضافة العنصر (6) حتّى يدور العنصر (5) في جهة واحدة فقط؟

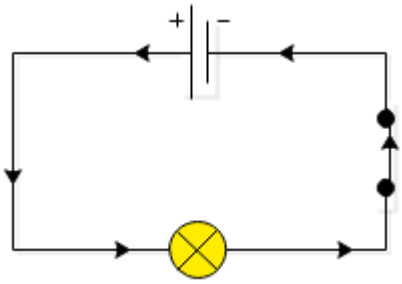
الإجابة على الأسئلة:

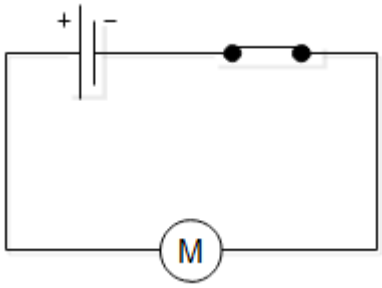
التّركيب (1)	التّركيب (2)
1- تسمية العناصر: (1) بطاريّة (عمود كهربائي) (2) مصباح كهربائي (3) قاطعة بسيطة (4) سلك التوصيل 2- عند غلق العنصر (3) يتوهّج المصباح.	1- تسمية العنصر (5): محرّك كهربائي. الدّارة الكهربائيّة مغلقة ومنه يدور المحرّك الكهربائي. 2- عند عكس قُطبي البطاريّة تنعكس جهة دوران المحرّك الأرضي. 3- رسم الدّارة الكهربائيّة الموافقة للتركيب (2):

3- رسم الدّارة الكهربائيّة الموافقة للتركيب (1):



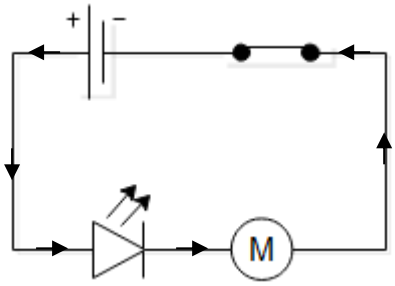
4- تمثيل الجهة الاصطلاحيّة للتيار الكهربائي على الدّارة الكهربائيّة السّابقة:



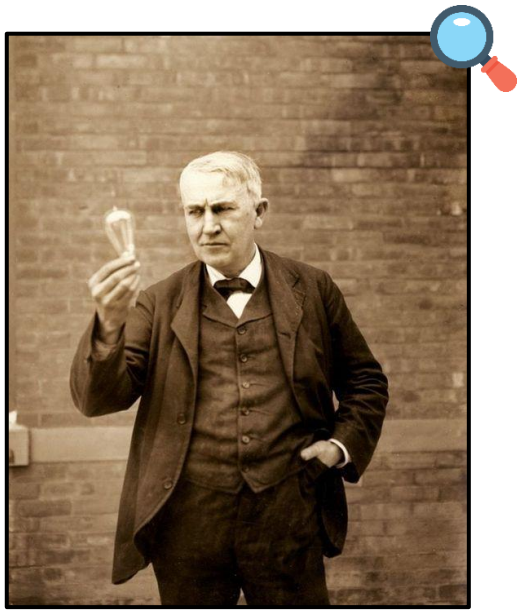


4- نسمّي العنصر (6): صمام ضّوئي.

5- تمثيل مخطّط الدّارة الكهربائية من جديد حتى يدور المحرّك الكهربائي في جهة واحدة فقط:



(نربط الصّمام الضّوئي في جهة التيار الكهربائي)

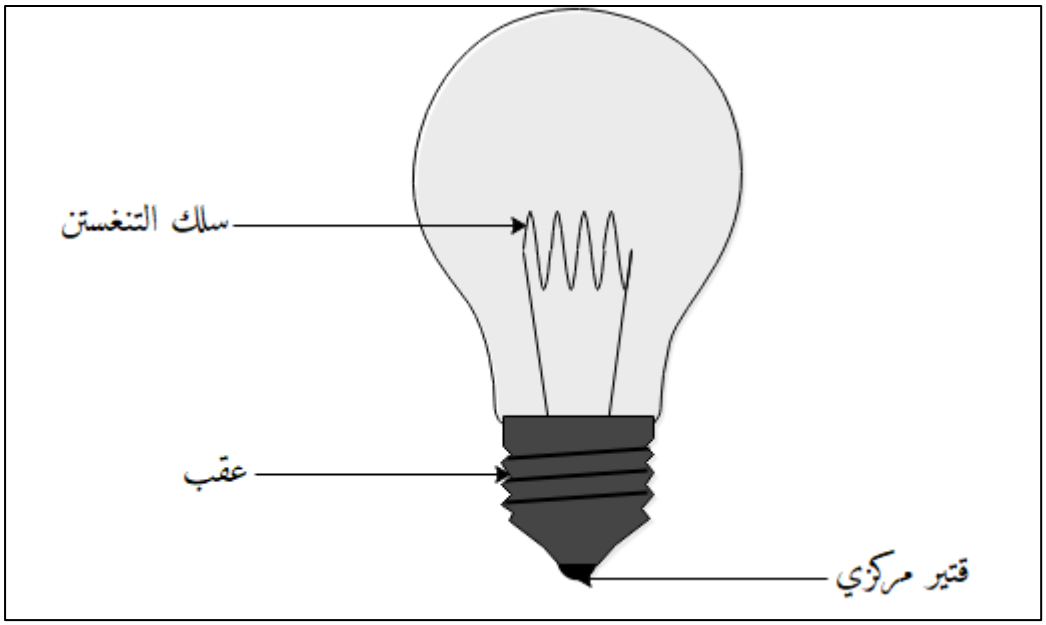


توماس إديسون (1847-1931)

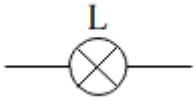
مخترع المصباح الكهربائي

1• مصباح التوهّج ومربطاه:

أ• مكونات مصباح التوهّج:



• المصباح الكهربائي: هو عنصر كهربائي وظيفته التوهّج والكشف عن مرور التيار الكهربائي، له مربطان متماثلان، نرمز له بحرف (L)

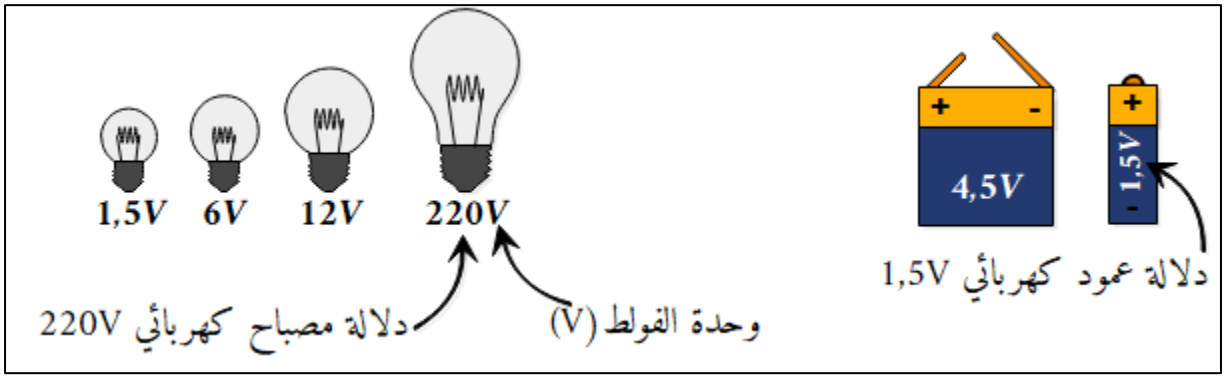


ب• قطبا المولّد الكهربائي:

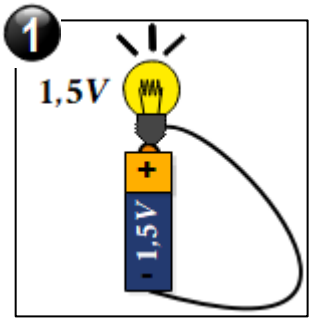
• المولّد الكهربائي: هو عنصر كهربائي وظيفته تزويد الدّارة بالطّاقة الكهربائيّة، وله قطبان مختلفان: قطب موجب (+) وقطب سالب (-).

2• الطّريقة الملائمة لإشعال مصباح كهربائي:

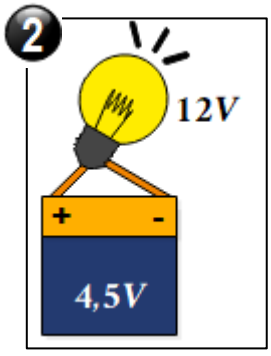
• إليك مجموعة مختلفة ومتنوعة من المصابيح الكهربائيّة، الأعمدة الكهربائيّة والبطاريات:



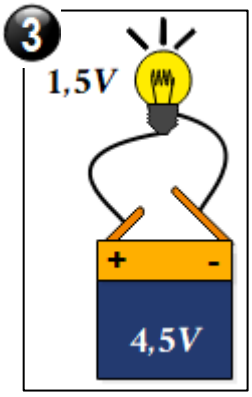
• نحقّق التراكيب التجريبية التّالية:



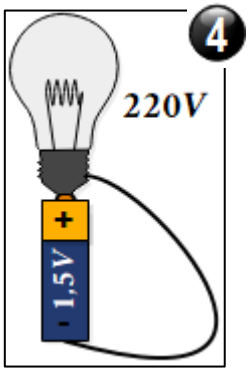
نلاحظ أنّ المصباح يتوهج توهّجا عاديّا لأن دلالته متناسبة مع دلالة العمود الكهربائي.



نلاحظ أنّ المصباح يتوهج توهّجا ضعيفا (خافتا) لأنّ دلالته أكبر من دلالة البطّارية.



نلاحظ أنّ المصباح يتوهجّ توهّجا شديدا (قويّا) لأن دلالته أصغر من دلالة البطارية، وقد يتلف المصباح في هذه الحالة.



نلاحظ أنّ المصباح لا يتوهجّ لأنّ دلالته أكبر بكثير من دلالة العمود الكهربائي.

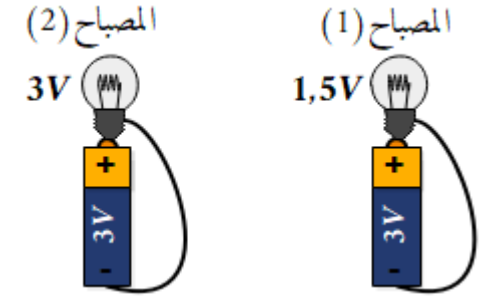
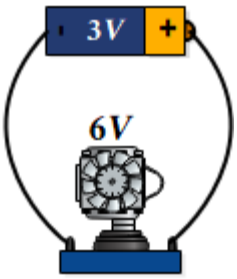
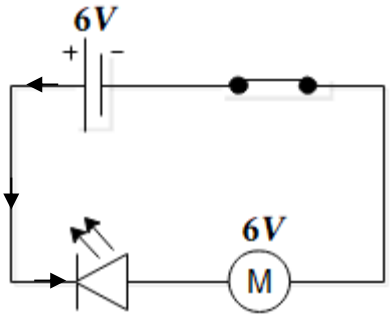
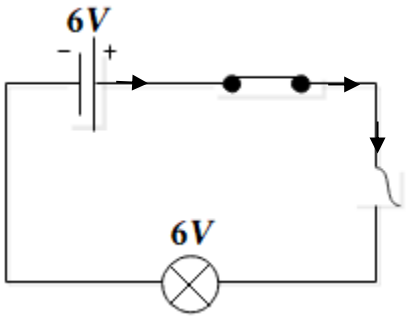
• لكي يتوهجّ المصباح يجب توصيل مربطيه بقطبي المولد الكهربائي (بطارية، عمود كهربائية...).

• ليتوهجّ المصباح توهّجا عاديّا يجب أن تكون دلالته متناسبة مع دلالة المولد الكهربائي.

◄ميدان الظّواهر الكهربائيّة
◄الدّرس 02: اشتعال مصباح التوهّج

أختبر معلوماتي:

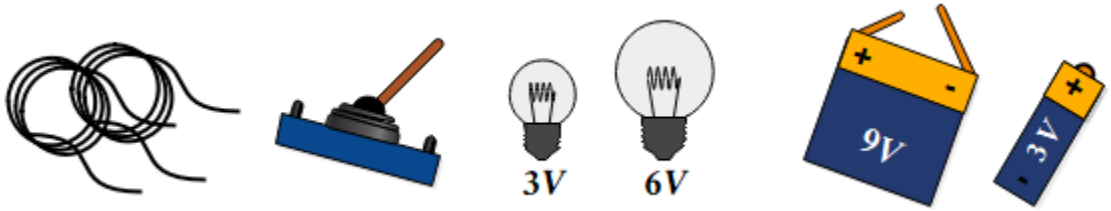
◄ أختار الجواب الصّحيح من بين الأجوبة التّالية بوضع علامة (×) في الخانة المناسبة:

1 أي مصباح يكون توهجه عادي من بين المصباحين التاليين؟ 	2 لماذا يدور المحرّك الكهربائي بشكل ضعيف؟ 
أ• ☐ المصباح (1)	أ• ☐ دلالة المحرك أكبر من دلالة المولّد.
ب• ☐ المصباح (2)	ب• ☐ دلالة المحرّك متناسبة مع دلالة المولّد.
ج• ☐ ولا واحد منهما.	ج• ☐ دلالة المحرّك أصغر من دلالة المولّد.
3 لماذا لا يدور المحرّك الكهربائي؟ 	4 لماذا لم يتوهج المصباح الكهربائي؟ 
أ• ☐ دلالة المحرّك غير متناسبة مع دلالة المصباح.	أ• ☐ تلف وانقطاع سلك التّوصيل وبالتالي عدم مرور التيار الكهربائي في الدارة.
ب• ☐ الصّمام الضّوئي يمنع مرور التيار الكهربائي في الدارة.	ب• ☐ دلالة المصباح غير متناسبة مع دلالة المولّد.

الحلول			
1-ب	2-أ	3-ب	4-أ

أتمرّن (تمرين محلول):

• أراد سيد أحمد تركيب دارّة كهربائيّة تحتوي على: عمود كهربائي، مصباح كهربائي، قاطعة بسيطة، أسلاك التّوصيل. وأثناء بحثه في مرآب أبيه وجد في الصّندوق الأدوات التّالية: أعمدة كهربائية (9V و3V)، مصابيح كهربائية (3V و6V)، قاطعة كهربائية سليمة، وعدّة أسلاك توصيل.



1- ماذا تُمثّل 9V المكتوبة على العمود الكهربائي و6V المكتوبة على المصباح الكهربائي؟

2- ساعد سيد أحمد في اختيار الأدوات اللازمة ليتوهّج المصباح توهّجا عاديّا.

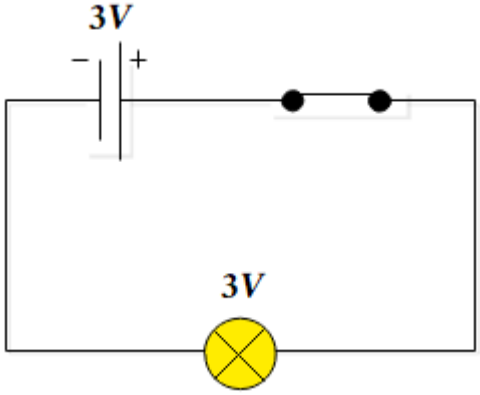
3- ارسم الدّارة الكهربائيّة الموافقة لذلك باستعمال الرموز النّظاميّة.

حل التّمرين:

1- • 9V تمثّل دلالة العمود الكهربائي. • 6V تمثّل دلالة المصباح الكهربائي.

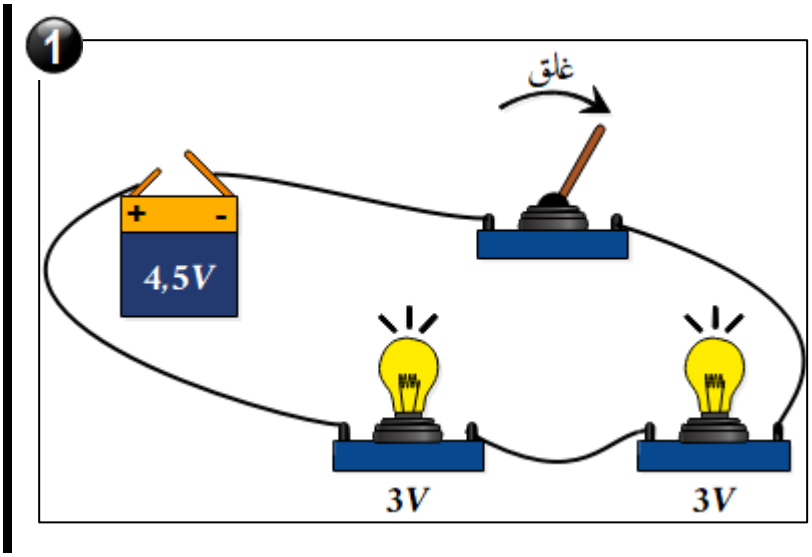
2- لكي يكون توهّج المصباح عاديّا يجب أن تكون دلالة العمود الكهربائي متناسبة مع دلالة المصباح الكهربائي، لهذا لابدّ أن يختار سيد أحمد العمود الكهربائي الذي دلالته 3V والمصباح الذي دلالته 3V، بالإضافة إلى قاطعة بسيطة وأسلاك التّوصيل.

3- رسم الدّارة الكهربائيّة:



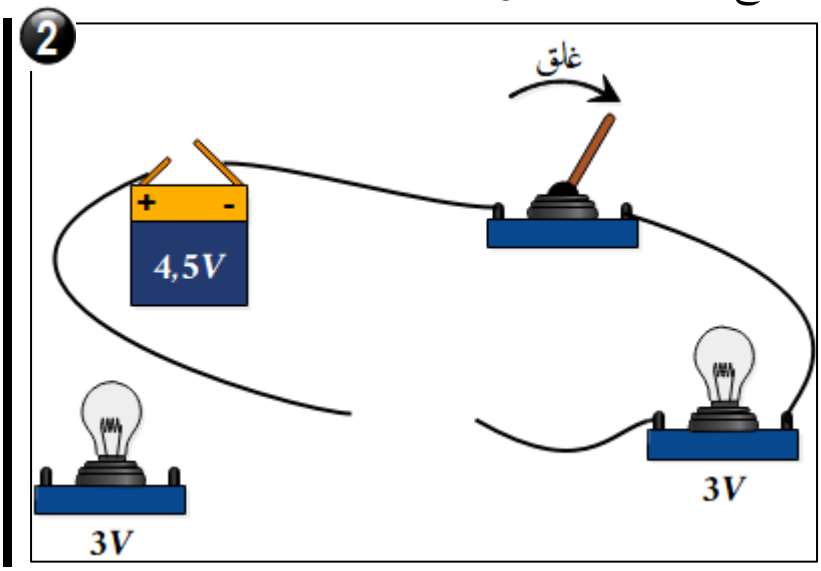
1• التركيب على التسلسل:

• نحقق التّركيب التالي:



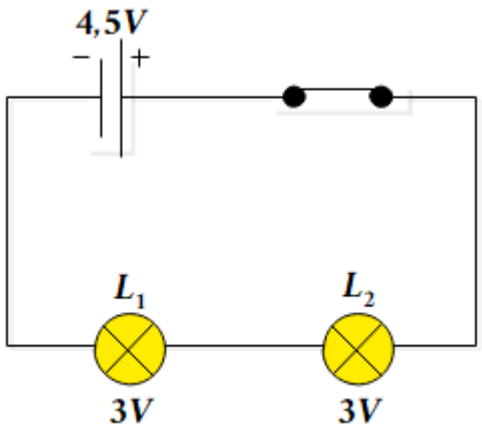
عند غلق القاطعة، يتوهّج المصباحان معًا بشدّة نفسها وضعيفة (خافتة).

• ننزع أحد المصباحين من مكانه:

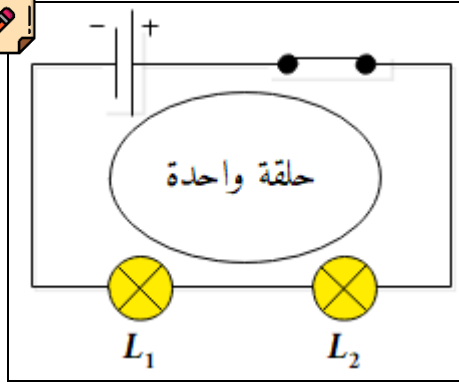


عند نزع أحد المصباحين ينطفئ المصباح الآخر لأنّ الدّارة أصبحت مفتوحة.

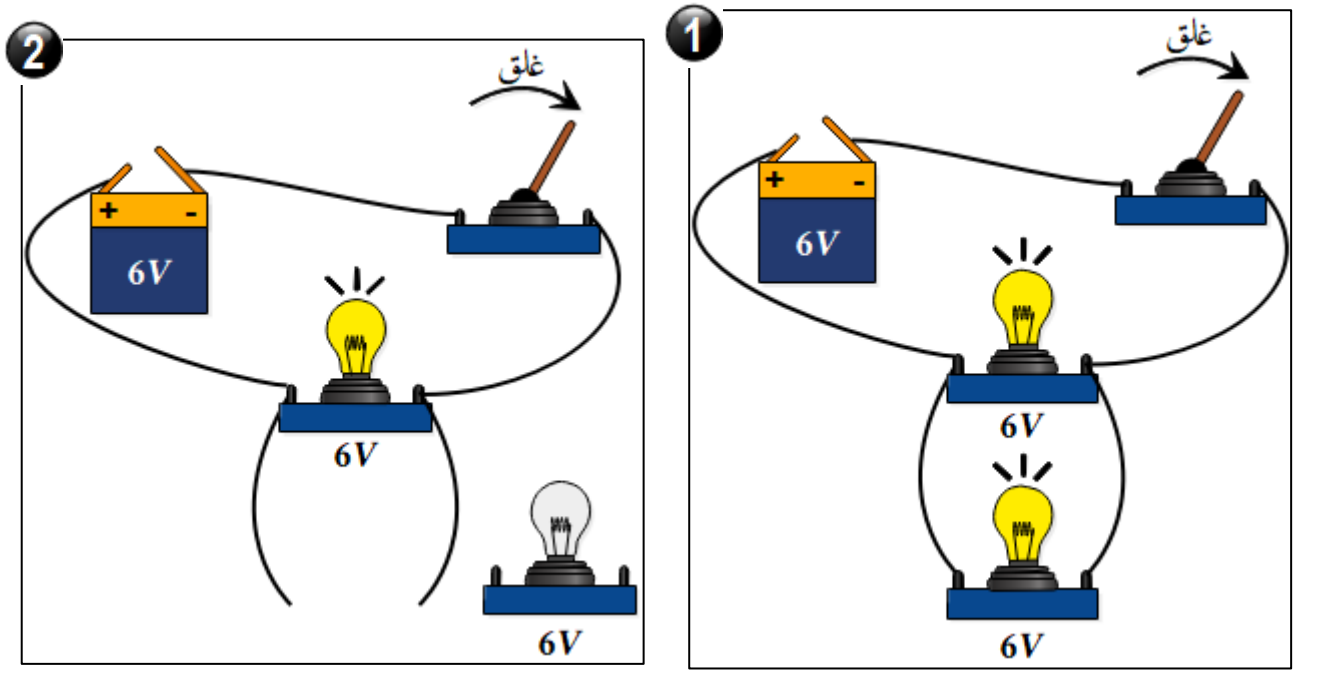
• نرسم الدّارة الكهربائيّة الموضّحة في التركيب (1) باستعمال الرموز النّظاميّة:



• تتشكل الدّارة الكهربائيّة على التسلسل من حلقة واحدة أي دارة واحدة تضّم مولّدا.



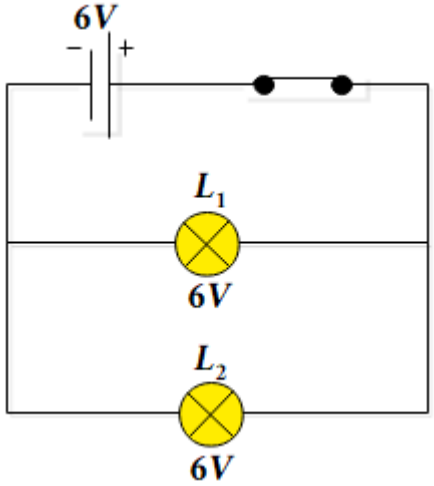
2• التركيب على التفرّع:



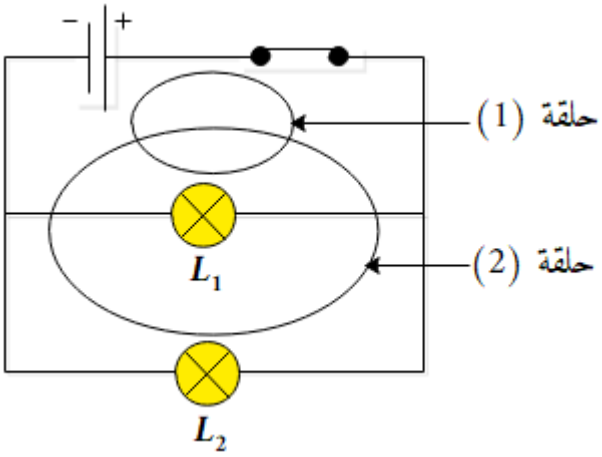
عند غلق الدّارة يتوهّج المصباحان معا بشدّة نفسها وعاديّة.

عند نزع أحد المصباحين يزداد توهّج المصباح الآخر.

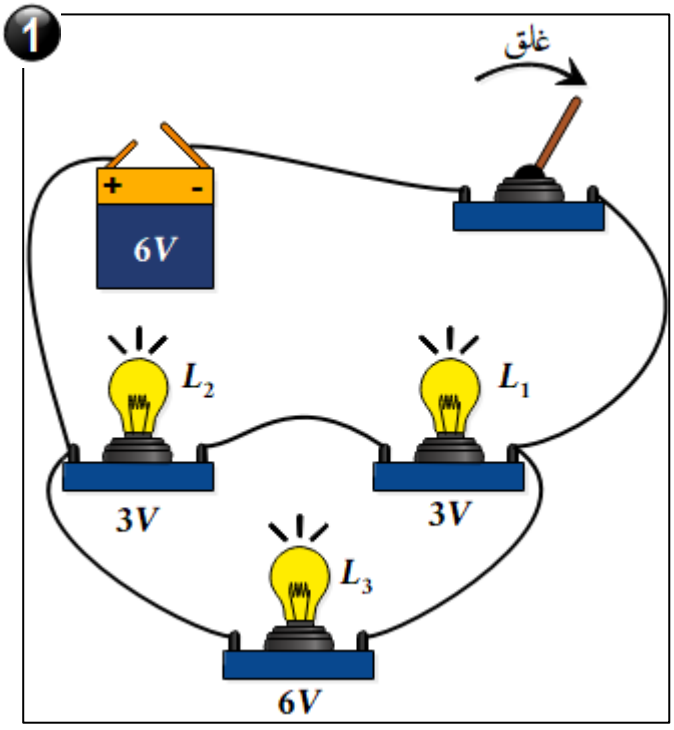
• نرسم الدّارة الكهربائيّة الموضّحة في التركيب (1) باستعمال الرموز النّظاميّة:



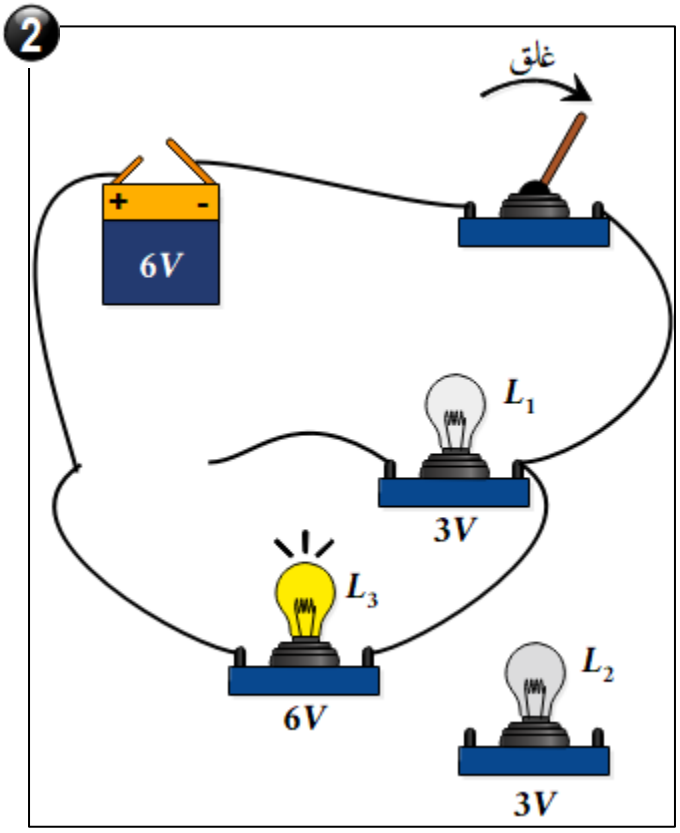
• تتشكل الدّارة الكهربائيّة على التفرّع من أكثر من حلقة أي أكثر من دارّة (عدّة حلقات)، ويمكن للعناصر الكهربائية أن تشتغل بصفة مستقلّة عن بعضها البعض.



3• التركيب المختلط:

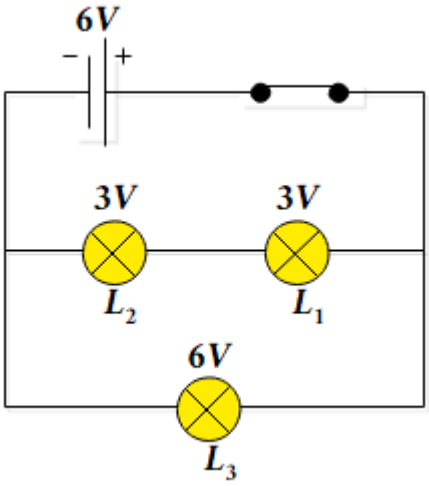


نلاحظ أنّ المصباحين L_1 و L_2 مربوطين على التّسلسل، والمصباحين L_1 و L_2 معًا مربوطين على التّفرع مع المصباح L_3.

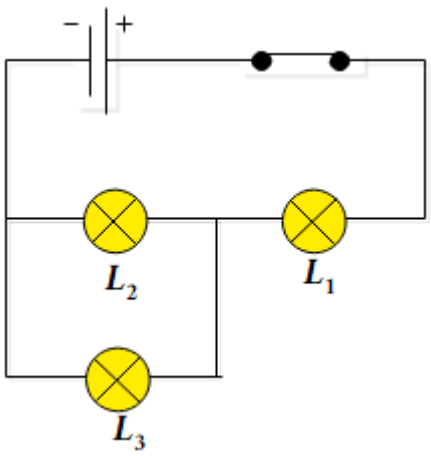


عند نزع المصباح L_2 ينطفئ المصباح L_1 لأنّ دارته أصبحت مفتوحة أما المصباح L_3 فيزداد توهّجه.

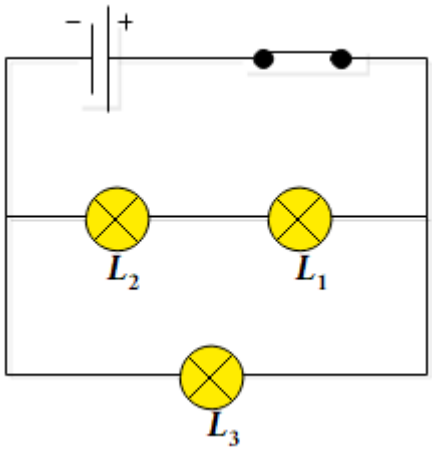
• نرسم الدّارة الكهربائيّة الموضّحة في التركيب (1) باستعمال الرموز النّظاميّة:

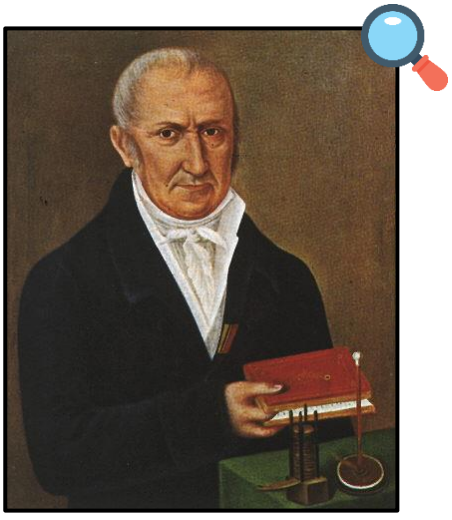


• التّركيب المختلط يضمّ الرّبط على التسلسل والربط على التّفرع.

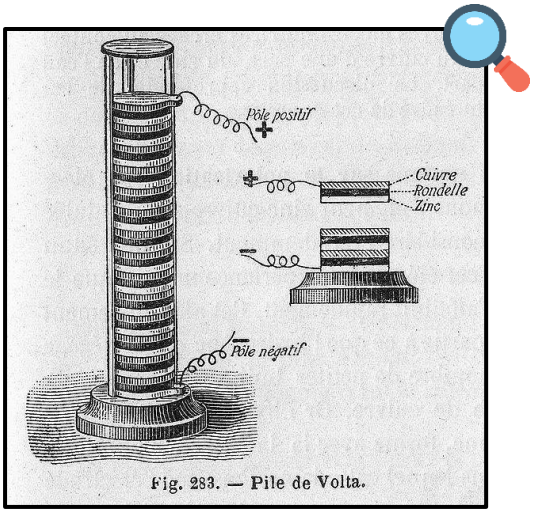


أو





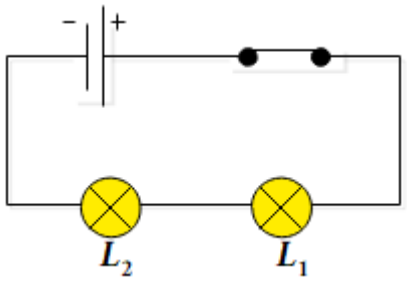
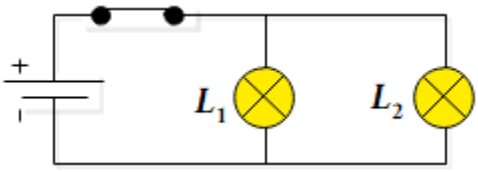
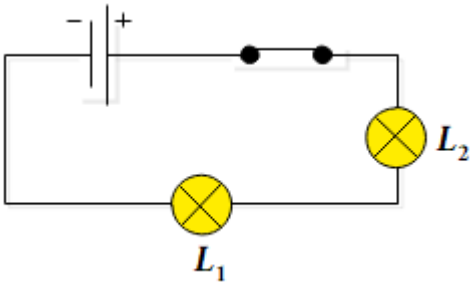
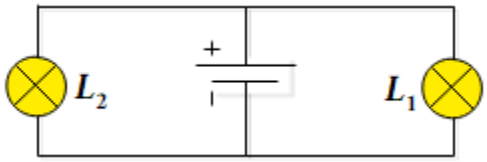
ألساندرو فولطا- مخترع البطارية الكهربائية



أول بطارية كهربائيّة

أختبر معلوماتي:

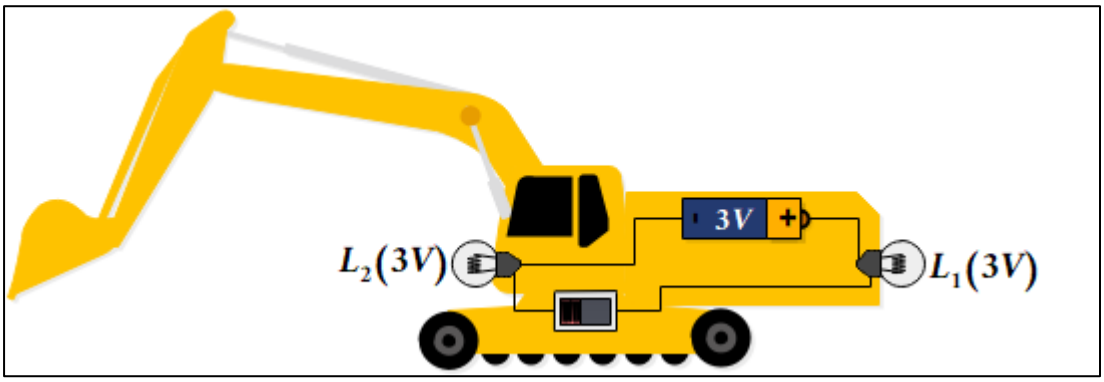
◄ أختار الجواب الصّحيح من بين الأجوبة التّالية بوضع علامة (×) في الخانة المناسبة:

1 كيف نسمّي هذا النوع من تركيب المصابيح؟ 	2 كيف نسمّي هذا النوع من تركيب المصابيح؟ 
أ. ☐ التركيب على التسلسل.	أ. ☐ التركيب على التسلسل.
ب. ☐ التركيب على التفرّع.	ب. ☐ التركيب على التفرّع.
ج. ☐ التركيب المختلط.	ج. ☐ التركيب المختلط.
3 عند نزع المصباح L_1 ماذا يحدث للمصباح L_2؟ 	4 عند يتعطّل (يتلف) المصباح L_1 ماذا يحدث للمصباح L_2؟ 
أ. ☐ يبقى متوهّجا.	أ. ☐ يزداد توهّجه.
ب. ☐ ينطفئ.	ب. ☐ ينطفئ.

الحلول	1 -أ	2 -ب	3 -ب	4 -أ

أتمرّن (تمرين محلول):

I• بينما يُرتّب سيد أحمد غرفته وجد في صندوق ألعابه القديمة جرّافة كهربائيّة وأراد أن يتأكّد من سلامتها، باستعمال مفكّ براغي فتح غطاء الجرّافة واكتشف التركيب المتكوّن من : عمود كهربائي دلالته 3V، مصباحين متماثلين دلالتهما 3V وقاطعة بسيطة، كما هو موضّح في المخطّط التالي :



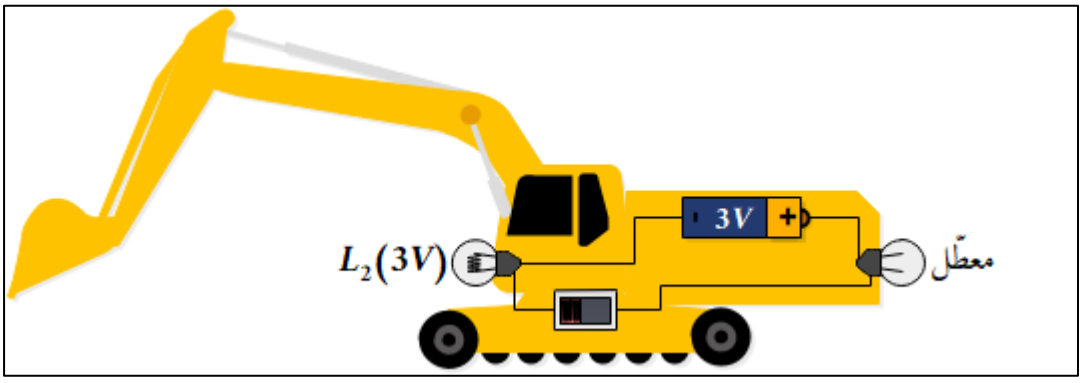
1- كيف يُسمّى هذا النوع من التّوصيل؟

2- ما هو عدد الحلقات (عدد الدّارات) التي يوضّحها التركيب الموجود داخل الجرّافة الكهربائيّة؟

3- ماذا تلاحظ عندما نغلق القاطعة؟

4- أُرسم الدّارة بمخطّطها النّظامي ثمّ مثّل عليها جهة التيّار الكهربائي.

II• بينما يُشاهد سيد أحمد ما بداخل الجرّافة الكهربائية وفي لحظة سقطت من يديه وانكسر المصباح الخلفيّ L_1، حاول سيد أحمد غلق القاطعة عدّة مرّات ولكن المصباح الأمامي L_2 لا يتوهّج كما يوضّحه المخطّط التالي :



1- لماذا لم يتوهّج المصباح الأماميّ L_2 رغم أنّه سليم ولم يتعطّل؟

2- أعط حلاّ للشّركة المصّنعة لهذه الجرّافات الكهربائيّة حتّى يشتغل المصباحين الخلفي L_1 والأمامي L_2 كلا على حدى (بشكل مستقلّ) وتكون إنارتهما عاديّة، مدعّما إجابتك بمخطط نظامي لدارة كهربائيّة.

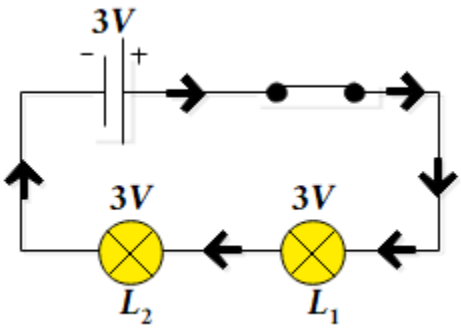
حل التّمرين:

I• 1- يُسمّى هذا النّوع من التّوصيل : التّوصيل على التسلسل.

2- عدد الحلقات (الدّارات) التي يُوضّحها التركيب الموجود داخل الجرّافة هي: حلقة واحدة.

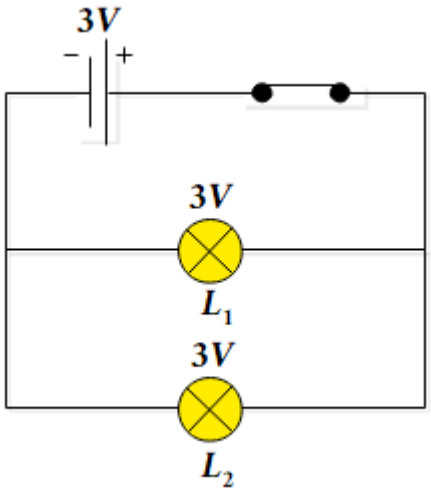
3- عند غلق القاطعة نلاحظ توهّج المصباح بشدّة نفسها وتكون ضعيفة.

4- رسم الدّارة وتمثيل جهة التيار الكهربائي:



II• 1- لم يتوهّج المصباح الأماميّ L_2 رغم أنّه سليم، لأنّ الربط المستعمل بين المصباحين هو الربط على التسلسل.

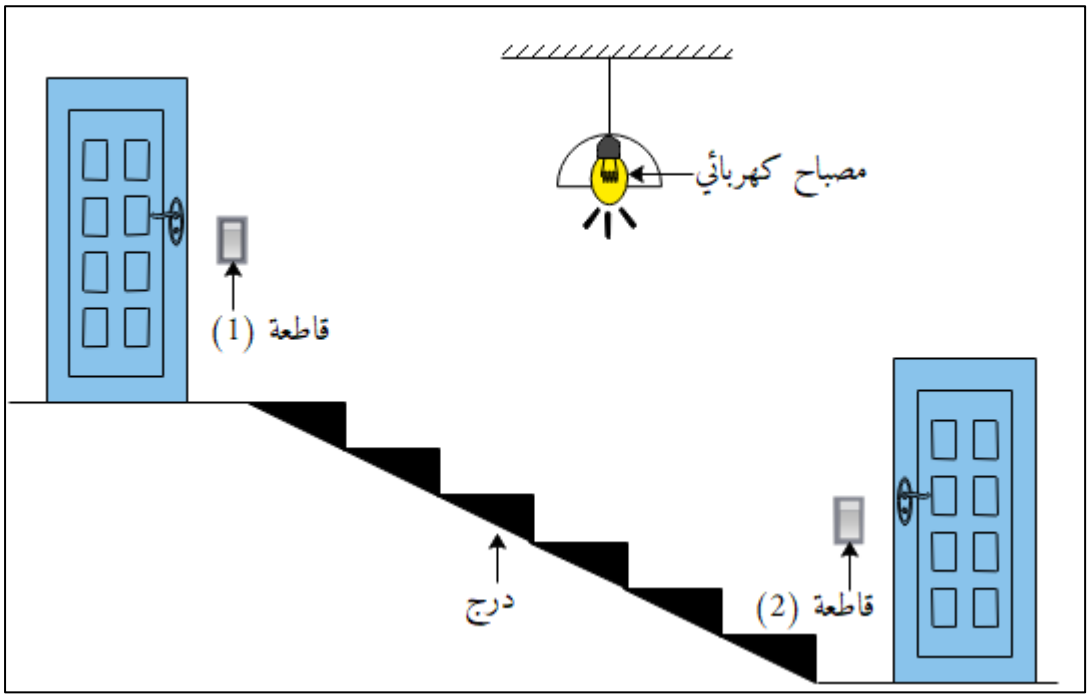
2- الحلّ الذي أقدّمه للشركة حتّى يشتغل المصباحين الخلفي L_1 والأمامي L_2 كلا على حدى وتكون إنارتهما عادية (بشكل مستقلّ)، هو توصيل المصباحين L_1 وL_2 على التفرّع، كما توضّحه الدّارة الكهربائية التالية:



1• الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إيّاب:

أ• أين نجد الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إياب؟

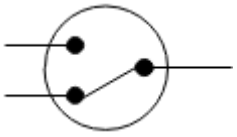
• نجد الدّارّة الكهربائيّة ذهاب-إياب في المنزل...مثلا: في الرّواق وفي غرفة المعيشة أو عند الدّرج نزولا وصعودا كما يوضّحه المخطّط التّالي:



• تعريف الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إيّاب: هي دارّة كهربائيّة تسمحُ لنا بالتحكّم في مصباح توهّج من مكانين مختلفين، باستعمال قاطعتين ذهاب-إيّاب.

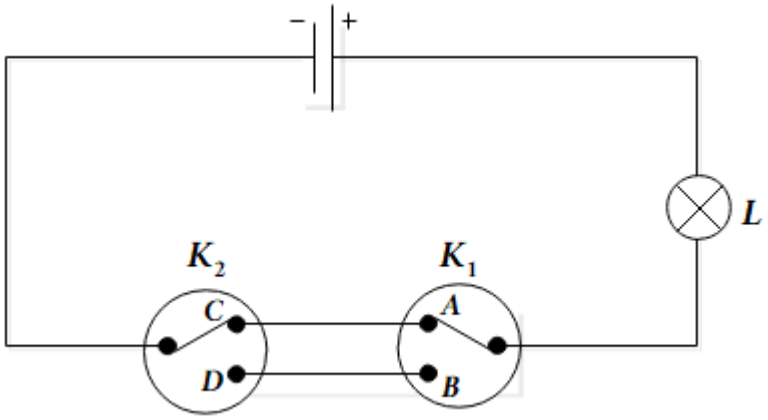
أ• مم تتكون القاطعة ذهاب-إياب؟

• القاطعة ذهاب-إيّاب هي قاطعة مزدوجة لها ثلاث مرابط عكس القاطعة البسيطة لها مربطين فقط.

نوع القاطعة	رمزها النّظامي
القاطعة ذهاب-إيّاب	
القاطعة البسيطة	

2• مخطط الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إيّاب :

• نحقّق تركيب الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إياب التّالية:



• يمكننا معرفة وضع المصباح إن كان متوهّجا أو منطفئ بالاعتماد على جدول الحقيقة التّالي:

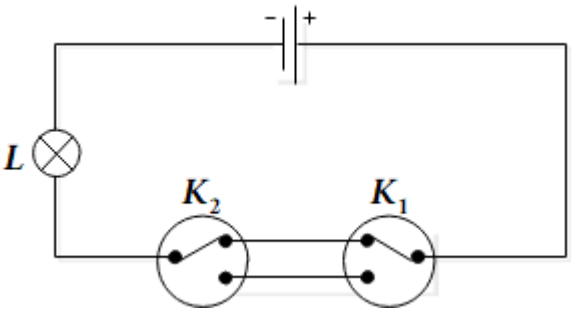
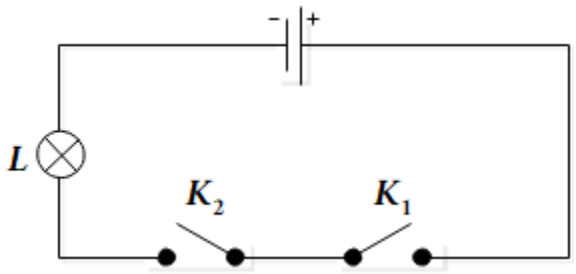
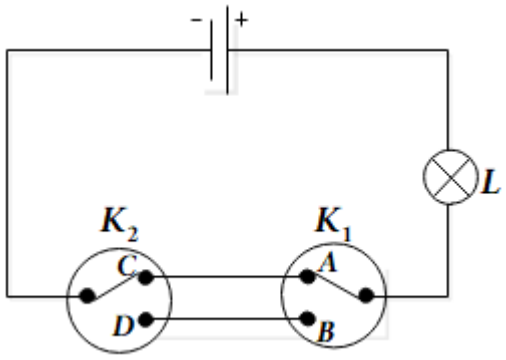
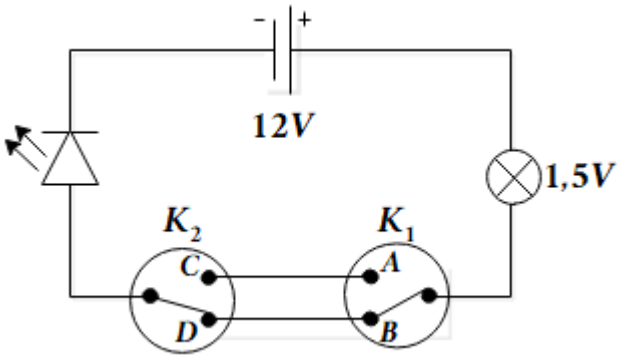
وضعية القاطعة K_1	وضعية القاطعة K_2	حالة المصباح
A	C	متوهج
A	D	منطفئ
B	C	منطفئ
B	D	متوهّج

• يمكن كذلك رسم جدول الحقيقة كالتّالي: (بوضع (1) للمصباح المتوهّج و(0) للمصباح المنطفئ)

وضعية القاطعة K_1	وضعية القاطعة K_2	حالة المصباح
A	C	1
A	D	0
B	C	0
B	D	1

أختبر معلوماتي:

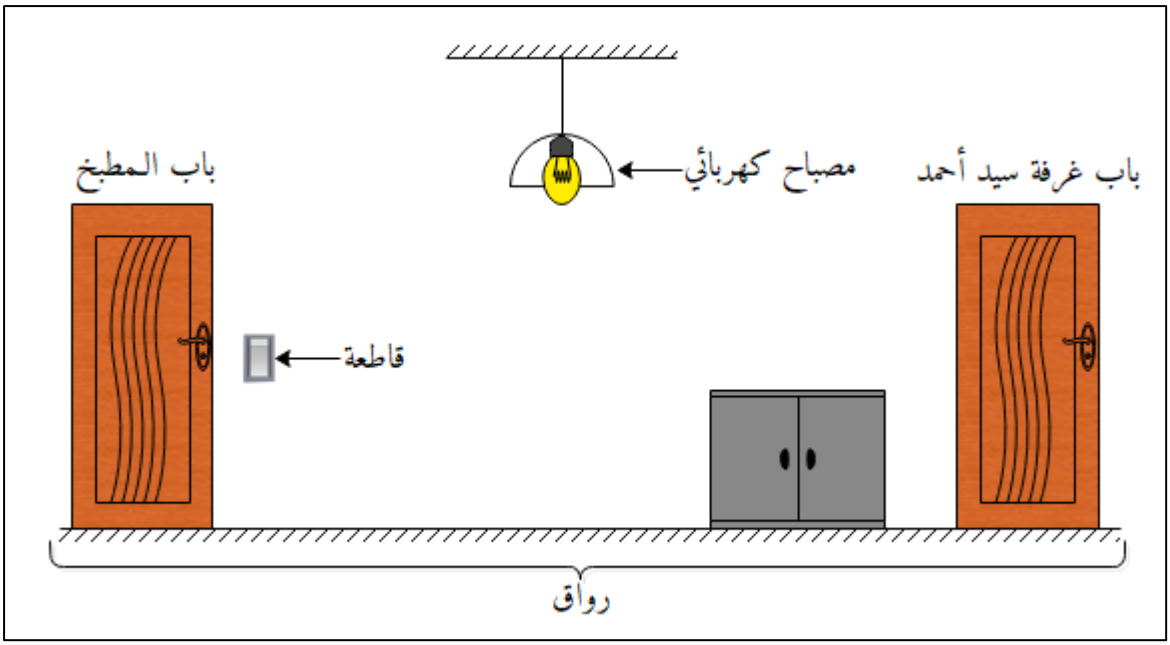
◄ أختار الجواب الصّحيح من بين الأجوبة التّالية بوضع علامة (×) في الخانة المناسبة:

1 هل هذه الدّارة هي دارة ذهاب-إياب؟ 	2 هل هذه الدّارة هي دارة ذهاب-إياب؟ 
أ• ☐ نعم، دارّة كهربائية ذهاب-إيّاب.	أ• ☐ نعم، دارّة كهربائية ذهاب-إيّاب.
ب• ☐ لا، ليست دارة كهربائية ذهاب-إيّاب.	ب• ☐ لا، ليست دارة كهربائية ذهاب-إيّاب.
3 ما هو الوضع الذي يتوهّج فيه المصباح L؟ 	4 لماذا لم يتوهّج المصباح؟ 
أ• ☐ $(C;B)$	أ• ☐ لأن K_1 و K_2 ليسا في الوضع المناسب.
ب• ☐ $(D;A)$	ب• ☐ لأنّ دلالة المولد أكبر بكثير من دلالة المصباح فأُتلف (تعطّل) المصباح.
ج• ☐ $(C;A)$	ج• ☐ لأنّ الصّمام الضّوئي منع مرور التيّار في الدارة.

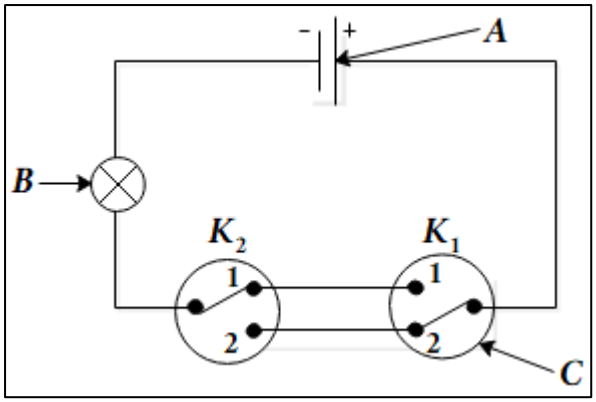
الحلول	1-أ	2-ب	3-ج	4-ب

أتمرّن (تمرين محلول):

اشترت عائلة سيد أحمد منزل جديد به رواق طويل، والمشكلة أنّ بالرواق مصباح يتمُّ التحكّم فيه بقاطعة بسيطة واحدة، كما يوضّحه المخطّط أدناه، وهذا المشكل أزعج والد سيد أحمد وقرّر أن يتّصل بالكهربائي لحلّه.



وكالعادة بادر سيد أحمد للمساعدة وذلك بالاعتماد على ما درسه في القسم واقترح على أبيه الدّارة التالية حتّى يُقدّمها للكهربائيّ:



1- تعرّف على الرموز النظاميّة: A، B وC.

2- ما نوع مخطّط الدّارة التي رسمها سيد أحمد؟

3- ما هو دور هذه الدّارة؟

4- أذكر الحالات التي يجب وضع فيها القاطعة K_1 والقاطعة K_2 حتّى يتوهّج المصباح؟

5- أعد رسم الدّارة في الحالات التي يكون فيها المصباح متوهجا ومثّل عليها جهة التيّار الكهربائي؟

حل التّمرين:

1- التعرف على الرموز النّظامية:

A : مولّد.

B : مصباح كهربائي.

C : قاطعة ذهاب-إيّاب.

2- نوع مخطّط الدّارة التي رسمها سيد أحمد هي: الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إيّاب.

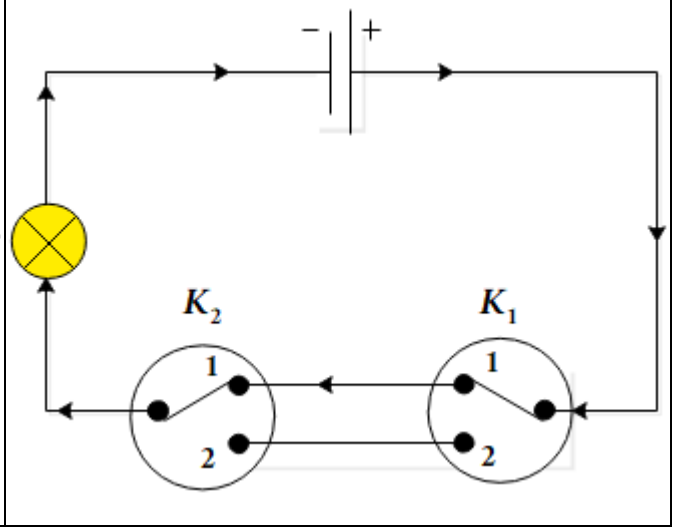
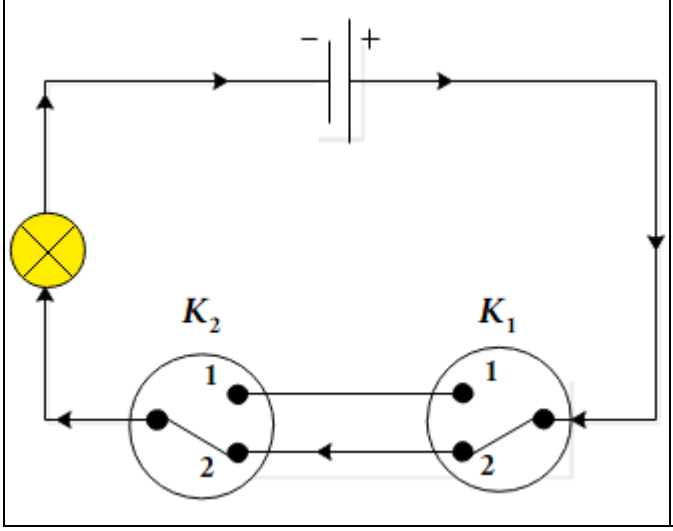
3- دور هذه الدّارة هو التحكّم في المصباح من مكانين مختلفين وتستعمل في الأروقة والسلالم والغرف الكبيرة.

4- الحالات التي يتوهّج فيها المصباح هي:

الحالة الأولى: القاطعة K_1 تكون في الوضع 1 والقاطعة K_2 تكون في الوضع 1.

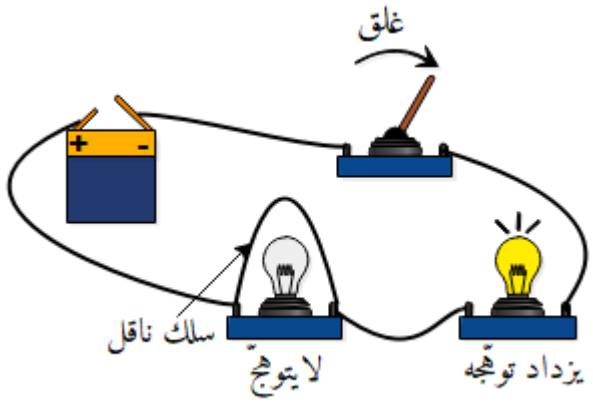
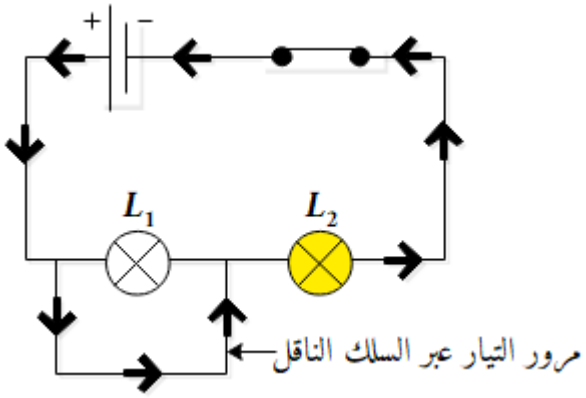
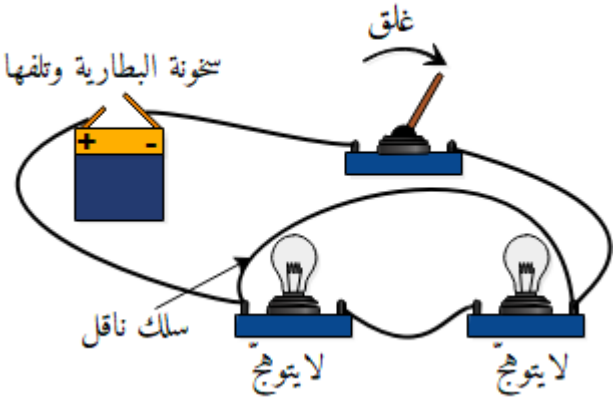
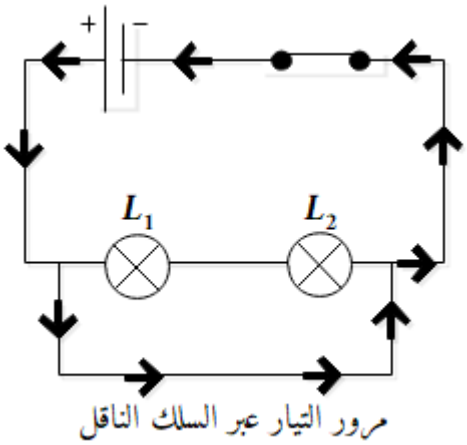
الحالة الثّانية: القاطعة K_1 تكون في الوضع 2 والقاطعة K_2 تكون في الوضع 2.

5- إعادة رسم الدّارة في الحالات التي يكون فيها المصباح متوهّجا مع تمثيل جهة التيار الكهربائي:

الحالة الأولى (1; 1)	الحالة الثّانية (2; 2)
	

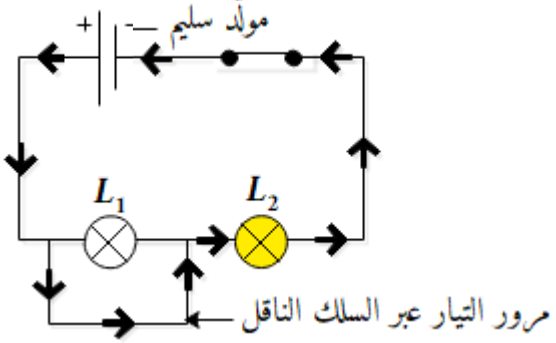
1• الدّارة المستقصرة:

أ• الاستقصار في دارة كهربائيّة على التسلسل:

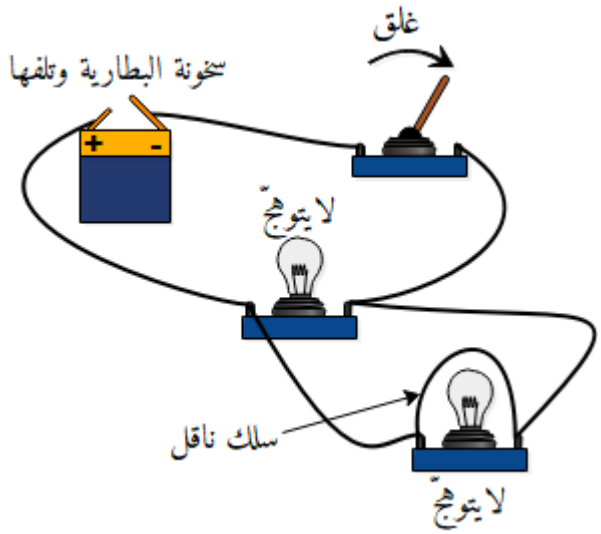
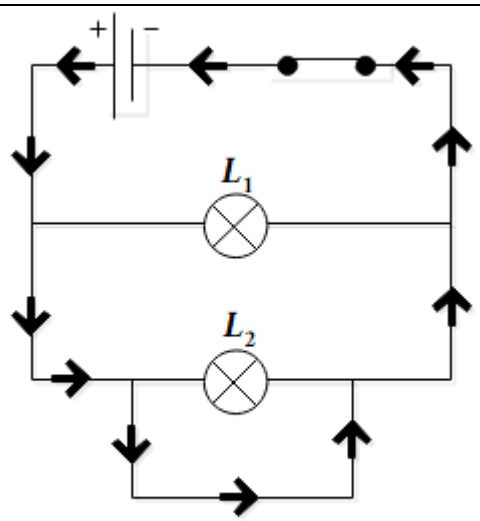
	تحقيق الدّارة الكهربائيّة	رسم مخطط الدارة الكهربائية بالرموز النّظامية
التجربة (01)		
التجربة (02)		

• عندما نوصل سلكا ناقلا (سلك من الحديد أو النّحاس مثلا) بين طرفي عنصر كهربائي، يحدث استقصاره.

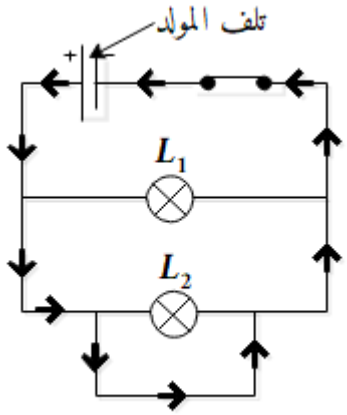
• في الدّارة الكهربائيّة مربوطة على التسلسل استقصار أحد عناصرها لا يتسبب في فتح الدارة الكهربائيّة.



ب• الاستقصار في دارة كهربائيّة على التفرّع:

	تحقيق الدّارة الكهربائيّة	رسم مخطط الدارة الكهربائية بالرموز النّظامية
التجربة		 مرور التيار عبر السلك الناقل

• في الدّارة الكهربائيّة مربوطة على التفرّع استقصار أحد عناصرها يؤدّي إلى استقصار العمود الكهربائي وعدم اشتغال بقية العناصر الكهربائية.

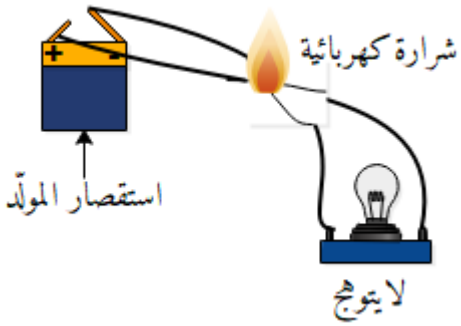
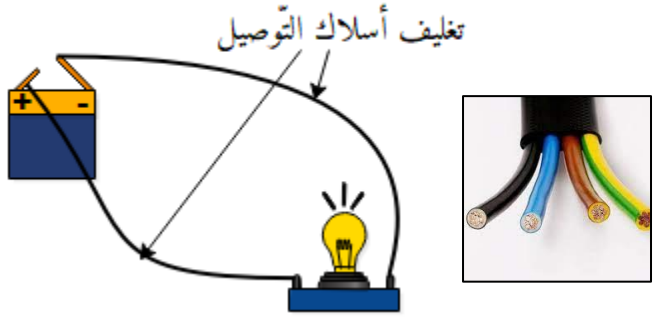
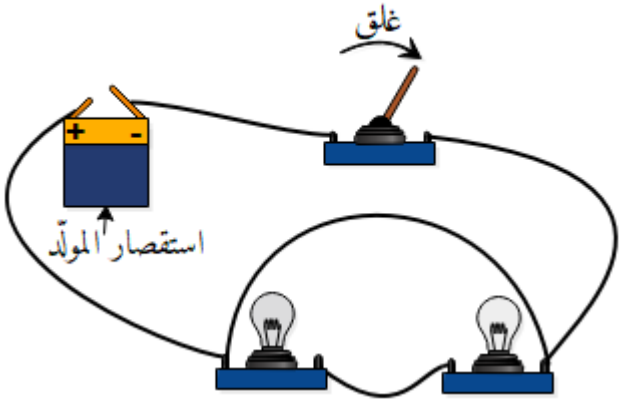
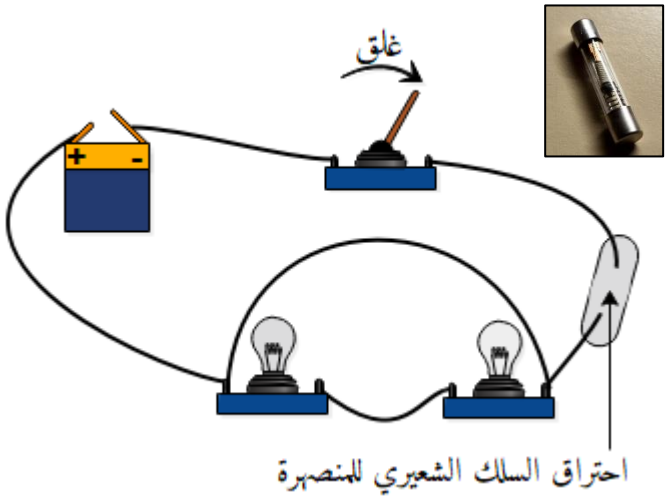
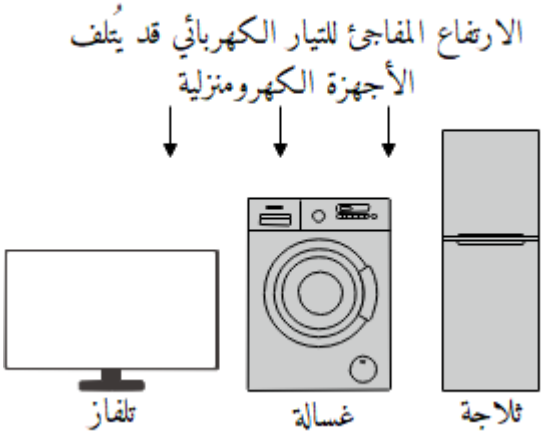


مرور التيار عبر السلك الناقل

2• أخطار الدّارة المستقصرة:

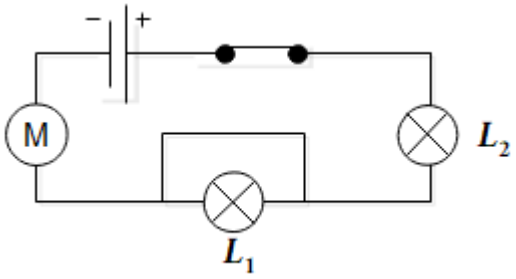
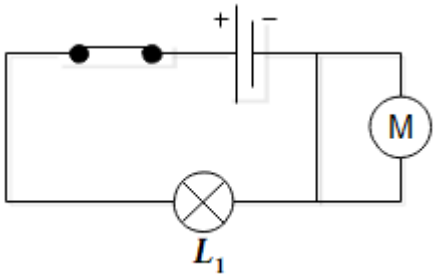
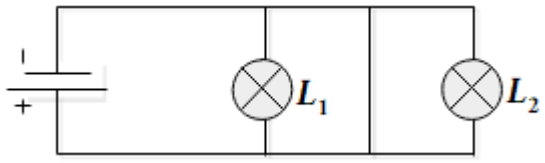
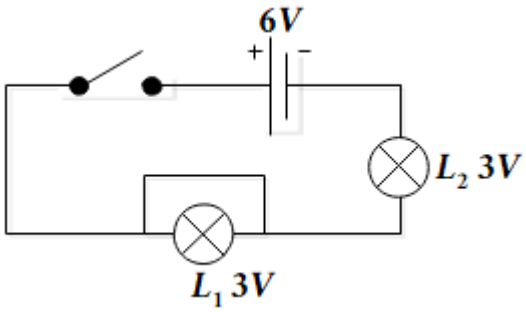
• يؤدّي استقصار العمود الكهربائي أو المولّد إلى سخونة الأسلاك وتلف المولّد، كما يؤدّي إلى الحرائق في حالة استقصار العناصر الكهربائية في المنزل.

3• كيف نتجنّب الدّارة المستقصرة؟

الخطر الموجود في الدّارة الكهربائيّة	حماية الدّارة الكهربائية
1  	
2  	
3  	استعمال القاطع الآلي والمنصهرات القاطع الآلي المنصهرات

أختبر معلوماتي:

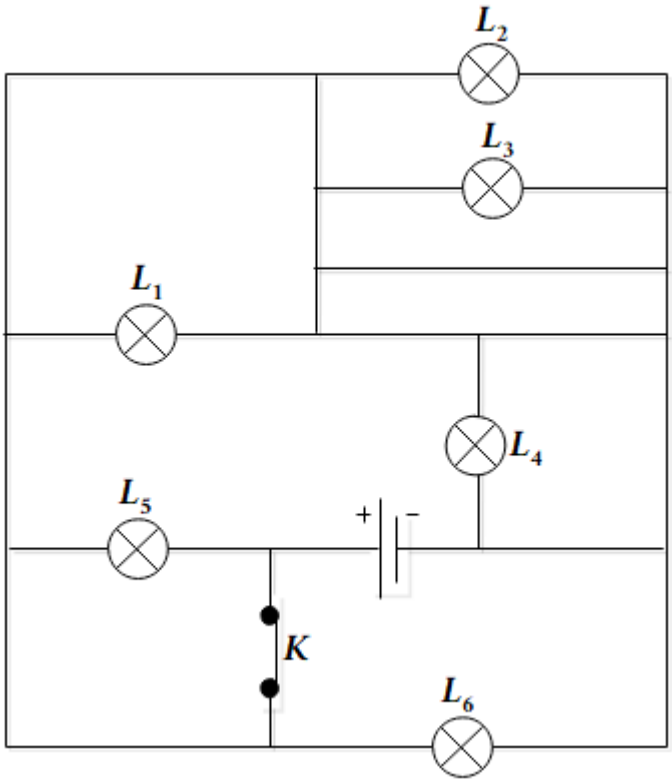
◄ أختار الجواب الصّحيح من بين الأجوبة التّالية بوضع علامة (×) في الخانة المناسبة:

1 ما هو العنصر المستقصر في الدّارة التالية؟ 	2 ما هو العنصر المستقصر في الدّارة التالية؟ 
أ• ☐ العمود الكهربائي.	أ• ☐ العمود الكهربائي.
ب• ☐ المصباح L_1.	ب• ☐ المصباح L_1.
ج• ☐ المصباح L_2.	ج• ☐ المحرّك الكهربائي.
3 ما هو العنصر المستقصر في الدّارة التالية؟ 	4 لماذا لم يتوهّج المصباح L_2؟ 
أ• ☐ المصباح L_2.	أ• ☐ لأنّ دلالته غير متناسبة.
ب• ☐ المصباح L_1.	ب• ☐ لأن القاطعة مفتوحة.
ج• ☐ العمود وعدم اشتغال بقيّة العناصر.	ج• ☐ لأنّه مستقصر.

الحلول	1-ب	2-أ	3-ج	4-ب

أتمرّن (تمرين محلول):

قدّم أستاذ العلوم الفيزيائية لتلامذته واجبا منزليّا حول الدّارة المستقصرة ومخاطرها وكان مخطّط الدّارة الكهربائية كالتالي:



1- أعد رسم الدّارة من جديد ومثّل عليها جهة التيار الكهربائي.

2- ماهي المصابيح المضيئة؟

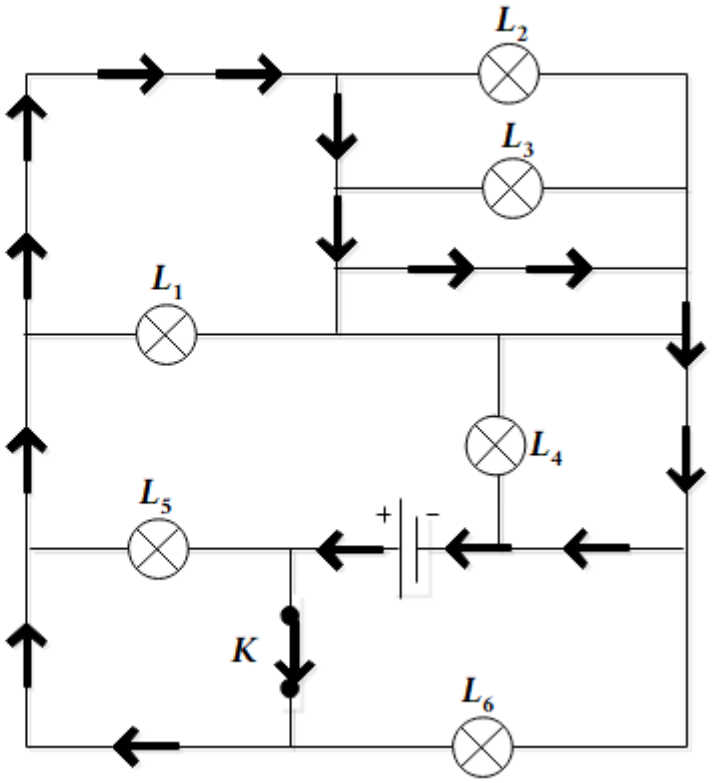
3- ماهي المصابيح المستقصرة؟

4- هل الدّارة معرّضة للخطر؟ لماذا؟

5- اذكر طريقتين لتجنب ظاهرة الاستقصار.

حل التّمرين:

1- إعادة رسم الدّارة من جديد وتمثيل جهة التيار الكهربائي.



التيار الكهربائي يسلك الطريق الأسهل وهو طريق السلك الناقل

2- لا توجد مصابيح مضيئة لأنه حدث استقصار للمولد وبالتالي أُتلفَ.

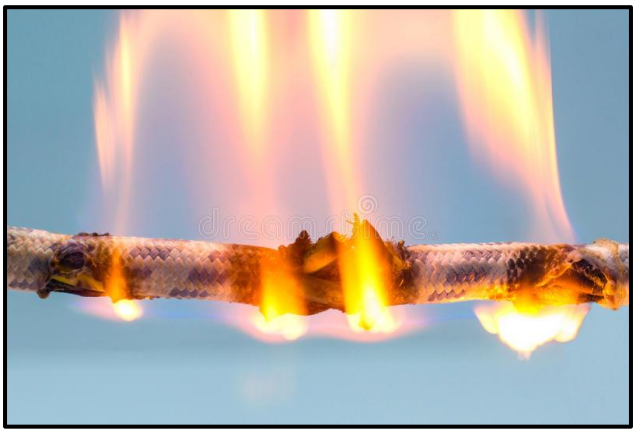
3- المصابيح المستقصرة هي: المصباح L_5.

4- نعم الدّارة معرّضة للخطر فعند حدوث الاستقصار تسخن أسلاك التوصيل والمولّد وهذا قد يؤدي إلى نشوب حريق.

5- الطريقتين لتجنب ظاهرة الاستقصار:

1- استعمال المنصهرة.

2- تغليف أسلاك التوصيل بمادة عازلة.



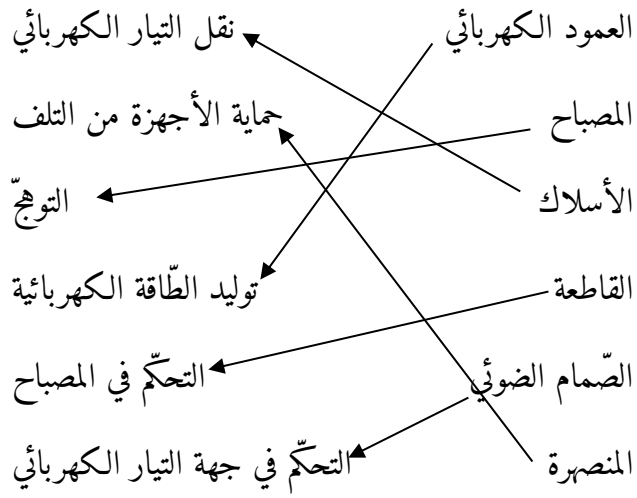
حذار تلميذي دائما تأكّد من سلامة الأسلاك الكهربائيّة حتى لا تقع الكارثة ◄

التمرين (01): (☆)

• اربط بسهم كل عنصر كهربائي مع وظيفته:

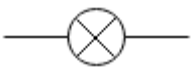
العمود الكهربائي	نقل التيار الكهربائي
المصباح	حماية الأجهزة من التلف
الأسلاك	التوهّج
القاطعة	توليد الطّاقة الكهربائية
الصّمام الضوئي	التحكّم في المصباح
المنصهرة	التحكّم في جهة التيار الكهربائي

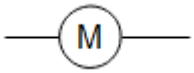
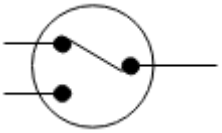
حلّ التمرين (01):



التمرين (02): (☆)

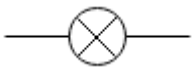
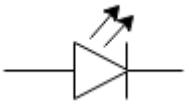
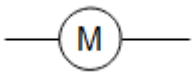
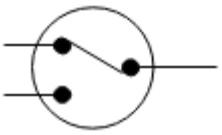
• املأ الجدول التالي:

الرمز النّظامي	العنصر الكهربائي
	.....
.....	صمام ضوئي

	.....
.....	قاطعة بسيطة
	.....
.....	عمود كهربائي

حلّ التمرين (02):

• أملأُ الجدول التّالي:

الرمز النّظامي	العنصر الكهربائي
	مصباح كهربائي
	صمام ضوئي
	محرّك كهربائي
	قاطعة بسيطة
	قاطعة من نوع: ذهاب-إياب
	عمود كهربائي

التمرين (03): (☆)

أجب بـ(صحيح) أو (خطأ) فيما يلي وصحّح الخطأ إن وُجد:

1- للعمود الكهربائي قطبان موجبان (.....)

2- تتكون الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إيّاب من قاطعتين بسيطتين مربوطتان على التسلسل (.....)

3- يضمُّ الربط المختلط التركيب على التسلسل والتفرّع معا (.....)

4- لتشغيل محرّك كهربائي دلالته 3,8V نستعمل مولّد دلالته 4,5V (.....)

5- عند استقصار المولد (البطاريّة) تشتغل العناصر الكهربائيّة المرتبطة معه (.....)

6- العوازل هي المواد السّائلة أو الصلبة التي تسمح بمرور التيار الكهربائي (.....)

حلّ التمرين (03):

أُجيب بـ(صحيح) أو (خطأ) فيما يلي وأُصحّح الخطأ إن وُجد:

1- للعمود الكهربائي قطبان موجبان (خطأ)

التّصحيح: للعمود الكهربائي قطبان مختلفان: قطب موجب (+) وقطب سالب (-).

2- تتكون الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إيّاب من قاطعتين بسيطتين مربوطتان على التسلسل (خطأ)

التّصحيح: تتكون الدّارة الكهربائية ذهاب-إيّاب من قاطعتين من نوع ذهاب-إياب مربوطتان على التسلسل.

3- يضمُّ الربط المختلط التركيب على التسلسل والتفرّع معا (صحيح)

4- لتشغيل محرّك كهربائي دلالته 3,8V نستعمل مولّد دلالته 4,5V (صحيح)

5- عند استقصار المولد (البطاريّة) تشتغل العناصر الكهربائيّة المرتبطة معه (خطأ)

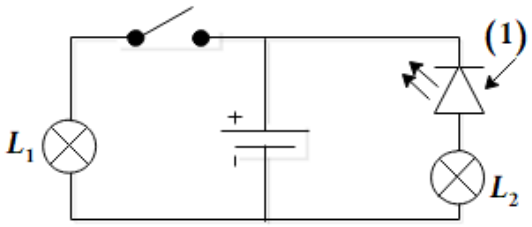
التّصحيح: عند استقصار المولد (البطاريّة) لا تشتغل العناصر الكهربائيّة المرتبطة معه

6- العوازل هي المواد السّائلة أو الصلبة التي تسمح بمرور التيار الكهربائي (خطأ)

التّصحيح: العوازل هي المواد السّائلة أو الصلبة التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي.

التمرين (04): (☆☆)

• لاحظ المخطّط النّظامي الموضّح في الشّكل المقابل:

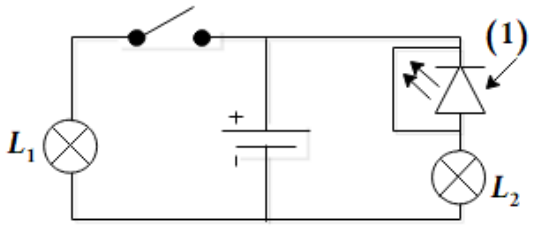


1- ما نوع ربط المصباحين L_1 و L_2؟علّل إجابتك.

2- سمّ العنصر (1) المربوط مع المصباح L_2؟

3- نُغلق القاطعة، ماذا يحدث للمصباح L_1 والمصباح L_2؟علّل إجابتك.

4- نربط سلك ناقل بين طرفي العنصر (1) المربوط مع المصباح L_2، كما يوضّحه الرسم التّالي:



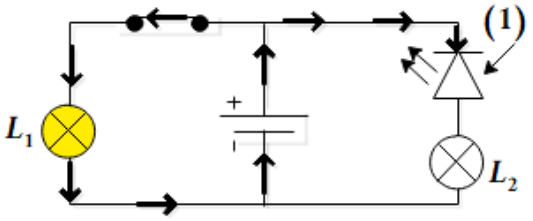
-نُغلق القاطعة ماذا يحدث للمصباح L_2؟ علّل إجابتك.

حلّ التمرين (04):

1- نوع ربط المصباحين L_1 و L_2: الرّبط على التفرّع لأنّ الدّارة بها أكثر من حلقة (حلقتين).

2- العنصر (1) المربوط مع المصباح L_2 هو: صمّام ضوئي.

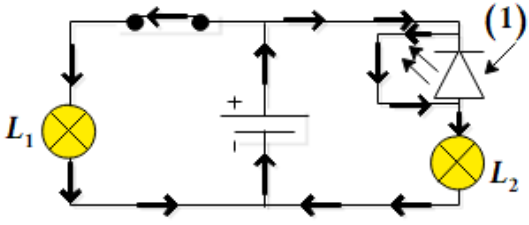
3- عند غلق القاطعة:



• يتوهّج المصباح L_1 لأنّ دارّته مغلقة.

• لا يتوهّج المصباح L_2 لأنّ الصّمام الضّوئي عكس التيار الكهربائي (لا يسمح بمرور التيار الكهربائي).

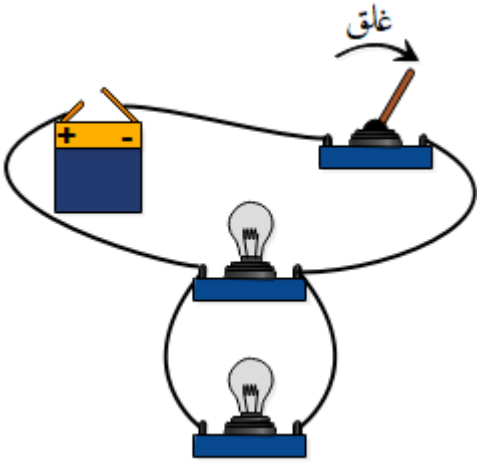
4- عند ربط سلك ناقل بين طرفي العنصر (1) ونغلق القاطعة:



- يتوهّج المصباح L_2 لأنّ التيار الكهربائي سلكَ أسهل طريق وهو طريق السلك النّاقل.

التمرين (05): (★★)

• ذهب سيد أحمد مع عائلته في رحلة استكشافية لأحد المدن الأثرية وفي المساء قام والده بتركيب الخيمة للمبيت فيها وقام سيد أحمد بتركيب دارّة كهربائيّة لإنارة الخيمة كما يوضّحه الشكل التّالي:



1- ما نوع الرّبط في هذا التركيب؟ علّل

2- مثّل المخطط النّظامي للتركيب باستعمال الرموز النّظاميّة.

• عند غلق القاطعة لم يتوهّج المصباحين، وعند تفقّد سيد أحمد للتركيب وجد أنّ أحد الأسلاك منقطع فقام بوضع في كل مرّة أحد المواد المذكورة في الجدول التّالي في المكان المنقطع لإعادة تشغيل المصباحين،

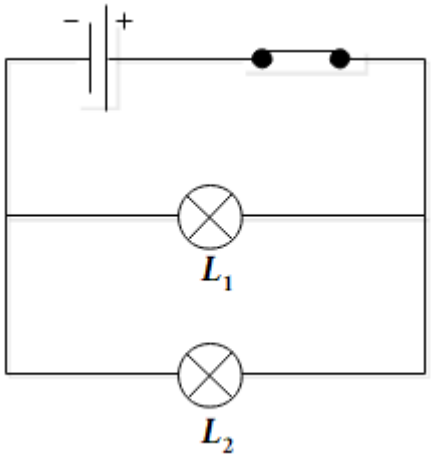
3- أكمل الجدول التالي بوضع علامة (×) في الخانة المناسبة:

المادّة	حالة المصباحين	ناقلة للكهرباء	عازلة للكهرباء
قطعة حديد	متوهجان	.....	.....
ملعقة ألمنيوم	متوهجان	.....	.....
قطعة قماش	منطفئان	.....	.....
غرافيت قلم الرصاص	متوهجان	.....	.....

حلّ التمرين (05):

1- نوع الرّبط في هذا التركيب: الربط على التفرّع لأنّ الدّارة بها أكثر من حلقة (حلقتين).

2- تمثيل المخطط النّظامي للتركيب باستعمال الرموز النّظاميّة:

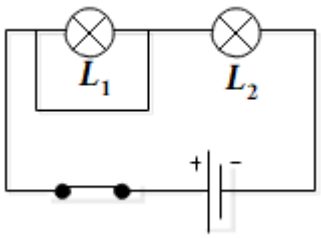
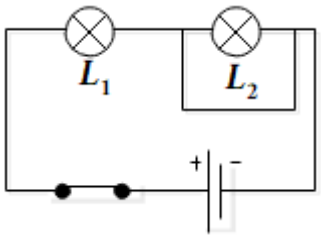
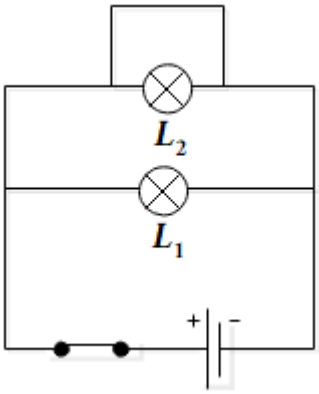


3- ملأ الجدول:

المادّة	حالة المصباحين	ناقلة للكهرباء	عازلة للكهرباء
قطعة حديد	متوهجان	×	
ملعقة ألمنيوم	متوهجان	×	
قطعة قماش	منطفئان		×
غرافيت قلم الرصاص	متوهجان	×	

التمرين (06): (★★)

• في إطار التحضير لفترة الاختبارات وأثناء مراجعة درس الاستقصار تصادفت مع المخطّطات التالية:

(1)	
(2)	
(3)	

1- أكمل الجدول التالي، وحدّد في التراكيب الثلاث ما إذا كان المصباح يتوهّج أو لا يتوهّج؟

	المصباح L_1	المصباح L_2
المخطّط (1)	.....	.....
المخطّط (2)	.....	.....
المخطّط (3)	.....	.....

2- ماهي العناصر التي يمكن أن تتلف في كل مخطّط؟

3- ما هي الاحتياطات اللّازمة لتشغيل الدّارة الكهربائيّة في شروط أمنيّة؟

حلّ التمرين (06):

1- أُكمل الجدول:

	المصباح L_1	المصباح L_2
المخطّط (1)	لا يتوهّج	يتوهج
المخطّط (2)	يتوهّج	لا يتوهّج
المخطّط (3)	لا يتوهّج	لا يتوهّج

2- ماهي العناصر التي يمكن أن تتلف في كل مخطّط؟

المخطّط (1)	المصباح L_1
المخطّط (2)	المصباح L_2
المخطّط (3)	العمود الكهربائي

3- الاحتياطات اللّازمة لتشغيل الدّارة الكهربائيّة في شروط أمنيّة:

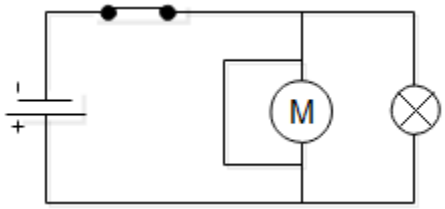
1- تغليف أسلاك التّوصيل.

2- استعمال المنصهرة.

3- استعمال القاطع الآلي (القاطع التّفاضلي)

التمرين (07): (★★)

• أنجز سيد أحمد التركيبة الكهربائيّة الممثّلة في المخطّط أسفله حيث دلالة البطاريّة متناسبة مع دلالات العناصر الكهربائية، ثمّ أغلقَ القاطعة:



1- سجل ملاحظاتك الخاصّة بآثار استقصار دارّة سيد أحمد على كلّ من:

• المحرك: .....

• المصباح: .....

• البطاريّة: .....

2- مثّل النموذج الدوراني للتيار الكهربائي على المخطّط بعد غلق القاطعة.

3- اشرح علاقة الدّارة المستقصرة بنشوب الحريق في المنشآت.

4- قدّم 3 نصائح لسيد أحمد لتجنب خطورة الدارة المستقصرة.

حلّ التمرين (07):

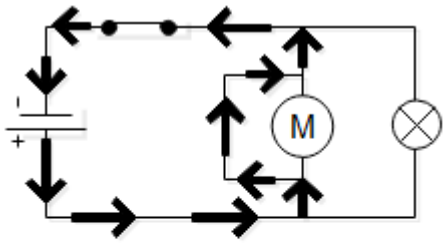
1- تسجيل الملاحظات:

• المحرّك: لا يشتغل (لا يدور).

• المصباح: لا يتوهّج.

• البطارية: تسخُن ثم تُتلف.

2- أُمثّلُ النموذج الدوراني للتيار الكهربائي على المخطّط بعد غلق القاطعة:



التيار الكهربائي يسلك الطريق

الأسهل وهو طريق السلك الناقل

3- شرح علاقة الدّارة المستقصرة بنشوب الحريق في المنشآت:

عند حدوث الاستقصار تسخن أسلاك التوصيل والمولّد وهذا قد يؤدي إلى نشوب حريق.

4- 3 نصائح لسيد أحمد لتجنب خطورة الاستقصار:

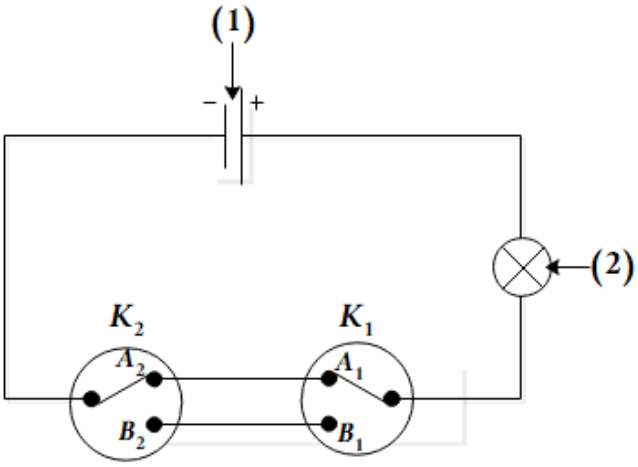
1- تغليف أسلاك التّوصيل.

2- استعمال المنصهرة.

3- استعمال القاطع الآلي (القاطع التّفاضلي)

التمرين (08): (☆☆)

• الجزء 01: أنجز سيد أحمد مخطّط الدّارة التالي:



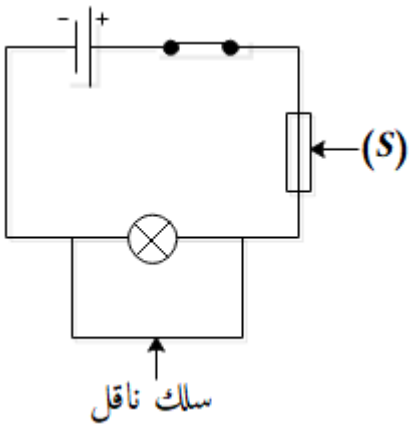
1- تعرّف على العناصر المرقّمة (1) و (2).

2- سمّ نوع هذه الدّارة.

3- أكمل الجدول التالي:

وضع القاطعة K_1	وضع القاطعة K_2	حالة المصباح	حالة الدّارة الكهربائية
A_1	A_2	.....	.....
A_1	B_2	.....	.....
B_1	A_2	.....	.....
B_1	B_2	.....	.....

• الجزء 02: لدراسة دارة كهربائية ينتج عنها حرائق في الشبكات الكهربائية للمنازل والمؤسسات وكيفية حمايتها من أخطار الكهرباء قام الأستاذ رفقة التلاميذ بتركيب الدّارة حسب مخطّطها الكهربائي التالي:



1- ما الهدف من توصيل السلك النّاقل بين طرفي المصباح؟

2- تعرّف على العنصر (S).

3- ماذا ينتج للعنصر (S) عند غلق الدّارة؟

4- هناك عدّة عناصر كهربائية لحماية الدّارات والشبكات الكهربائية، اُذكرها.

حل التمرين (08):

• الجزء 01:

1- أتعرف على العناصر:

(1): بطارية.

(2): مصباح كهربائي.

2- نوع هذه الدّارة هي: دارة كهربائيّة ذهاب-إيّاب.

3- أُكمل الجدول:

وضع القاطعة K_1	وضع القاطعة K_2	حالة المصباح	حالة الدّارة الكهربائية
A_1	A_2	يتوهج	مُغلقة
A_1	B_2	لا يتوهجّ	مفتوحة
B_1	A_2	لا يتوهجّ	مفتوحة
B_1	B_2	يتوهج	مُغلقة

• الجزء 02:

1- الهدف من توصيل السلك النّاقل بين طرفي المصباح هو استقصار الدّارة (أو استقصار البطارية).

2- العنصر (S) يمثّل منصهرة.

3- عند غلق الدّارة يحترق السلك الشعيري للمنصهرة.

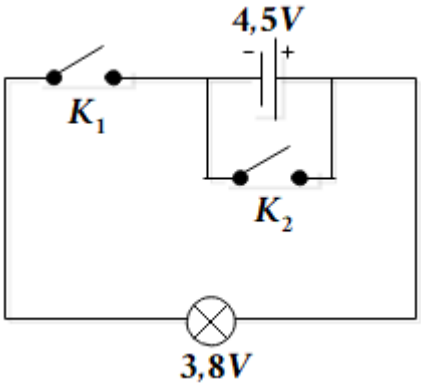
4- العناصر الكهربائية التي تحمي الدّارات والشبكات الكهربائية:

1- القاطع الآلي (القاطع التّفاضلي).

2- المنصهرات.

التمرين (09): (☆☆)

• إليك المخطط النّظامي التّالي:



1- بين ماذا يحدث في الحالتين التاليتين:

• غلق القاطعة K_1 فقط.

• غلق القاطعة K_1 ثم القاطعة K_2.

2- أي العمليتين السابقتين تعرّض الدّارة للخطر؟ ولماذا؟

حلّ التمرين (09):

-1

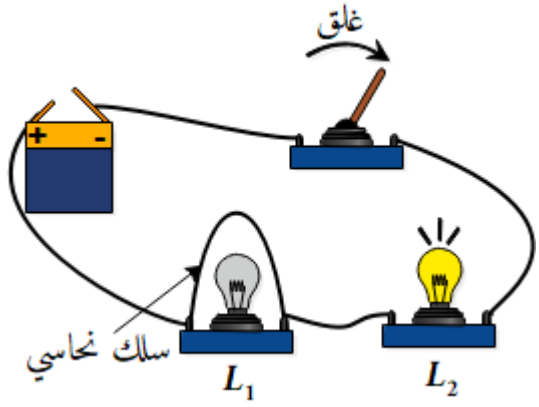
• عند غلق القاطعة K_1 فقط: يتوهّج المصباح الكهربائي.

• غلق القاطعة K_1 ثم القاطعة K_2: يحدث استقصار للبطارية تسخنُ وتتلف وبالتالي لا يتوهّج المصباح.

2- العملية الثّانية (غلق القاطعة K_1 ثم القاطعة K_2) هي التي تعرّض الدّارة للخطر لأن استقصار البطارية قد يؤدي إلى حدوث شرارة كهربائيّة بسبب ارتفاع درجة حرارة أسلاك التوصيل والبطارية.

التمرين (10): (★★★)

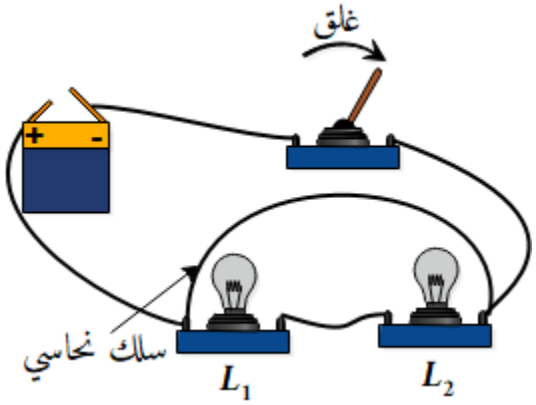
• أنجز سيد أحمد التركيب التّالي، ولمّا أغلق القاطعة لاحظ انطفاء المصباح L_1 وتوهّج قويّ للمصباح L_2 فاحتار في إطفاء المصباح L_1 رغم أنه سليم. وضّح له الأمر وذلك بالإجابة على الأسئلة التّالية:



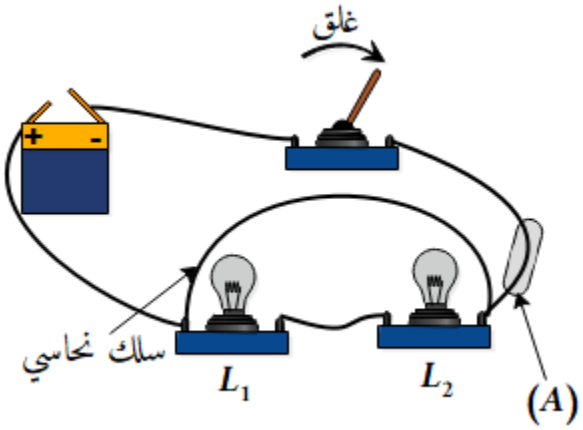
1- كيف تفسّر ما حدث في الدّارة الكهربائيّة؟

2- أُرسم مخطّط الدّارة الموافق لهذه التركيبة مع تحديد الجهة الاصطلاحيّة للتيار الكهربائي.

3- بين ما يحدث في الدّارة في حالة توصيل السّلك النّحاسي بين مربطي المصباحين L_1 و L_2 معا.



4- تعرّف على العنصر (A) وما هو دوره؟

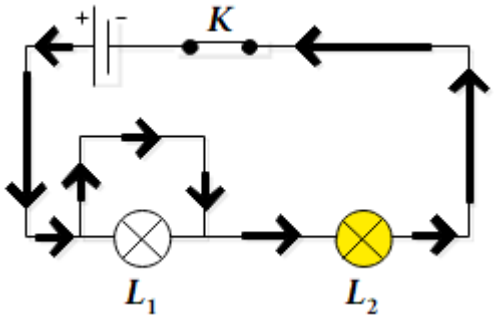


حلّ التمرين (10):

1- أفسر ما حدث في الدّارة الكهربائيّة هو:

المصباح L_1 حدث له استقصار عند توصيل مربطيه بسلك نحاسي (سلك ناقل)، وبما أنّ الدّارة موصولة على التسلسل فإن المصباح L_2 والبطّارية لا يحدث لهما استقصار.

2- أَرسم مخطّط الدّارة الموافق لهذه التركيبة مع تحديد الجهة الاصطلاحيّة للتيار الكهربائي:

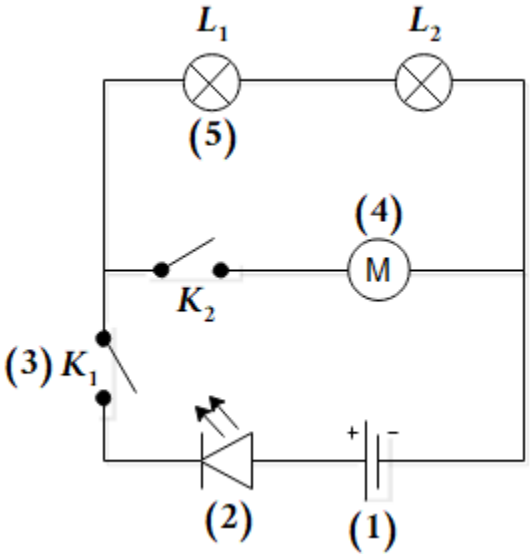


3- في حالة توصيل السّلك النّحاسي بين مربطي المصباحين L_1 و L_2 معا: يحدث استقصار للبطارية فتسخن ثمّ تتلف وبالتالي لا يتوهّج المصباحين L_1 وL_2.

4- العنصر (A) يمثّل: المنصهرة ودورها حماية الدّارة من الاستقصار (حماية البطارية من التّلف).

التمرين (11): (★★★)

• اشترى سيد أحمد مجموعة من العناصر الكهربائية وركّبها حسب المخطّط الموضّح في الشكل التّالي:



1- تعرّف على العناصر المرقّمة من (1) إلى (5).

2- ما نوع تركيب العنصرين L_1 و L_2.

3- نغلق العنصر K_1:

أ- ماذا يحدث في الدّارة؟

ب- ننزع العنصر L_1، ماذا يحدث العنصر L_2؟

4- ما نوع تركيب العنصر (4)؟ ومتى يشتغل؟

5- أعد رسم الدّارة مع غلق K_1 و K_2 مبينا اتجاه التيار الكهربائي بسهم.

حلّ التمرين (11):

1- أتعرّف على العناصر المرقّمة:

(1): بطاريّة.

(2): صمام ضوئي.

(3): قاطعة بسيطة.

(4): محرّك كهربائي.

(5): مصباح كهربائي.

2- نوع تركيب العنصرين L_1 و L_2 هو: التركيب على التسلسل.

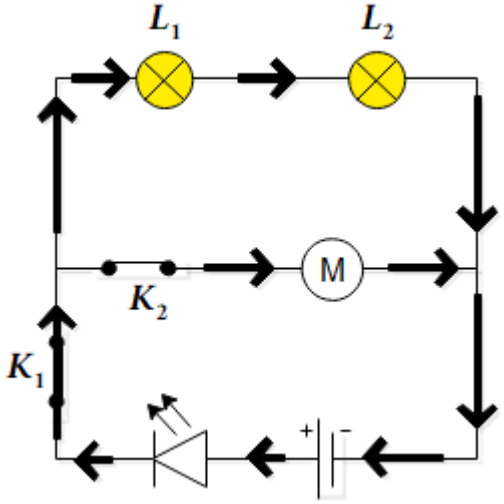
3- نغلق العنصر K_1:

أ- يتوهّج المصباحين L_1 و L_2.

ب- ينطفئ المصباح L_2.

4- نوع تركيب العنصر (4) هو: التركيب على التفرّع. ويشتغل عند غلق القاطعتين K_1 و K_2 معا.

5- رسم الدّارة مع غلق K_1 و K_2 مبينا اتجاه التيار الكهربائي بسهم:

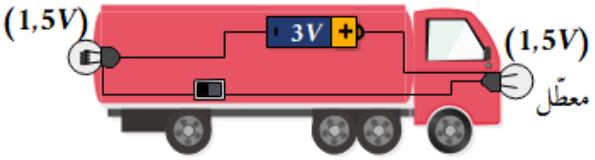


التمرين (12): (★★★)

• أثناء زيارتك لمنزل عمّتك وجدت ابنها وليد يلعب بشاحنتين صغيرتين ولكنّه اشتكى من عطل فيهما.

• العطل في الشاحنة الأولى: تسير ببطئ رغم أنّ البطارية جديدة.

• العطل في الشّاحنة الثانية: اصطدمت بالجدار فانكسر أحد المصابيح الأماميّة ولكن المصباح الخلفي لا يتوهّج بالرّغم من أنّه سليم.



1- برأيك أين يكمن الخلل في الشاحنتين المعطلتين؟

2- أعط لكل خلل ذكرته طريقة تصليح مناسبة.

3- قم برسم مخطط نظامي للدارة الكهربائية بالنسبة للشاحنة الثانية قبل التصليح وبعده.

- ما نوع الإضاءة في كل من المخططين (قبل التصليح وبعده)؟

حلّ التمرين (12):

1- الخلل في الشاحنتين المعطلتين يعود إلى:

• الشّاحنة الأولى: دلالة المحرّك (8V) أكبر من دلالة العمود الكهربائي (3V).

• الشّاحنة الثّانية: الربط المستعمل بين المصباحين هو الربط على التسلسل.

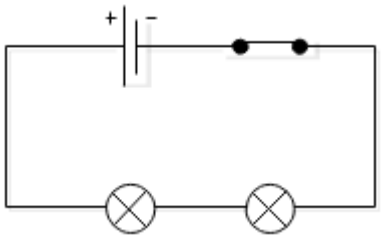
2- طريقة التّصليح بالنسبة للشاحنتين:

• الشّاحنة الأولى: استعمال عمود كهربائي يتناسب (يتوافق) مع دلالة المحرّك الكهربائي.

• الشّاحنة الثّانية: استعمال الربط على التفرّع.

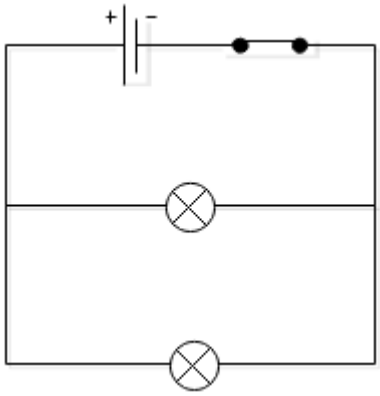
3- رسم مخطط نظامي للدارة الكهربائية بالنسبة للشاحنة الثانية قبل التصليح وبعده.

• المخطط النّظامي قبل التّصليح:



نوع الإضاءة: إضاءة عاديّة

• المخطط النّظامي بعد التّصليح:



نوع الإضاءة: إضاءة قويّة

التمرين (13): (★★★)

• لدينا دارّة كهربائيّة تتكون من العناصر الكهربائية التالية:

• مولد كهربائي يحمل الدّلالة 12V.

• مصباحين متماثلين دلالتهما 12V.

• قاطعة بسيط وأسلاك التوصيل.

1- أُرسم مخطط هذه الدّارة في حالة الربط على التسلسل وفي حالة الربط على التفرّع.

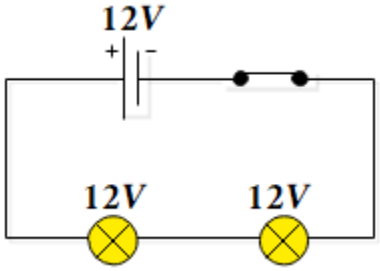
2- كيف يكون توهجّ المصباحين في الحالتين؟

3- ماذا يحدث في الدّارة إذا نزعنا أحد المصباحين في كلتا الحالتين.

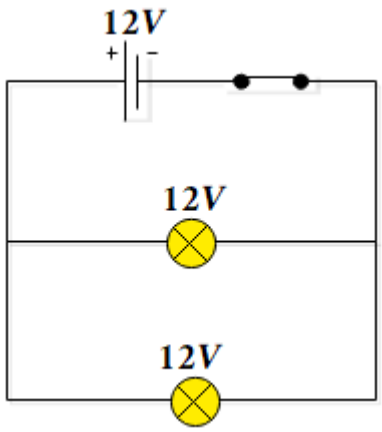
حل التمرين (13):

1- رسم مخطط هذه الدّارة:

• حالة الربط على التسلسل:



• حالة الربط على التفرّع:



2- يكون توهّج المصباحين في الحالتين:

• حالة الربط على التسلسل: توهج المصباحين يكون ضعيفا.

• حالة الربط على التفرّع: توهج المصباحين يكون عاديّا.

3- يحدث في الدّارة إذا نزعنا أحد المصباحين في كلتا الحالتين:

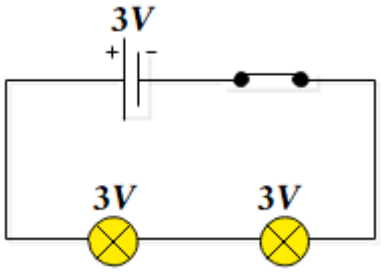
• حالة الربط على التسلسل: ينطفئ المصباح الثاني.

• حالة الربط على التفرّع: يزداد توهّج المصباح الثاني.

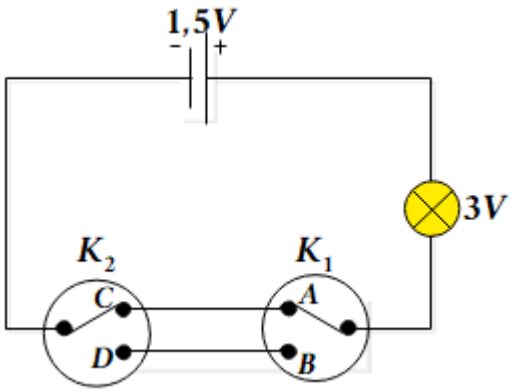
التمرين (14): (★★★)

• قام سيد أحمد وزميله إبراهيم بإنجاز وتجريب دارتهما الكهربائية قبل عرضها في النّادي العلمي، لكن زملاءهم سجّلوا الملاحظات التالية:

• دارّة سيد أحمد: إنارة ضعيفة وعند نزع أحد المصباحين ينطفئ الآخر.



• دارّة إبراهيم: إنارة ضعيفة.



1- املأ الجدول مفسّرا ملاحظات الزملاء ثمّ اقترح حلاّ مناسبا:

	تفسير الملاحظات (الأسباب)	اقتراح الحل
دارة سيد أحمد	.....	.....
دارة إبراهيم	.....	.....

2- ارسم المخطط النظامي لكل دارة كهربائية بعد اقتراح الحلّ.

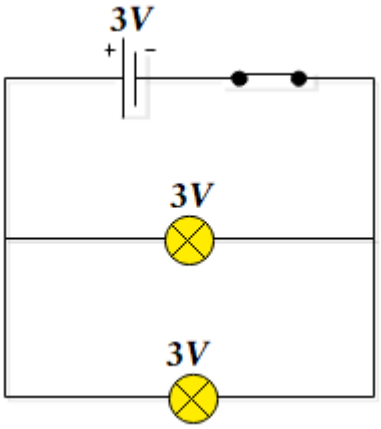
حلّ التمرين (14):

1- ملأ الجدول:

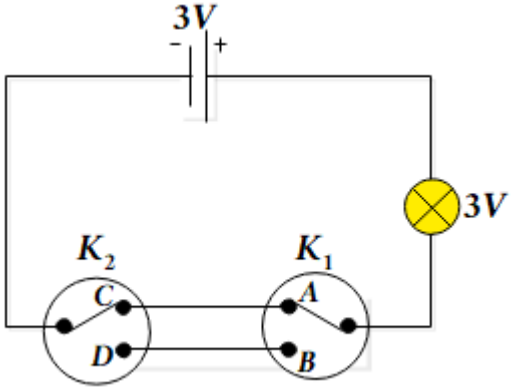
	تفسير الملاحظات (الأسباب)	اقتراح الحل
دارة سيد أحمد	المصباحين مربوطين على التسلسل ودلالتهما معا تفوق دلالة البطاريّة.	ربط المصباحين على التفرع.
دارة إبراهيم	دلالة المصباح أكبر من دلالة البطارية.	شراء بطارية دلالتها تتناسب مع دلالة المصباح.

2- رسم المخطط النظامي لكل دارة كهربائية بعد اقتراح الحلّ:

• دارّة سيد أحمد:



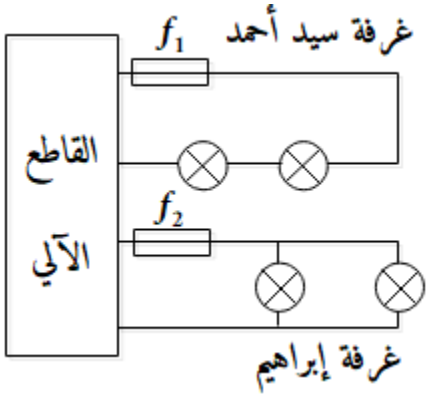
• دارّة إبراهيم:



التمرين (15): (★★★)

• دار نقاش حادّ بين سيد أحمد وإبراهيم حول أفضل تركيبة كهربائية في غرفتيهما فاحتكما إليك للفصل في اختلافهما.

• لديك المخطط الكهربائي للغرفتين مع العلم أن دلالة المصابيح متساوية ومُساوية للدلالة الكلية للشبكة الكهربائية المنزلية.



1- قارن بين تركيبة الغرفتين من حيث نوع الربط ولإنارة وآثار نزع أحد المصباحين وذلك بملأ الجدول التالي:

	غرفة سيد أحمد	غرفة إبراهيم
نوع الربط	.....	.....
الإنارة	.....	.....
نزع أحد المصباحين	.....	.....

2-بعد ملأ الجدول استنتج التركيب الأفضل.

3- أُذكر عناصر الحماية الموجودة في المخطّط مبرزا دور كل منهما.

حلّ التمرين (15):

1- ملأ الجدول:

	غرفة سيد أحمد	غرفة إبراهيم
نوع الربط	التسلسل	التفرّع
الإنارة	ضعيفة	عادية
نزع أحد المصباحين	ينطفئ المصباح الآخر	يزداد توهّج المصباح الآخر

2- التركيب الأفضل: تركيب غرفة إبراهيم.

3- عناصر الحماية الموجودة في المخطّط مبرزا دور كل منهما:

• القاطع الآلي (القاطع التفاضلي): دوره حماية الشبكة الكهربائية المنزلية من الارتفاع المفاجئ للتيار الكهربائي ومن استقصار الدّارة الكهربائية.

• المنصهرة: دورها حماية الأجهزة الكهربائية من الارتفاع المفاجئ للتيار الكهربائي ومن استقصار الدّارة الكهربائية.

الفهرس:

عنوان الدّرس:	رقم الصّفحة:
الدّرس 01: ما هي الدّارة الكهربائية؟	04
الدّرس 02: اشتعال مصباح التوهّج	11
الدّرس 03: تركيب الدّارات الكهربائية	15
الدّرس 04: الدّارة الكهربائيّة ذهاب-إيّاب	22
الدّرس 05: الدّارة المستقصرة وكيفية تجنُّبها	27
* تمارين للمراجعة الشّاملة للفروض والاختبارات	33