الجمهوريّة التّونسيّة

وزارة التّربية

كتاب

العلوم الفيزيائية

لتلاميذ السنة التّاسعة من التعليم الأساسي

المؤلفون :

عبد الحميد بعطوط
متفقّد أوّل للمدارس الإعداديّة والمعاهد الثّانويّة

الهادي خالد
متفقّد المدارس الإعداديّة والمعاهد الثّانويّة

توفيق بكّاري
أستاذ أوّل للتعليم الثّانوي

المقيّمان

الفاضل ضحّى
متفقّد أوّل للمدارس الإعداديّة والمعاهد الثّانويّة

أحمد العرضاوي
متفقّد المدارس الإعداديّة والمعاهد الثّانويّة

المركز الوطني البيداغوجي

© جميع الحقوق محفوظة للمركز الوطني البيداغوجي

المقدّمة

إلى كلّ من سعى إلى هذا المنتوج التّعليمي أو وُضع بين يديه يسرّنا أن نقدّم له في سطور ما جاء فيه من عمل نتمنّى رغم تواضعه أن يكون في مستوى ما علّقت عليه من آمال و تطلّعات و أن يستجيب مضمونه إلى ما هو مرجوّ منه و يحقّق المبتغى.

أنجز هذا العمل في العلوم الفيزيائيّة لفائدة تلاميذ أقسام السّنة التّاسعة من التّعليم الأساسي بهدف المساهمة في :

- مساعدتهم على ترسيخ ما بنوْا في القسم من مفاهيم متعلّقة سواء بالتّفاعل الكميائي والذّرّة، بالمحاليل المائيّة الشّارديّة و ناقليّاتها للكهرباء، بالتّيّار الكهربائي المتغيّر وتوليده أو بانعكاس الضّوء و بانكساره، و ذلك نتيجة ما قاموا به مع أستاذهم من معاينات و معالجات تجريبيّة تحليليّة لظواهر طبيعيّة بسيطة ومألوفة كاحتراق بعض الموادّ في الأكسيجين وانحلال العديد من الموادّ الأخرى في الماء وانتشار الضّوء وتغيّر مساره...

-تدريبهم على الاستعمال الوجيه لما حصل عندهم من معارف ومهارات و الإدماج الموفّق لما يلزم منها في حلّ المشاكل،

-تعويد هم على توخّي التّمشّي العلمي في كلّ المواقف.

و لكيْ نضمن تحقيق الأهداف المرجوّة من استغلال هذا التّأليف و المذكورة آنفا، حرصنا في بناء الدّروس المقترحة على توخّي مقاربة كفيلة بحفز همّة المتعلّم و شدّ اهتمامه و بتنمية روح المبادرة لديه و حبّ التّعويل على الذّات.

و بما أنّ تعلّم العلوم الفزيائيّة في المدرسة ليس غاية في حدّ ذاته بل هو زادٌ من المعارف و المهارات و المواقف، على المتعلّم حذق إدماجها في وضعيّات مشاكل تُطرح عليه، اعتمدنا بالنّسبة إلى كلّ درس على قوادح فانطلقنا في كلّ مرّة من تأمّلات و تساؤلات ندعو المتعلّم إلى فكّ رموزها و البحث عن تفسير علميّ صحيح لها، و هكذا يجد نفسه مستعدّا و متحفّزا للقيام بالأنشطة المقترحة من تجارب في المخبر وبحوث ميدانيّة وغيرها، و للإجابة على الأسئلة المطروحة حولها حتّى ينتهي مع الإستئناس بهذه المرافقة إلى الإستنتاج الصّحيح.

و حتّى يتمكّن التّلميذ من تقييم مكتسباته الجديدة بنفسه و لزيادة ترسيخها خصّصنا في آخر كلّ باب من أبواب المحور الواحد ركنا يعوّل فيه المتعلّم على نفسه بإنجاز تمارين عديدة و متنوّعة لينتهي به المطاف عند دراسة وثيقة علميّة متّصلة بالموضوع أو عند إنجاز مشروع بسيط يعتمد قواعد ومفاهيم وإدماج مهارات نظريّة وأخرى تطبيقيّة خاصّة أساسا بالمادّة. و لكيْ نساهم في توجيه من يرغب في مزيد االإلمام بالموضوع قدّمنا في كلّ مرّة قائمة من عناوين لمواقع واب مختارة و في بعض الأحيان ركنا تحت عنوان «هل من مزيد؟»، كما خصّصنا ركنا للتّسلية الهادفة.

فنتمنّى أن نكون قد وفّقنا في عملنا هذا، وذلك بأن نرى الجمهور المستهدف من المتعلّمات والمتعلّمين يُقبلون عليه عن طواعية ويجنون نفعا من استغلاله فيحقّقون به ما ذكرنا من أهداف أدرجت من أجلها العلوم الفزيائيّة للتّدريس كمادّة علميّة في المدارس الإعداديّة.

المؤلفـــــون

خريطـــة الكتـــاب

الأهـداف	المحتوى: المحور	المحتوى: الباب	الـــــــدرس		نوع الحصّة	الصفحة
• التعرّف إلى تيّار كهربائي متغيّر. • التعرّف إلى توتّر كهربائي متغيّر.	الكهرمغناطيس	التيار الكهربائي المتغيّر	1	مفهوم التيّار الكهربائي المتغيّر		15
• التعرّف إلى توتّر متناوب. • التعرّف إلى توتّر متناوب جيبي			2	التيّار المتناوب		20
• قيس التوتّر الفعّال بالنسبة إلى تيّار متناوب جيبي. • قيس الشدّة الفعّالة بالنسبة إلى تيّار متناوب جيبي.			3	خاصيّات التيّار المتناوب الجيبي		29
• ذكر بعض الخصائص الكهرباء المنزليّة. • ذكر بعض استعمالات الكهرباء المنزليّة. • ذكر أخطار الكهرباء المنزليّة. • وصف أساليب الوقاية من أخطار الكهرباء المنزليّة.		الكهرباء المنزليّة	4	الكهرباء المنزليّة		44
• كهربة جسم بالاحتكاك.		الكهرباء السّاكنة	5	التكهرب بالاحتكاك		56
• كهربة جسم بالتماس.			6	التكهرب بالتماس		59
• التعرّف إلى الشحنة الكهربائيّة السالبة والشحنة الكهربائيّة الموجبة. • التعرف إلى نوع شحنة كهربائيّة من خلال تأثيرها على شحنة أخرى معروفة.			7	الشحنة الكهربائيّة		62

الأهـداف	المحتوى		الـــــــدرس		نوع الحصّة	الصفحة
	المحور	الباب				
• ذكر بعض المحروقات المتداوَلة • ذكر مصادر بعض المحروقات. • وصف طرائق نقل المحروقات وتخزينها طبقا لقواعد السلامة.	المـــادّة في الطبيعة	الذرّة والاحتراق	8	المحروقات : أنواعها، مصادرها واستعمالاتها		73
			9	نقل المحروقات وتخزينها والحماية من مخاطرها		76
• تعريف التفاعل الكيميائي • التمييز بين التحوّلات الفيزيائيّة والتفاعلات الكيميائيّة • التمييز بين المواد المتفاعلة ومنتجات التفاعل الكيميائي.			10	التفاعل الكيميائي		86
• تجسيم بعض التفاعلات البسيطة باعتماد النماذج الهبائيّة • التمييز بين الأجسام النقيّة المركّبة والأجسام النقيّة البسيطة.			11	الذرّة		89
• التمييز بين مكوّنات الذرّة.			12	بنية الذرّة.		96
• ذكر رموز بعض العناصر الطبيعيّة • كتابة صيغ بعض الأجسام النقيّة بسيطة التركيبة.		الرموز الكيميائيّة.	13	رمز الذرّة والصيغ الكيميائية		100
• كتابة بعض المعادلات البسيطة وموازنتها.			14	معادلات التّفاعلات الكيميائية		103
• تعريف المحلول الشاردي • التعرّف إلى محلول شاردي		الحاليل الشاردية	15	ناقلية المحاليل المائيّة للكهرباء		113
• مقارنة تركيزَيْ محلولين شارديّين حسب قابليّتهما لنقل الكهرباء.			16	تأثير التّركيز على ناقليّة المحلول الشاردي للكهرباء		116

الأهـداف	المحتوى		الـــــــدرس		نوع الحصّة	الصفحة
	المحور	الباب				
• التمييز بين الشاردة والذرّة. • التمييز بين الأنيونات والكتيونات.	المادة في الطّبيعة	الكهرباء الشّاردية	17	الأنيونات والكتيونات		118
• تعريف المحلول المائي الحامضي والمحلول المائي القلوي. التمييز بين محلول مائي حامضي ومحلول مائي قلوي حسب قيمة pH .			18	المحلول المائي الحامضي والمحلول المائي القلوي		124
• قياس pH محلول مائي باستعمال pH متر أو ورق pH.			19	قياس pH		127
• التعرّف إلى درجة حمضيّة محلول مائي حمضي حسب قيمة pH.			20	درجة حموضة محول مائي حامضي		131
• التعرّف إلى درجة قلويّة محلول مائي قلوي حسب قيمة pH.			21	درجة قلوية محلول مائي قلوي		137
• تذكّر أنّ قيمة pH المحلول المائي المتعادل يساوي قيمة pH الماء النقي في نفس درجة الحرارة. • التعرّف إلى محلول مائي متعادل.			22	المحلول المتعادل		143

الأهـــداف	المحتـــوى		الـــــدرس		نوع الحصّة	الصفحة
	المحور	الباب				
• تعريف ظاهرة انعكاس الضوء . • ذكر قانونيْ انعكاس الضوء . • رسم شعاع (أو حزمة ضوئيّة) منعكس.	الضّـــــــوء		23	انعكاس الضوء.		155
• رسم صورة جسم ما عبر مرآة مسطّحة.		تغيّر مسار الضّوء	24	المرآة المسطّحة		160
• تعريف ظاهرة انكسار الضوء. • ذكر قانونيْ انكسار الضوء. • رسم شعاع (أو حزمة ضوئيّة) منكسر.			25	انكسار الضوء		170
• تفسير ظاهرتي الانكسار الحدّي والانعكاس الكلّي.			26	الانكسار الحدّي والانعكاس الكلّي		176
• تفسير مبدأ اشتغال النّافورة المضيئة و الألياف البصريّة. • تفسير ظاهرة السّراب.			27	تطبيقات لتغيّر مسار الضّوء		182
• إنجاز تجربة تشتّت الضوء الأبيض. • التعرّف إلى الضوء الأبيض. • تفسير ظاهرة قوس قزح.			28	الأضواء المرئيّة و الضّوء الأبيض	 	190
• التعرّف إلى الطّاقة الضوئيّة وتحوّلاتها.		الطّاقة الضّوئيّة	29	مفهوم الطاقة الضوئيّة		200
			30	الطاقة الشمسيّة		204

دلالات الـــــرمـــــــــوز

دلالته ..... أشغال تطبيقيـة

دلالته ..... درس عادي

دلالته ..... أستعين بعنـاوين

دلالته ..... أتأمّل و أتساءل

دلالتـه ..... هل من مزيـد ؟

دلالته ..... أجرّب وألاحظ

دلالتـه ..... أبحث وأتأكّد

دلالتـه ..... أستغلّ وثيقة

دلالته ..... أتـأمّل وألاحظ

دلالتـه ..... أجرّب بنفسي

دلالتـه ..... أتسلّـى

دلالته ..... أقيّم مكتسباتي

دلالتـه ..... خلاصـة

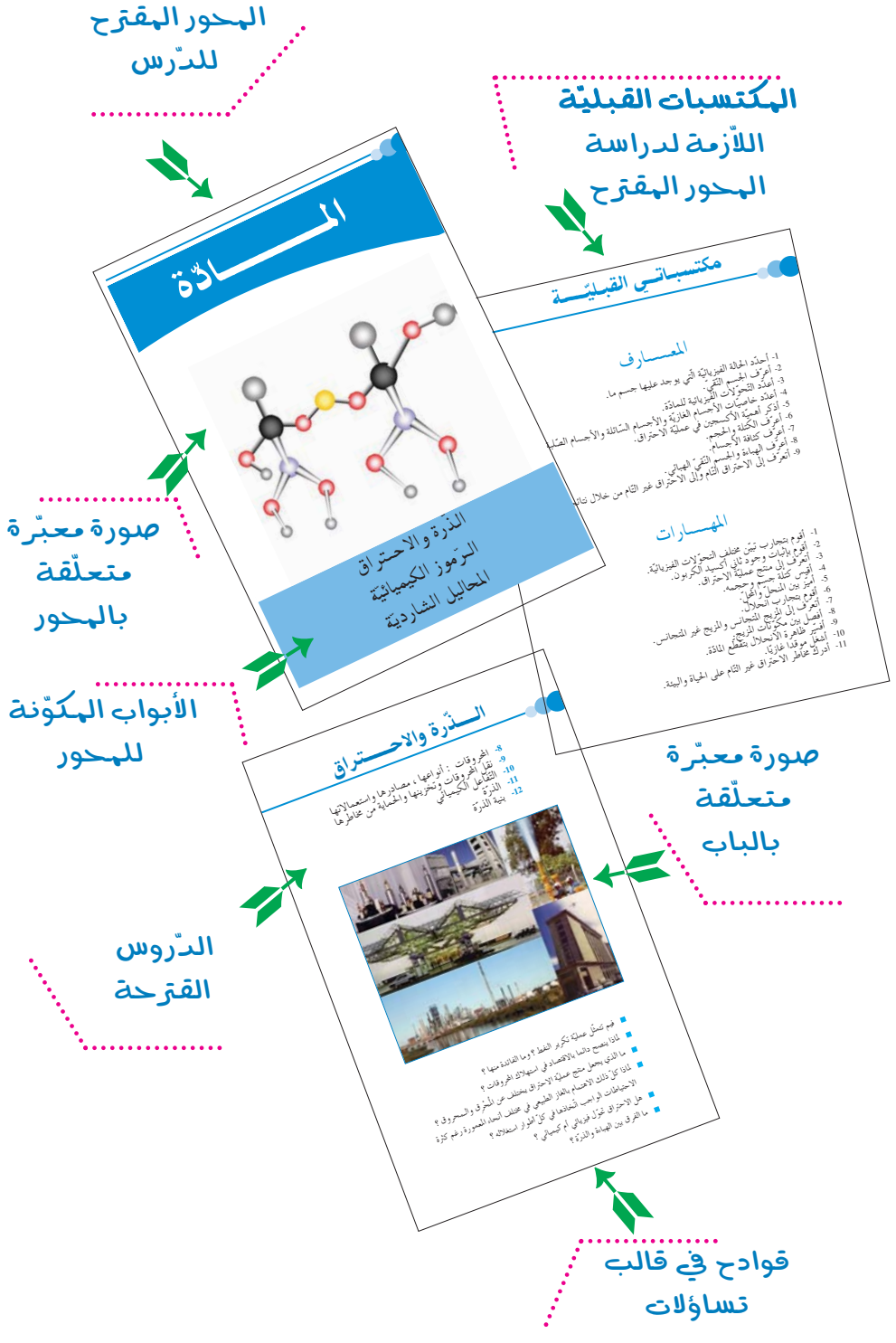
دلالتـه ..... أستنتـج

دلالته ..... أتمرّن على حلّ المسائل

دلالتـه ..... احلل ـ أفسّر مـا حدث

تقـــديم الكتـــاب

كيف أستعمل كتابي ؟



محتوى الدّرس:
أنشطة متنوّعة تعتمد على التّجربة و البحوث الميدانيّة انطلاقا من وضعيّات مختارة من الواقع المعيش أو المحيط ، مشفوعة بمقترحات للتّقييم الذّاتي

رقم الدرس و عنوانه

11
الذرّة
وجود الذرّة
تأمّل وأتساءل :
أنشطة وجود الذرة
الذرة والجزيئة
أبحث وأتأكد :
معادلة التفاعل الكيميائي
أستنتج :
تقييم مكتسباتي :
خلاصة :

استنتاج:
جملة المعارف و المفاهيم الأساسيّة المستخلصة من الأنشطة المنجزة والتي تترجم واحدا أو أكثر من الأهداف المرسومة

الخلاصة:
جملة المعارف و المفاهيم المستخلصة من الدّروس المنجزة و التي توظّف لتحقيق الأهداف المرسومة

أستغلّ وثيقة :
وثيقة أو أكثر في قالب نصّ يتعلّق بالمحتوى العلمي للدّروس المنجزة مُذيّلة بأسئلة مختارة تساعد على توخّي التّمشّي العلمي في دراسة أعمال الغير و تُنمّي الفكر النّقدي

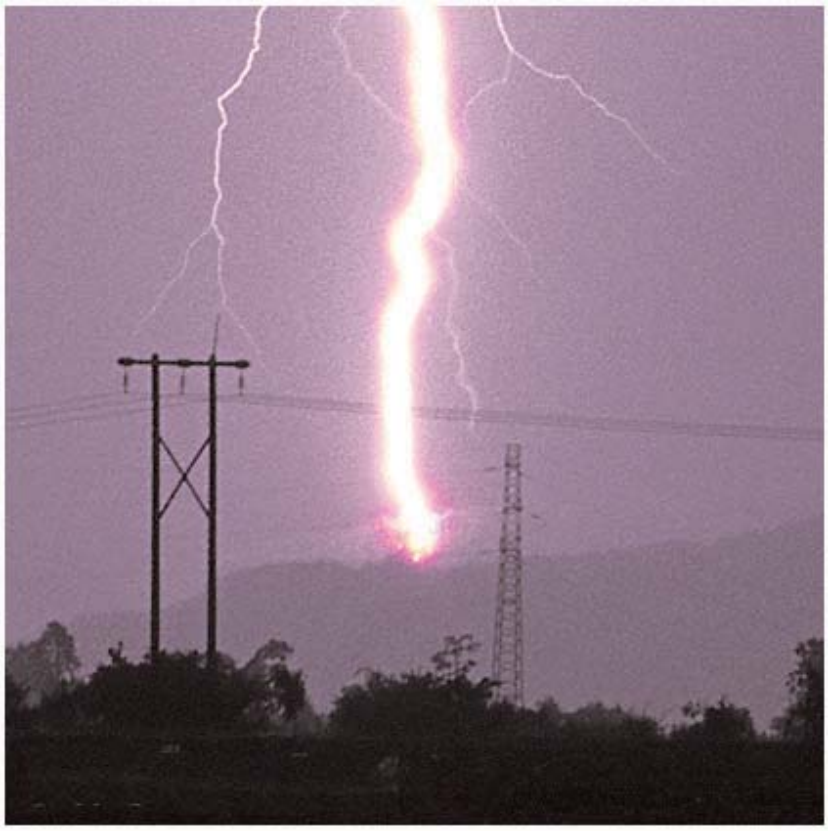
أتمرّن على حلّ المسائل :
مجموعة من التّمارين المتنوّعة أستطيع بانجازها أن أقيّم قدرتي على استغلال ما اكتسبت من معارف و مهارات

هل من مزيد؟
مقال علمي لمزيد التّعمّق، تطبيق تكنولوجي أو معلومة علميّة تاريخيّة

ركن للتّسلية الهادفة
أو لاقتراح تجربة يمكن القيام بها خارج القسم و بدون أيّ خطر

أستعين ببعض العناوين (مواقع واب، مجلاّت، كتب، ...)

الكهرمغناطيس



التيّار الكهربائي المتغيّر

الكهرباء المنزليّة

الكهرباء السّاكنة

مكتسباتي القبليّة

المعارف

1- أعدّد تأثيرات التيار الكهربائي.
2- أعلم أنّ للتيّار الكهربائي اتّجاه.
3- أعرف ثبوت شدّة التيّار الكهربائي في مختلف نقاط دارة كهربائيّة بالتسلسل.
4- أسرد قانون توزيع التوتّر الكهربائي في دارة كهربائيّة بالتسلسل (قانون الحلقات).
5- أسرد قانون توزيع شدّة التيّار الكهربائي في دارة كهربائيّة بالتوازي (قانون العُقَد).

المهارات

1- أميّز بين مولّد ومتقبّل.
2- أميّز بين ناقل وعازل.
3- أنجز رسما بيانيّا لدارة كهربائية.
4- أنجز دارة كهربائية بالتسلسل.
5- أنجز دارة كهربائية بالتّوازي.
6- أحدّد اتجاه التيار الكهربائي في دارة مغلَقة.
7- أقوم بتجاربَ تبيّن تأثيراتِ التيّار الكهربائي.
8- أقيس شدّة التيار الكهربائي.
9- أقيس التوتّر الكهربائي.
10- أتحقّق من ملائمة ثنائي قطب متقبّل مع ثنائي قطب مولّد.

التيّار الكهربائي المتغيّر

1- مفهوم التيّار المتغيّر
2- التيّار المتناوب
3- خاصّيات التيّار المتناوب الجيبي

محطّة لتوليد التيّار الكهربائي المتغيّر

- إلامَ ترمز الإشارة ~ المسجَّلة على علامة العديد من الأجهزة الكهربائيّة؟
- ما هو الفرق بين التيّار الكهربائي الذي تُوفّره الشركة التونسيّة للكهرباء والغاز والتيّار الكهربائي الذي تُولّده بطاريّة ؟
- لماذا لا بدّ من استعمال ذلك الجهاز الصغير والمعروف بالمحوّل عند شحن بطاريّة الهاتف الجوّال أو عند تشغيل أجهزة إلكترونيّة أخرى بالكهرباء المنزليّة؟

مفهوم التّيّار الكهربائي المتغيّر

1

ما هو التّيّار المتغيّر ؟

أتـأمّل وأتسـاءل

ما المقصود بالتيّار الكهربائي المتغيّر؟
هل هذا يعني أنّ هناك مولّدات يمكن أن توفّر تيّارا كهربائيّا مُغايرا للتيّار الذي يوفّره عمود جاف أو بطاريّة ؟

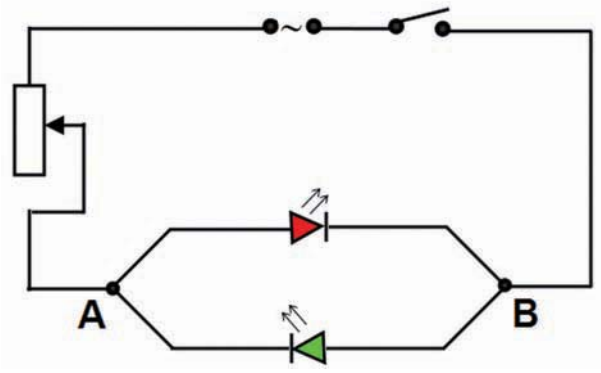
أجـرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالتجهيزات التالية:
*عمود جاف
*جهاز تغذية يحمل العلامة ~ أو ∿ مثلا (شكل 1.a)
*صمّام مشعّ أخضر وصمّام مشعّ أحمر مثلا (شكل 1.b)
*معدّلة (لوقاية الصمّامين)
*أسلاك موصّلة.

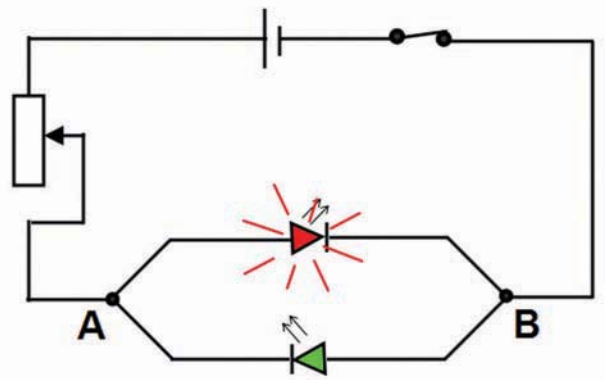
الشكل 1.a

الشكل 1.b

◈ أنجز الدّارة المرسومة بيانيّا في الشّكل 2 مع التّأكّد من أنّ الصمّامين المشعّين مركّبان بالتّوازي وفي اتجاهين متعاكسين بين النّقطتين A و B.

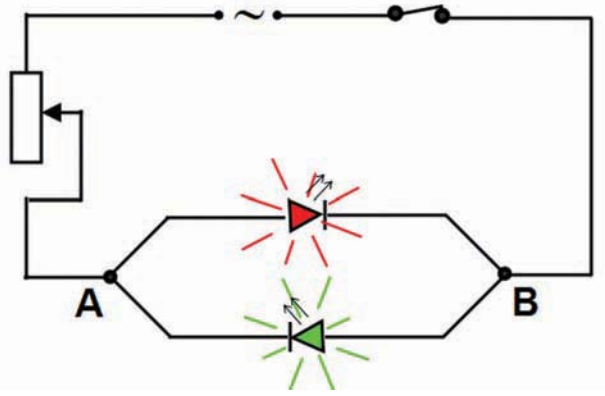


الشكل 2



الشكل 3

◈ أغلق الدارة وأسجّل ما ألاحظ على مستوى الصمّامين المشعّين (الشكل3).



الشكل 4

◈ أعيد نفس التجربة ولكن مع تعويض العمود الجاف بجهاز التغذية الحامل للعلامة ~ أو ∿ . ألاحظ أنّه بمجرّد غلق الدارة يشعّ الصمّامان معًا (الشكل4).

أحلّل وأفسّر

◈ في التركيب الأوّل لا يشعّ الصمّام الأخضر لأنّه موصَل بطريقة لا تسمح بعبور التيّار الكهربائي فيه من النقطة A إلى النقطة B.

◈ إشعاع الصمّام الأخضر في التجربة الثانية رغم وصله بنفس الطريقة يُثبت أنّ جهاز التغذية المستعمل والحامل للرمز ~ أو ∿ يدفق في الدارة الكهربائيّة الخارجيّة تيّارا في كلا الاتّجاهيْن.

أستنتج

خلافا للعمود الجافّ والبطاريّة وأجهزة التغذية الأخرى التي تغذّي الدّارة بتيّار كهربائي في اتجاه وحيد هناك أجهزة يمكن لها أن تغذّي الدّارة بتيّار يدور فيها في كلا الاتجاهين، يُسمّى مثل هذا التيّار تيّارا متغيّرا.

شدّة التّيّار المتغيّر

أتــأمّل وأتســاءل

تتميّز الأضواء الكاشفة في العروض الفنّية والمسرحيّة وغيرها بالتغيّر المتواصل لشدّة النور المنبعث منها، فبفضل أيّ خاصيّة للتيّار المتغيّر المستعمَل يا تُرى؟

أجــرّب وألاحظ

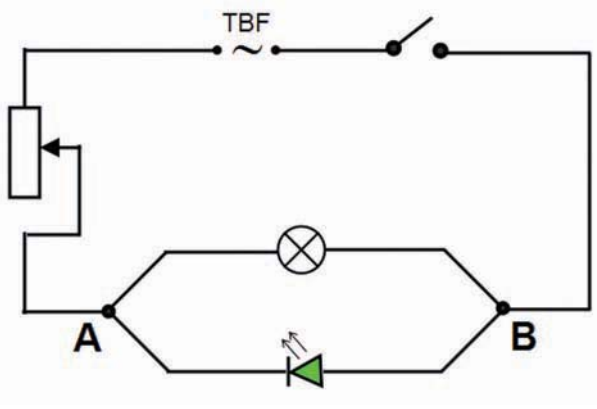
◈ أتزوّد بالتجهيزات التالية:

* جهاز تغذية بتيّار متغيّر من نوع خاصّ (يُعرف بمولّد TBF).
* مصباح كهربائي
* صمّام مشعّ (أخضر مثلا)
* معدّلة
* قاطِع
* أسلاك موصّلة

◈ أنجز الدارة المرسومة بيانيّا في الشكل5.

◈ إثر غلق الدارة مباشَرة، يأخذ سليْك المصباح في الاحمرار شيئا فشيئا إلى أن يتوهّجَ فينبعث منه نور شديد ولكن سرعان ما يزول مع رجوع السليك إلى الحالة التي كان عليها قبل غلق الدارة، ثمّ يعود هذا الأخير إلى الاحمرار التدريجي فالتوهّج وهكذا دواليك...

في نفس الوقت يرفّ الصمّام المشعّ بإصداره وميضا أخضر كلّما توهّج المصباح ولكن مرّة بمرّة.



الشكل 5

أحلّل وأفسّر

لا يفسَّر التغيّر في شدّة احمرار سليك المصباح وعدم استمرار توهّجه إلاّ بتغيّر شدّة التيّار الكهربائي الذي يمرّ فيه. أمّا الوميض المتقطّع للصمّام فهو دليل على تغيّر اتجاه التيار في الدارة.

أستنتج

➢ زيادة على تغيّر اتجاه دورانه في الدارة يمكن للتيّار المتغيّر أن يتميّزَ بتغيّر شدّته مع الزمن.

تعريف التيّار المتغيّر :
التيّار الكهربائيّ المتغيّر هو كلّ تيّار غير ثابت في اتجاهه أو في شدّته مع الزمن.

➢ كلّ جهاز قادر على تزويد دارة بتيّار متغيّر يسمّى جهاز تغذية بتيّار متغيّر.

ملاحظة:

كلّ تيّار كهربائي ذي اتجاه وحيد وثابتٌ في شدّته مع الزمن مثل التيّار الذي يولّده عمود جاف أو بطاريّة في دارة مُغلقة يُنعتُ بالتيّار المستمر. بالتالي، كلّ تيّار غير مستمرّ هو تيّار متغيّر.

أقيّم مكتسباتي

بعد مدّة استعمال طويلة يصبح العمود الجافّ غير قادر على تزويد مصباح جيبي مثلا بتيّار كهربائي مستمرّ. لماذا، هل لأنّ التيّار أصبح يسري في اتجاهين أم لسبب آخر علَيّ تبيينه؟

التوتّر المتغيّر

ما هي الخاصيّات التي يتميّز بها جهازَا التغذية المستعمَلان في التجربتين السابقتين حتّى يُولّدا تيّارا كهربائيّا متغيّرا في الاتّجاه والشدّة ؟

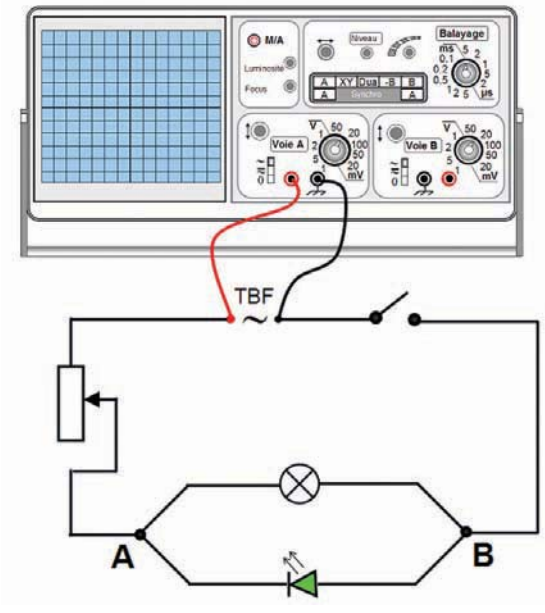
أجرّب وألاحظ

◈ بالإضافة إلى معدّات التجربة السابقة أتزوّد بمشواف ذبذبات.

◈ أقوم بنفس تركيب الشكل5 مع وصل جهاز التغذية (المولّد TBF) بمشواف الذبذبات (الشكل6).

هامّ جدّا:

لإظهار التوتّر الكهربائي موضوع الدرس أتوخّى الطريقة العمليّة المقترَحة بصفحة 27 ولكن بترك المسح غير مشغّل بعد الانتهاء من القيام بكلّ التعديلات الأوّليّة.



الشكل 6

◈ هكذا، سواء كانت الدارة مغلَقة أو مفتوحة ألاحظ أنّه خلافا لما يحصل لها عند استعمال جهاز تغذية لتيّار مستمرّ(حيث تنتقل البقعة الضوئيّة إلى الأعلى أو الأسفل بمسافة معيّنة لتبقى ثابتة بعد ذلك في مكانها) فإنّ البقعة الضوئيّة النقطيّة التي تظهر على شاشة المشواف لا تبقى ثابتة بل تتحرّك عموديّا وبدون انقطاع في الاتجاهين حول مركز الشاشة.

أحلّل وأفسّر

عَدمُ بقاء البقعة الضوئيّة في مركز الشاشة وتحرّكها إلى الأعلى أو الأسفل دليل على أنّ المولّد يحفظ بين قطبيه توتّرا كهربائيّا. أمّا عدم ثبوتها في مكان واحد وتحرّكها العمودي المتواصل حول مركز الشاشة فهو يدلّ على أنّ هذا التوتّر الذي يوفّره المولّد المستعمَل توتّرٌ متغيّرٌ في القيمة الجبريّة (القيمة المطلقة والعلامة).

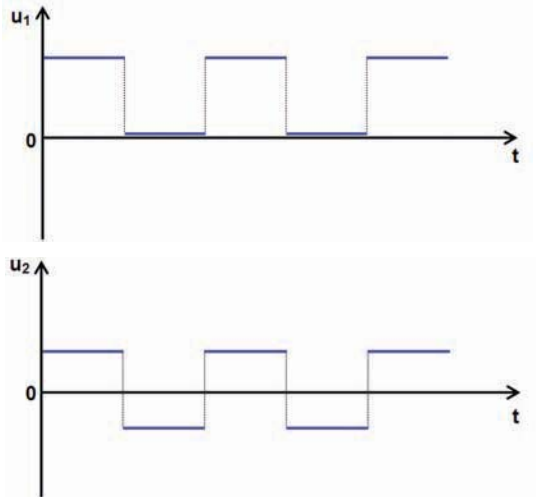
أستنتج

➤بالإضافة إلى تلك المولّدات (العمود الجاف والبطاريّة...) التي تحفظ بين قطبيها توتّرا ثابتا يُعرف بالتوتّر المستمرّ هناك مولّدات تحفظ بين قطبيها توتّرا غير ثابت في القيمة الجبريّة يُعرف بالتوتّر المتغيّر u.
بالتالي تُنعَت المولّدات من النوع الأوّل بمولّدات توتّر مستمرّ أمّا مولّدات النوع الثاني فتنعت بمولّدات توتّر متغيّر.
➤كلّ تيّار متغيّر في دارة مغلقة ناتجٌ عن توتّر متغيّر يوفّره المولّد المستعمَل.

ملاحظة:
يشار عادة إلى كلّ مقدار فيزيائي متغيّر بحرف لاتيني صغير. بالتالي يشار إلى التوتّر المتغيّر بـ u عوضا عن U وللشدّة المتغيّرة بـ i عوضا عن I.

أقيّم مكتسباتي

1. يمثّل الرسم البياني الأوّل في الشكل7 تطوّر توتّر u_1 أمّا الرسم البياني الثاني فيمثّل تطوّر توتّر u_2 بدلالة الزمن t.
أتبيّن إن كان كلّ من u_1 و u_2 متغيّرا أم مستمرّا.
2. أريد تشغيل مصباح ولكنّ المولّد الذي بحوزتي لا يمكن أن يحفظ بين قطبيه إلاّ التوتّر u_1 أو التوتّر u_2. ما هو التوتّر الأنسب؟ لماذا؟



الشكل 7

التّيّار المتناوب

2

مفهوم التّيّار المتناوب

أتـأمّل وأتسـاءل

الشّكل 1

◈ كل أمبيرمتر أو فولتمتر في المخبر مجهّز بزرّ زالق يمكن أن يأخذ موضعا أمام العلامة = أو العلامة ~. (الشكل1)

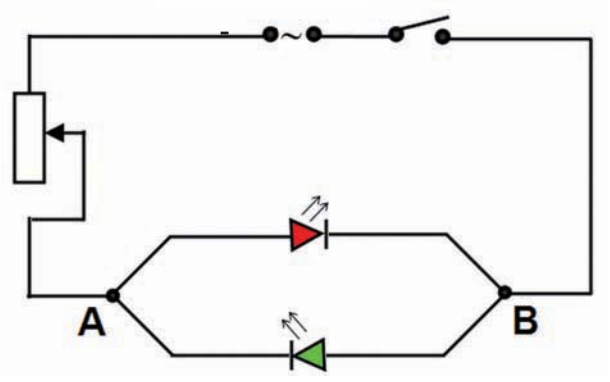
◈ لماذا الموضع المقابل للعلامة ~ ونحن لم نستعمله أبدا حيث ماانفك أستاذنا ينبّه في كلّ التجارب التي قمنا بها في السابعة أو في الثامنة أساسي على أن نتأكّد من أنّ الزرّ الزالق موضوع أمام العلامة =؟

أجـــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:

* مولّد تيّار متغيّر TBF
* أسلاك موصّلة.
* فولتمتر رقمي
* صمّام مشع أحمر وآخر أخضر مثلا.
* معدّلة

TBF



الشكل 2

◈ أنجز الدّارة المرسومة بيانيّا في الشّكل 2.

◈ أوصل الفولتميتر الرّقمي بالمولّد فألاحظ أنّ الفولتمتر يسجّل بالتناوب قيما متغيّرة موجبة وسالبة للتوتّر.

◈ أغلق الدّارة فألاحظ أنّ الصمّامين يشعّان بالتناوب وفي انسجام مع القيم الموجبة والسالبة للتوتّر: يتزامن إشعاعُ الصمّام الأحمر مع تسجيل الفولتمتر لقيم موجبة وإشعاعُ الصمّام الأخضر مع القيم السّالبة.

أحلّل وأفسّر

تزامن تسجيل الفولتمتر لقيم موجبة وإشعاع الصمّام الأحمر يعني أنّ التيّار الكهربائي يسري في الدارة خارج المولّد من قطبه A إلى قطبه B وهذا يعني أنّ القطب A لعب دور القطب الموجب للمولّد في حين أنّ القطب B لعب دور القطب السالب والعكس بالعكس عند تزامن إشعاع الصمّام الأخضر مع تسجيل الفولتمتر لقيم سالبة، أي أنّ التيّار يسري في الدارة خارج المولّد من القطب B إلى القطب A وهذا يعني أنّ القطب B صار هو القطب الموجب في حين أنّ A تحوّل إلى قطب سالب. إذَنْ تداوُلُ سريانِ التيّار في الدّارة خارجَ المولّد من قطبه A إلى قطبه B مع سريانه من B إلى A ناتج عن تداوُل القطبين A وB مع بعضهما في الأدوار.

أستنتج

- **هناك توتّرات كهربائيّة متغيّرة تتميّز بقيمة جبريّة تتغيّر بالتناوب مع الزمن بين سالبة وموجبة تُسمّى هذه التوتّرات توتّرات متناوبة.**
- **كلّ مولّد ذي توتّر متناوب يُغذّي دارة مُغلقة بتيّار يسري في الاتّجاهيْن بالتناوب يسمّى بدوره تيّارا متناوبا.**

التّوتّر المتناوب الجيبي

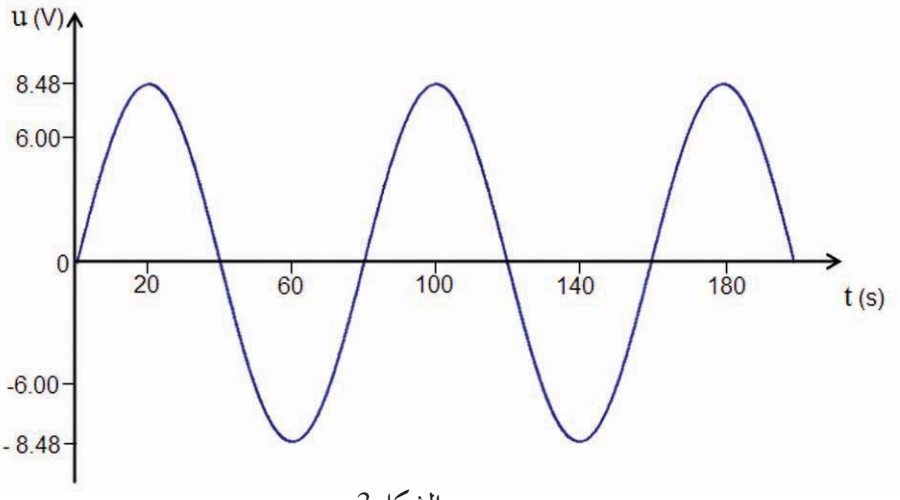
أجـــرّب وألاحظ

- أتزوّد بنفس المعدّات السابقة وبميقت.
- أعود إلى نفس التركيب الذي استعملته للتجربة السابقة ولكن لأحلّل هذه المرّة التوتّر الظاهر بين قطبَيْ المولّد بأكثر تفاصيل فأقيس بعد كلّ عشر ثوانٍ قيمته بواسطة الفولتمتر الرقمي هكذا أحصل على جدول القياسات التالي:

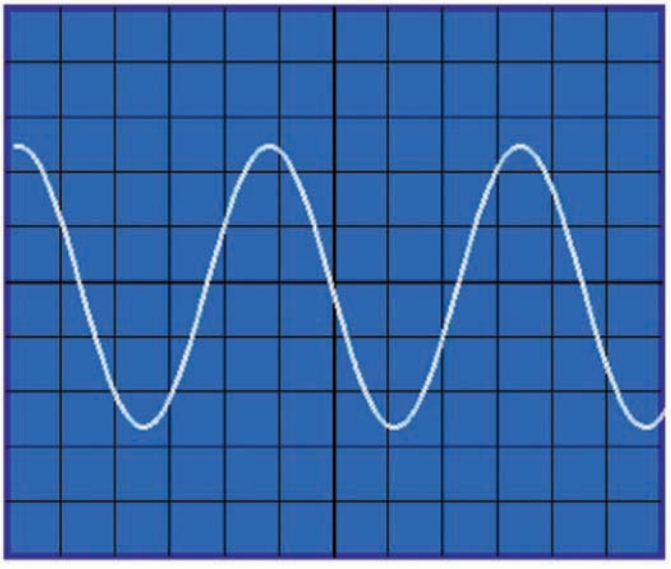
t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
u(V)	0	6	8,48	6	0	- 6	- 8,48	- 6	0	6	

t(s)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
u(V)	8,48	6	0	- 6	- 8,48	- 6	0	6	8,48	6	0

◈ أرسم بيانيا تطوّر التوتّر u بدلالة الزمن t فأحصل على منحنَى متكوّن من جيوب متتابعة ومتطابقة (الشكل 3). لذلك ينعت مثل هذا التوتّر المتناوب بالتوتّر المتناوب الجيبي.



الشكل 3



الشكل 4

ملاحظة

يمكن أن أُظهِر تطوّر التوتّر u بدلالة الزمن t على شاشة مشواف الذبذبات، لذلك أوصل المولّد بمدخل المشواف معتمدا الطريقة العمليّة المقترحة في الصفحة28 مع ضبط مناسب للمسح وللحساسيّة العموديّة فأتوصّل إلى مشاهدة رسم تذبذبي (**الشكل4**) مماثل لمنحنى الشكل3.

أستنتج

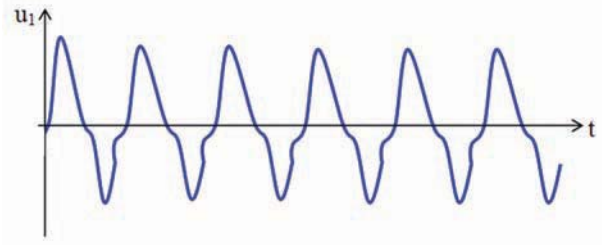
- هناك من التوتّرات المتناوبة ما يتميّز بتطوّر جيبي بدلالة الزمن.
- يسمّى كلّ توتّر متناوب يتغيّر في شكل منحنى جيبي توتّرا متناوبا جيبيّا.

أقيّم مكتسباتي

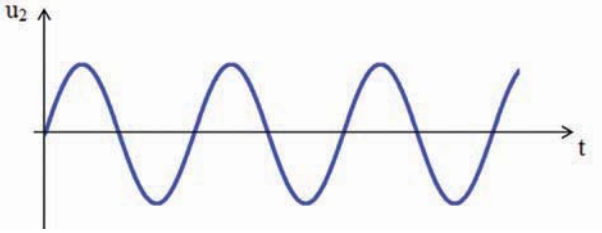
يمثّل الرّسم (1) من الرسمين التّاليَين (الشكل 5) تطوّر التوتّر الكهربائي u_1 بدلالة الزمن t بين قطبَيْ دينامو (أو مولّدة) درّاجة في حين الرّسم (2) يمثّل تطوّر التوتّر الكهربائي u_2 بدلالة الزمن t بين طرفيْ منشب تيّار كهربائي منزلي.

أتبيّن خاصيّات كلّ من التوتّرين $u_1(t)$ و $u_2(t)$: متغيّر أم لا ؟ متناوب أم لا ؟ جيبي أم لا ؟

(1)



(2)



الشكل 5

الخلاصة

- التيّار الكهربائي الثابتٌ في اتجاهه وفي شدّته مع الزمن هو تيّار مستمرّ. إن كان ليس كذلك فهو تيّار متغيّر.
- كلّ تيّار متغيّر هو تيّار ناتج عن توتّر متغيّر، أي غير ثابت في قيمته الجبرية مع الزمن.
- لا يغذّي المولّدُ الدّارةَ الكهربائية بتيّار متغيّر إلاّ إذا حفظ بين قطبيه توتّرا متغيّرا.
- التوتّرات الكهربائية مختلفة، منها ماهو موجب فسالب على التّوالي وبدون انقطاع مع الزمن فيُسمَّى توتّرا متناوبا.
- التوتّر المتناوب يولّد في الدارة المغلَقة تيّارا متناوبا يتميّز بانقلاب متواصل لاتّجاهه مع الزمن من الموجب إلى السالب فمن السالب إلى الموجب وهكذا دواليك.
- التوتّر المتناوب الجيبيّ هو التوتّر المتناوب الذي يتميّز تطوّره مع الزمن بشكل جيبيّ لمنحَناه.
- التوتّر الكهربائي المنزلي مثال للتوتّر المتناوب الجيبيّ.

أعوّل على نفسي :

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

تبيّن المقترح الصحيح من بين الاختيارات المتعددة التالية:

1. لا يكون التيار الكهربائي متغيّرا في دارة مغلقة إلاّ إذا:
   * كان اتجاهه يتغيّر في الدارة باستمرار.
   * كانت شدّته تتغيّر في الدارة باستمرار.
   * كان التوتّر بين قطبي المولّد الذي يغذّيه متغيّرا مع الزمن.
   * كان اتجاهه وشدّته يتغيّران في الدارة باستمرار.

2. يتميّز التوتّر الكهربائي المتغيّر بـ:
   * تغيّر قيمته الجبريّة مع الزمن.
   * تغيّر علامة قيمته الجبريّة فقط مع الزمن.
   * تغيّر قيمته المطلقة فقط مع الزمن.

3. يكون التيّار المتغيّر متناوبا عندما:
   * يمرّ في دارة مغلقة تارةً في اتجاه وتارةً في الاتجاه المعاكس.
   * يتغيّر اتجاهه مع تغيّر التوتّر الذي يولّده.
   * يتغيّر اتجاهه وشدّته معًا وباستمرار في دارة مغلقة.
   * لا يصحب تغيّرَ شدّتِه أيُّ تغيير في علامتها بدلالة الزمن.

تمـرين رقم 2

أعد كتابة البيانات التالية وأكمل الفراغات الموجودة فيها بما يناسب من العبارات:

توتّر – موجبة – سالبة – متغيّر – تيّار – المتناوب – تغذية – جيبي.

* يُغذّي مولّد توتّر..... دارة مُغلقة بـ..... متغيّر بدلالة الزمن.
* التوتّر .....هو كلّ توتّر ..... يأخذ بالتداول قِيمًا..... وأخرى سالبة.
* يَنتُج عن كلّ..... دارة كهربائيّة بـ..... متناوب جيبي ..... متناوبٌ ..... في تلك الدارة.
* يأخذ التوتّر المتناوب بالتداول قيما .....وقيما موجبة بدلالة الزمن.

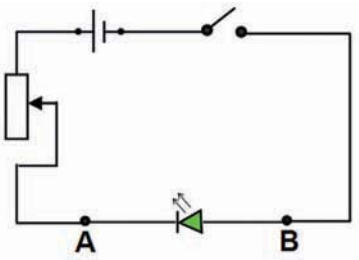
تمـرين رقم 3

أعِدْ كتابة البيانات التالية ثمّ ضعْ علامة أمام كلّ مقترَح صحيح منها :.

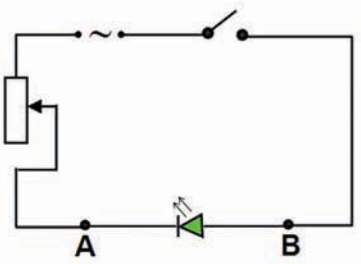
1. يُستعمَل العمود الجافّ لتغذية دارة مغلقة بتيّار كهربائي متغيّر. ☐
2. التيّار الكهربائي المتغيّر هو كلّ تيّار ثابت في اتجاهه ومتغيّر في شدّته. ☐
3. التوتّر المتغيّر هو كلّ توتّر غير ثابت في القيمة الجبريّة. ☐
4. تيّار كهربائي ذو شدّة جبريّة غير ثابتة بدلالة الزمن هو كلّ تيّار يُوفّره مولّد توتّر متغيّر. ☐
5. كلّ تيّار كهربائي متغيّر هو تيّار متناوب. ☐
6. سواء كان التيّار الكهربائيّ متغيّرا أو مستمرّا في الدارة المغلقة فللمولّد قطب موجب وقطب سالب في كلّ لحظة. ☐
7. كلّ تيّار متناوب جيبي هو تيّار متغيّر. ☐

تمـرين رقم 4

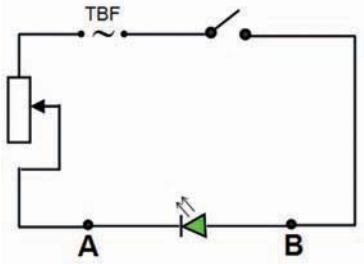
أنجز ثلاثة تلاميذ كلّ على حدة واحدًا من التراكيب المرقّمَة من 1 إلى 3 والمرسومة أسفلَه وذلك بغيةَ تشغيل صمّام مشعّ.



(1)



(2)



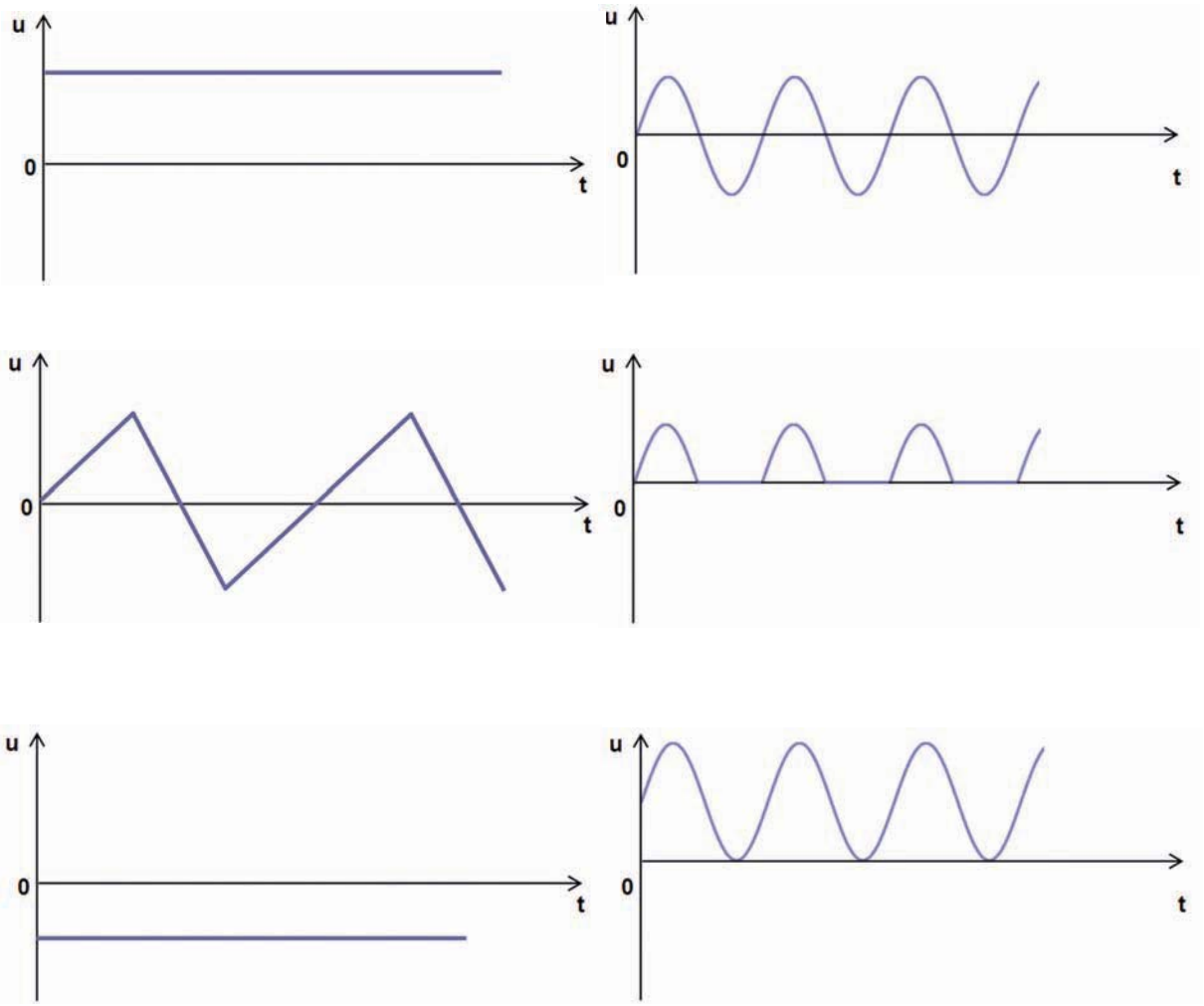
(3)

1. حدّد التركيب الذي سيسري فيه تيّار متغيّر عند غلقه.
2. صِلْ بسهم كلّ تركيبٍ بالحالة التي يكون عليها الصمّام عند غلق الدارة.

التركيب	حالة الصمّام
تركيب (1)	يضيء دائما
تركيب (2)	لا يضيء
تركيب (3)	يرفّ

تمـرين رقم 5

تمثّل الرسوم البيانيّة التالية تطّورا لتوتّرات كهربائية بدلالة الزمن.



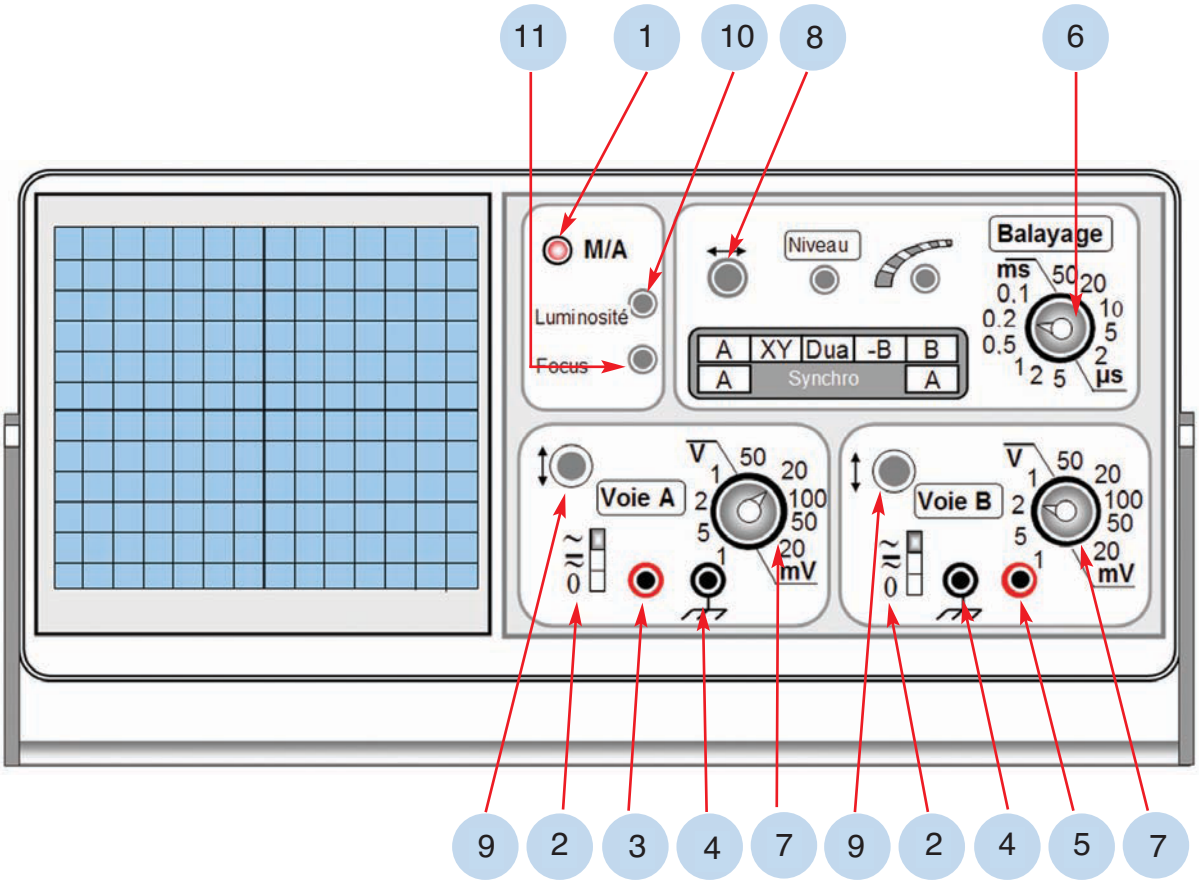
تبيّن منها تلك التي تمثّل:

1. توتّرا متغيّرا.
2. توتّرا متناوبا.

أجرّب بنفسي

كيف أستعمل مشواف الذبذبات ؟

لكي أتمكّن من إظهار توتّر كهربائي على شاشة المشواف:



I. أتعرّف إلى أزرار المشواف وأقطابه

1	تشغيل/ توقيف
2	زرّ الانتقاء (~ ، ≃، 0)
3	المدخل A
4	الهيكل
5	المدخل B (مدخل ثانٍ مستقلّ عن المدخل A)
6	ضبط المسح
7	ضبط الحساسيّة العموديّة
8	ضبط الموضع الأفقي للبقعة الضوئيّة
9	ضبط الموضع العمودي للبقعة الضوئيّة
10	الإشراقة (أو النورانيّة)
11	التركيز

II. أقوم بتعديلات أوّليّة للمشواف

1. أشغّل المشواف بواسطة الزرّ 1
2. أضع زر الانتقاء 2 على الموضع 0
3. في صورة ما إذا لم يظهر أيّ شيء على الشاشة، أدير الزر 9 في اتجاه أو في آخر حتّى تظهر البقعة الضوئيّة.
4. أعدّل المسح: أدير الزر 6 إلى أن تصبح البقعة الضوئيّة ثابتة على الشاشة في شكل خطّ أفقي.
5. أدير الزر 8 في الاتجاه المناسب إلى أن يمتدّ الخط الضوئي الأفقي على كامل عرض الشاشة
6. أعدّل إشراقة البقعة الضوئيّة بواسطة الزرّ 10 وتركيزها بواسطة الزرّ 11 لكي تصبح رقيقة واضحة بما فيه الكفاية.
7. أدير الزّر 9 في الاتجاه المناسب حتّى أحصل على خط أفقي ومركزي.

ملاحظة: للتثبّت من حسن التعديلات الأوّليّة التي قمت بها، يجب أن أحصل على بقعة ضوئيّة نقطيّة في مركز الشاشة عندما أوقف المسح.

III. أُظهِر توتّرا كهربائيّا (بين قطبَي مُولّد مثلا) على شاشة المشواف

1. أنقل زرّ الانتقاء 2 إلى الموضع ≃ مهما كان نوع التوتّر (مستمرًّا أو متغيّرًا)
2. أوصل المولّد بمدخل المشواف A أو B وذلك بوصل قطبه الأحمر بالقطب A أوB للمشواف وبوصل قطبه الأسود (القطب السالب بالنسبة لمولّد تيّار كهربائي مستمر والقطب المشار إليه بـ O أو بعلامة الهيكل ⏚) بهيكل المشواف 4

ملاحظة:

عمليّا، من المستحسن أن أوصل القطبين الأحمرين بسلك أحمر وأن أوصل القطبين الأسودين بسلك أسود.

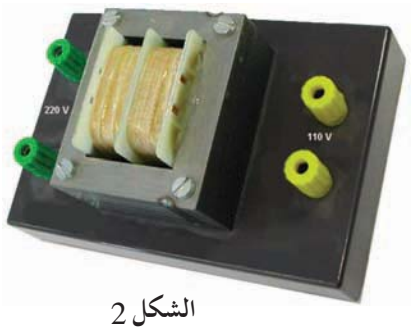
3. أعدّل المسح 6 والحساسيّة العموديّة 7 لكي أحصل على رسم تذبذبي ثابت ومنتشر على مجمل مساحة شاشة المشواف يمثّل تطوّر التوتّر بدلالة الزمن: $u = f(t)$.

خاصيّات التّيّار المتناوب الجيبي

3

أتــأمّل وأتســاءل

الشكل 1

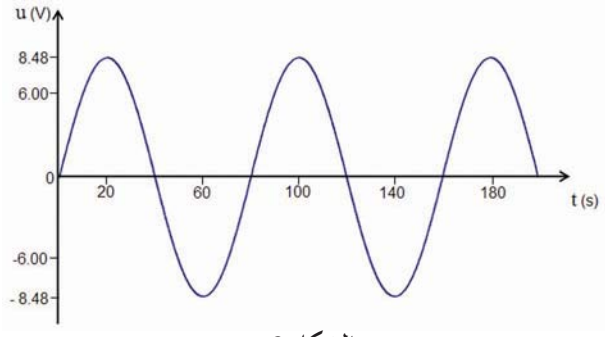


الشكل 2

- ما المقصود بالكتابة 220V-50Hz على الأجهزة التي تشتغل بالكهرباء المنزليّة؟ (شكل1)
- لتشغيل بعض الأجهزة الكهربائيّة التي كتب عليها 110 V لماذا لا بدّ من استعمال ما يُعرف بالمُحوّل والذي كتب عليه 220V-110V ؟ ما المقصود بتلك الكتابات؟ (شكل2)

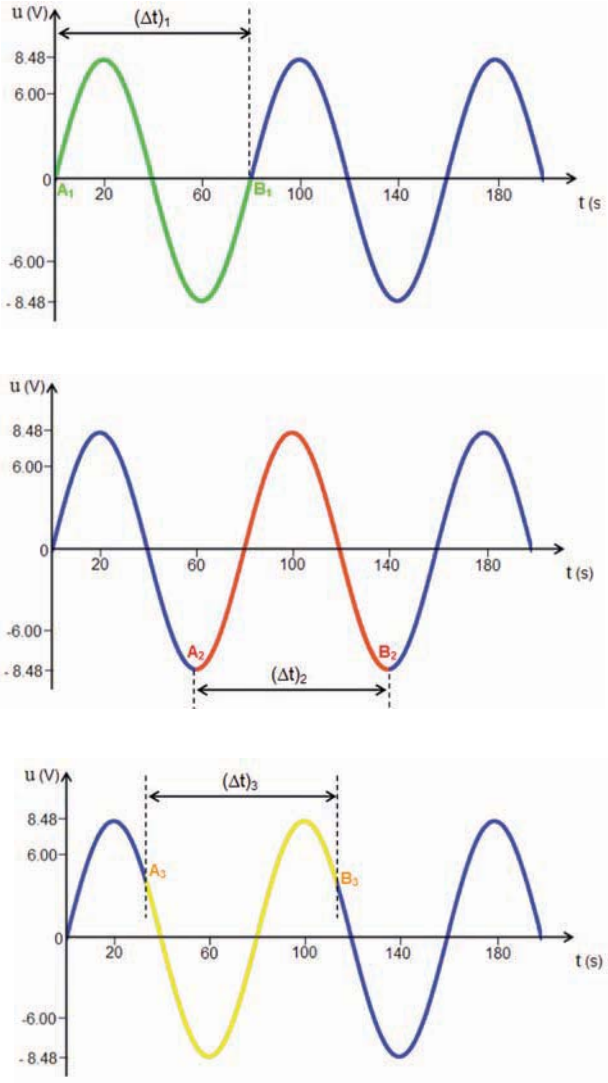
دوْرةالتّوتّر المتناوب الجيبي

أحلّل وأفسّر



الشكل 3

- أرجع إلى الرّسم الذي أنجزْتُه في الدّرس السّابق والذي بفضله تعرّفْتُ إلى التوتّر المتناوب الجيبي(الشكل3)، وذلك لمزيد التعمّق في تحليله.



الشكل 4

◈ أدقّق النظر في الشكل الجيبي للرسم فيتبيّن لي أنّه متكوّن من مقاطعَ صغرى متطابقة يرتبط شكلها بنقطة البداية $A_{j\,(1,2,3)}$ (شكل 4) ونقطة النهاية $B_{j\,(1,2,3)}$ (ثمّ إنّه مهما كان شكل المقطع الذي اخترته فإنّ المدّة التي تفصل نقطة النهاية B_j عن نقطة البداية A_j تبقى هي نفسها $\Delta t_1=\Delta t_2=\Delta t_3=80s$.

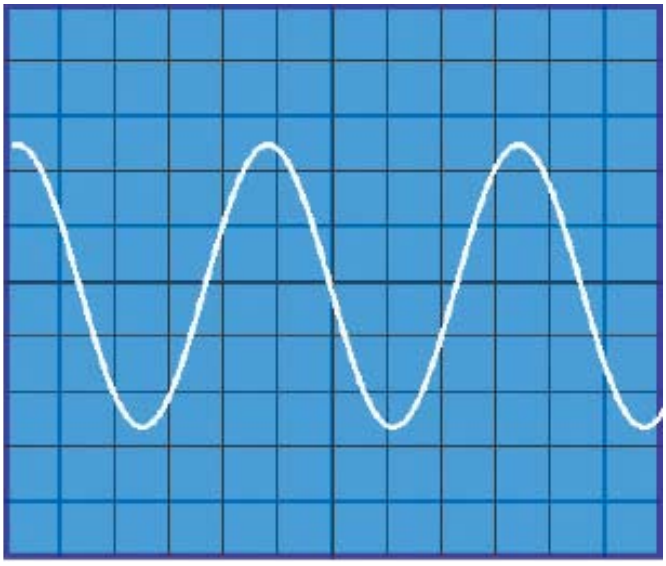
هذا يعني أنّ التوتّر u يأخذ نفس القيمة مع تطوّره في نفس الاتّجاه على فترات متتابعة ومتساوية ($\Delta t=80s$) فنقول إنّ التوتّر u يتغيّر دوريّا (أو بصفة دوريّة) بدلالة الزمن، فهو إذن مقدار فيزيائيّ دوريّ.

أمّا تلك المدّة الزمنيّة $\Delta t=80s$ فتُسمَّى دورة التوتّر.

أستنتج

- التوتّر المتناوب الجيبي مقدار فيزيائي دوريّ لأنّه يأخذ نفس القيمة الجبريّة (مع تطوّره في نفس الاتّجاه) إثر مُدَدٍ متتالية ومتساوية تمثّل الواحدة منها دورةَ التوتّر ويشار إليها بالحرف اللاتيني T
- بما أنّ كلّ توتّر متناوب جيبي يُنتج في دارة مغلقة تيّارا كهربائيّا متناوبا جيبيّا فإنّ شدّة التيّار مقدار متناوب جيبيّ. وبالتالي فإنّ التيّار المتناوبَ الجيبي ظاهرةٌ دوريّة وشدّته مقدار دوريّ.
- دورة التيّار المتناوب الجيبي هي نفسها دورة شدّته ودورة التوتّر الذي أحدثه.
- الدورة مقدار قابل للقيس ووحدتها العالميّة هي الثانيةُ وحدةُ الزمن.

أقيّم مكتسباتي

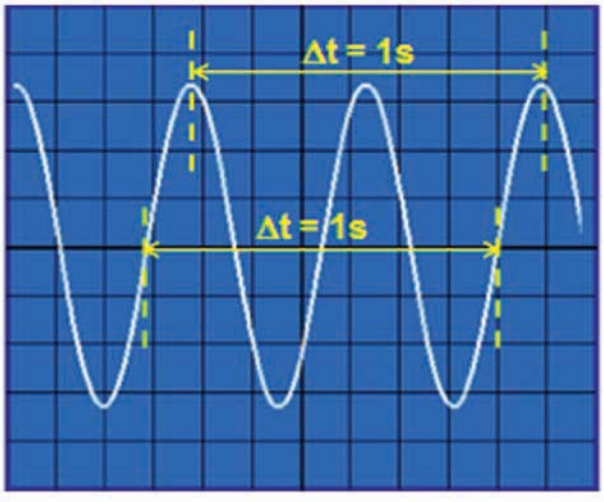


أنجز مرّة أخرى التركيب المرسوم في الشكل6 صفحة 96 وأظهر التوتّر u بين قطبَيْ المولّد على شاشة المشواف، وأقيس مباشرة على الشاشة الدّورةَ T لذلك التوتّر علما أنّ زرّ المسح يشير إلى 0,2s/div وذلك يعني أنّ التّدريجة الأفقيّة الواحدة تمثّل 0,2s.

تردّد التيّار المتناوب الجيبي

أجـــرّب وألاحظ

◈ مع الإبقاء على نفس التركيب، أنقص من قيمة دورة التوتّر المغذّي للدّارة بواسطة الزرّ المناسب الموجود على واجهة جهاز المولّد TBF وأتابع في نفس الوقت ذلك التغيّر في الرسم التذبذبي على شاشة المشواف وأواصل في التنقيص من قيمة الدورة إلى أن تبلغ 0,5s.



الشكل 5

ملاحظة:

للحصول على رسم تذبذبي واضح وثابت على الشاشة لا أنسى أن أعدّل المسح بواسطة الزرّ 2 طبعًا للمشواف.

◈ أعدّ المقاطع الصغرى المنتشرة أفقيّا على المسافة التي تمثّل ثانية واحدة (الشكل5). هكذا ألاحظ أنّ المقطع الأصغر والذي يمثل الدورة يتردّد مرّتين في الثانية الواحدة فأقول إنّ التوتّر ذا الدورة T=0,5s له تردّد N يساوي مقطعين في الثانية الواحدة.

◈ ما هي العلاقة إذنْ بين التردّد N والدورة T ؟

مدّة المقطع الأصغر الواحد هي T. بالتّالي فإنّ عدد المقاطع الصغرى في الثانية الواحدة هو N=1/T أي عدد المقاطع الصغرى في الثانية الواحدة هو N ، وهذا يعني أنّ مدّة المقطع الأصغر هي T=1/N

أســتنــتــج

- بالإضافة إلى الدورة تتميّز دوريّة التيّار الكهربائي المتناوب الجيبي بالتردّد وهو عدد التطوّرات المتتالية والمتطابقة في الثانية الواحدة. يشار عادة إلى التردّد بالحرف اللاتيني N
- تردّد التيّار المتناوب الجيبي هو نفسه تردّد شدّته وتردّد التوتّر الذي أحدثه.
- التردّد مقدار قابل للقيس ووحدته العالميّة هي الهِرْتز، ورمزها Hz.

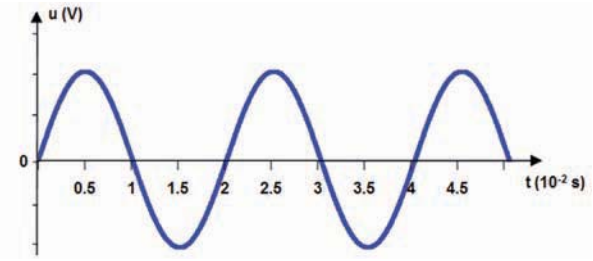
من مضاعفات الهرتز هناك:

- الكيلوهرتز، ورمزه kHz : $1kHz = 10^3$ Hz
- الميغاهرتز، ورمزه MHz : $1MHz = 10^6$ Hz
- الجيغاهرتز، ورمزه GHz : $1GHz = 10^9$ Hz

- التردّد N للتيّار المتناوب الجيبي مرتبط بدورته T ، والعلاقة بينهما هي: $N = \frac{1}{T}$

أقيّم مكتسباتي

يمثّل الشكل6 رسما بيانيّا لتطوّر التوتّر الكهربائي المنزلي بدلالة الزمن.
بالاعتماد على الرسم، أحدّد قيمة تردّد الكهرباء المنزليّة.



الشكل 6

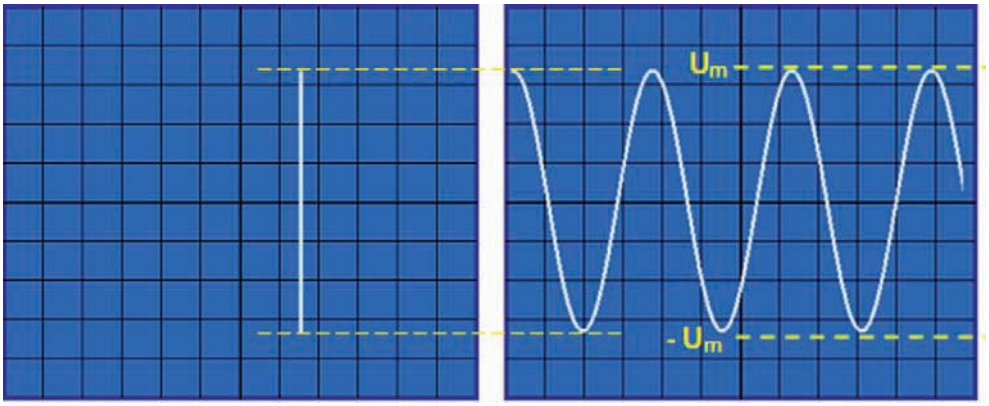
القيمة القصوى للتوتّر المتناوب الجيبي

أجــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:
* مولّد توتّر متناوب جيبي حامل ، للعلامة 12V،
* مشواف الذبذبات،
* قاطع،
* أسلاك موصّلة.

◈ أُظهِرُ التوتّر الذي يوفّره المولّد 12V بين قطبيه على شاشة مشواف الذبذبات. ألاحظ أنّ ذروات الرسم التذبذبي وتجاويفَه موجودةٌ كلٌّ منها في نفس المستوى الأفقي وهي متناظرة بالنسبة لمحور الزمن (الشكل 7.a).

هذا يعني أنّ التوتّر u يتراوح في تغيّره بدلالة الزمن بين القيمتين المتقابلتين $u_1 = 17\ V$ و $u_2 = -17\ V$



الشكل 7.a الشكل 7.b

توصية عمليّة:
لكي أقيس u_1 أو u_2 بأكثر دقّة أقيس المسافة التي تفصل بين مستوى الذروات ومستوى التجاويف وذلك بإبطال مفعول المسح. هكذا أحصل على بقعة ضوئيّة في شكل قطعة مستقيم شاقولي (الشكل 7.b) يمثل طوله $17V \times 2$.

أستنتج

في تغيّره بدلالة الزمن يبقى التوتّر المتناوب الجيبي متراوحا بين قيمة قصوى U_m وقيمة دنيا مقابلة للأولى :

$$-U_m \leq u \leq +U_m$$

يمكّن مشواف الذبذبات من قيس القيمة القصوى U_m للتوتّر

أقيّم مكتسباتي

أعيد التجربة السابقة باستعمال مولّد توتّر متناوب جيبي حامل للعلامة 6 V فأحصل في غياب المسح على بقعة ضوئيّة مستقيمة على 3,4 div شاقوليا.
أتثبّت من أنّ القيمة القصوى U'_m للتوتّر تساوي 8,5 V علما أنّ الحساسيّة الشاقولية للمشواف ضُبِطت على 5 V/div.

القيمة الفعّالة للتوتّر المتناوب الجيبي

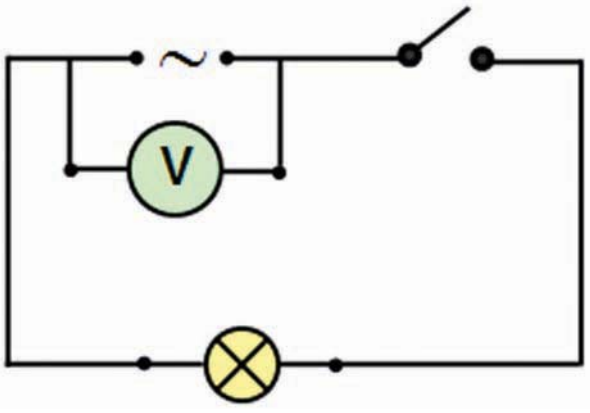
أجـــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:

* مولّد توتّر متناوب جيبي حامل للعلامة 6 V-12 V
* مولّد توتّر مستمرّ 12 V
* مولّد توتّر مستمرّ 6 V
* مصباح كهربائي (12 V)
* فولتمتر
* قاطع
* أسلاك موصّلة.

◈ أنجز الدّارة الكهربائيّة المرسومة بيانيّا في الشكل8 باستعمال مولّد التوتّر المتناوب الجيبي. أختار التغذية المشار إليها بـ 12 V وأغلق الدارة فيشعّ المصباح ويشير الفولتمتر إلى القيمة الثابتة U = 12 V.

◈ أعيد نفس التجربة معوّضا مولّد التوتّر المتناوب الجيبي بمولّد التوتّر المستمرّ 12 V فيشعّ المصباح بنفس الشدّة كما يشير الفولتمتر إلى نفس القيمة الثابتة 12 V.



الشكل 8

◈ أعيد نفس التجربة بالرجوع إلى استعمال مولّد التوتّر المتناوب الجيبي الحامل للعلامة 6 V-12 V ولكن باختيار التغذية المشار إليها بـ 6 V، فلا يشعّ المصباح بل يحمرّ سليكه فقط (وهذه الملاحظة متوقّعة طبعا) أمّا الفولتمتر فيشير إلى القيمة الثابتة U'= 6 V.

◈ إذا عوّضتُ مولّد التوتّر المتناوب الجيبي بمولّد توتّر مستمرّ 6 V ألاحظ دائما أنّ المصباح لا يشعّ بل يحمرّ سليكه فقط وبنفس الشدّة ويشير الفولتمتر إلى نفس القيمة الثابتة 6 V.

◈ مع التذكير أنّ القيمة القصوى للتوتّر المتناوب الجيبي الذي يوفّره المولّد الحامل للعلامة 12 V هي $U_m = 17$ V وأنّ القيمة القصوى للتوتّر المتناوب الجيبي الذي يوفّره المولّد الحامل للعلامة 6 V هي $U'_m = 8{,}5$ V أبحث عن خارج القسمة U_m / U وخارج القسمة U'_m / U' ثمّ أقارنهما بالقيمة العشريّة للعدد $\sqrt{2}$.

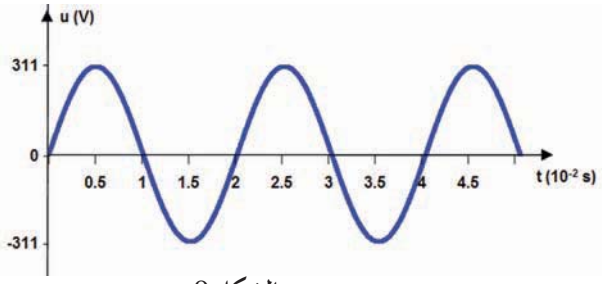
أستنتج

- يتميّز التوتّر المتناوب الجيبي بمقدار يسمّى التوتّر الفعّال تساوي قيمته قيمة التوتّر المستمرّ الذي يعطي للمصباح إشعاعا بنفس الشدّة.
- تقاس القيمة الفعّالة للتوتّر المتناوب الجيبي بواسطة الفولتمتر.
- القيمة الفعّالة U للتوتّر المتناوب الجيبي مرتبطة بقيمتها القصوى U_m والعلاقة بينهما هي: $U_m = U\sqrt{2}$

أقيّم مكتسباتي

يمثّل الشكل9 رسما بيانيّا لتطوّر التوتّر الكهربائي المنزلي بدلالة الزمن.

1. بالاعتماد على الرسم أحدّد القيمة القصوى للتوتّر الكهرباء المنزليّة.
2. أحسب القيمة الفعّالة لتوتّر الكهرباء المنزليّة.



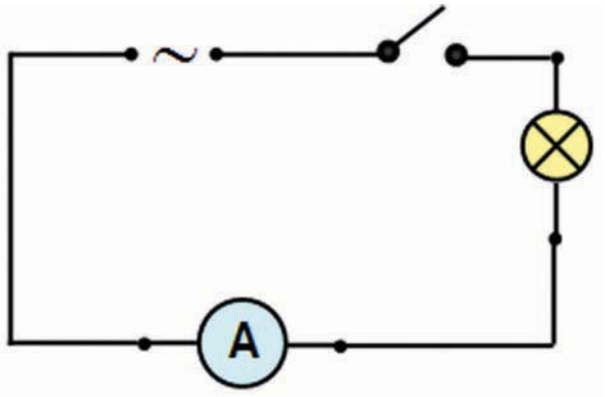
الشكل 9

القيمة الفعّالة لشدّة التيّار المتناوب الجيبي

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:

* مولّد توتّر متناوب جيبي ذي قيمة فعّالة مساوية لـ 12 V.
* مولّد توتّر مستمرّ 12 V
* مصباح كهربائي (12 V)
* أمبيرمتر
* قاطع
* أسلاك موصّلة.



الشكل 10

◈ أنجز الدارة الكهربائيّة المرسومة بيانيّا في الشكل 10 مع استعمال مولّد التوتّر المتناوب الجيبي.
أغلق الدارة فيشعّ المصباح ويشير الأمبيرمتر إلى قيمة ثابتة I.

◈ أعيد نفس التجربة معوّضا مولّد التوتّر المتناوب الجيبي بمولّد التوتّر المستمرّ 12 V فيشعّ المصباح بنفس الشدّة كما يشير الأمبيرمتر إلى نفس القيمة I فنقول إنّ تلك القيمة هي القيمة الفعّالة لشدّة التيّار المتناوب الجيبي.

ملاحظة: باتّباع نفس الطريقة المعتمدة للتوتّر يمكن أن أبيّن أنّ $I_m = I.\sqrt{2}$

أستنتج

- الشدّة الفعّالة مقدارٌ تتميّز به شدّة التيّار المتناوب الجيبي وتساوي قيمتُه قيمةَ شدّة التيّار المستمرّ الذي يعطي للمصباح إشعاعا بنفس الشدّة.
- تقاس القيمة الفعّالة لشدّة التيّار المتناوب الجيبي بواسطة الأمبيرمتر.
- القيمة الفعّالة I لشدّة التيّار المتناوب الجيبي مرتبطة بقيمتها القصوى I_m حسب : $I_m = I\sqrt{2}$

أقيّم مكتسباتي

لديّ مصباح يتطلّب تشغيله العادي تيّارا كهربائيّا ذي شدّة تساوي 0,5A.

1. هل يمكن تشغيله بتيّار متناوب جيبي؟
2. إن كان كذلك، ما هي قيمة الشدّة الفعّالة للتيّار المتناوب الجيبي الكفيل بتشغيله العادي؟

الخلاصة

- التيّار المتناوب الجيبيّ تيّار كهربائي دوريّ في التوتّر u الذي يتولّد عنه وفي شدّته i.
- دورة التيّار المتناوب الجيبيّ T هي المدّة الزمنيّة للتطوّر الجزئي الذي يتكرّر للتوتّر u المتولّد عنه أو لشدّته i كما هو وبدون انقطاع، بينما التردّد N هو عددُ تلك التطوّرات الجزئية المتطابقة والمتتابعة في الثانية الواحدة.

$$N = \frac{1}{T}$$

- مشواف الذبذبات جهاز عمليّ لإظهار الرسوم التذبذبية للتوتّرات الكهربائية المتناوبة ذات التردّد الذي لا يسمح بالمتابعة المباشرة لتطوّرها مع الزمن.
- بالإضافة إلى دوريّته مع الزمن يتميّز التيّار المتناوب الجيبيّ بأنّ للتوتّر المتولّد عنه قيمة قصوى U_m وقيمة فعّالة U وبأنّ لشدّته قيمة قصوى I_m وقيمة فعّالة I.

$$I_m = I\sqrt{2} \quad ; \quad U_m = U\sqrt{2}$$

- التوتّر الفعّال U والشدّة الفعّالة I للتيّار المتناوب الجيبيّ هما المقداران المساويان على التوالي لقيمةَ التوتّر المستمرّ U ولقيمة شدّة التيّار المستمرّ Iالذي يعطي للمصباح إشعاعا بنفس الشدّة.
- بالنسبة إلى التيّار المتناوب الجيبيّ لا يقيس الفولتمتر إلاّ التوتّر الفعّال U في حين أنّ الأمبيرمتر لا يقيس إلاّ الشدّة الفعّالة I.
- التوتّر الكهربائي المنزليّ في بلادنا هو توتّر متناوب جيبيّ ذو تردّد N = 50 Hz وقيمة فعّالة U = 220 V.

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

أعد كتابة البيانات التالية وأكمل الفراغات الموجودة فيها بما يناسب من العبارات: مشواف الذبذبات – نصف دورة – دورة – الأمبيرمتر – الفعّالة – القيمة – التوتّر – التيّار – تطوّر – الاتّجاه.

- إثر كلّ ..... يستعيد ..... المتناوب الجيبيّ نفس ..... مع ..... في نفس الاتّجاه.
- يعكس ..... المتناوب الجيبيّ اتّجاه سريانه إثر كلّ ..... وتستعيد شدّته نفس ..... مع تطوّر في نفس ..... إثر كلّ دورة.
- بالنسبة إلى ..... المتناوب الجيبيّ نستعمل الفولتمتر لقيس قيمته ..... و ..... لقيس قيمته القصوى.
- بالنسبة إلى ..... المتناوب الجيبيّ لا يُستعمَل ..... إلاّ لقيس القيمة ..... لشدّته.

تمـرين رقم 2

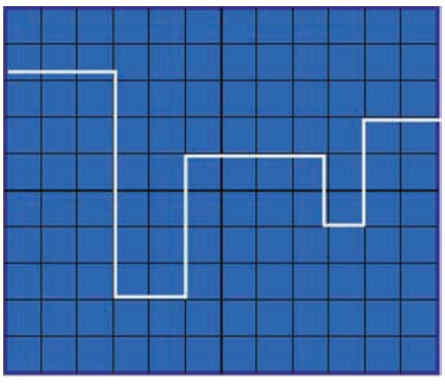
أكمل الجدول التالي بما يناسب من مقادير فيزيائيّة ووحدات قيسها:

المقدار الفيزيائي	الدّورة		التّوتّر الفعّال	شدّة التّيّار القصوى
وحدة قيسه		هرتز		
رمز وحدة قيسه				

تمـرين رقم 3

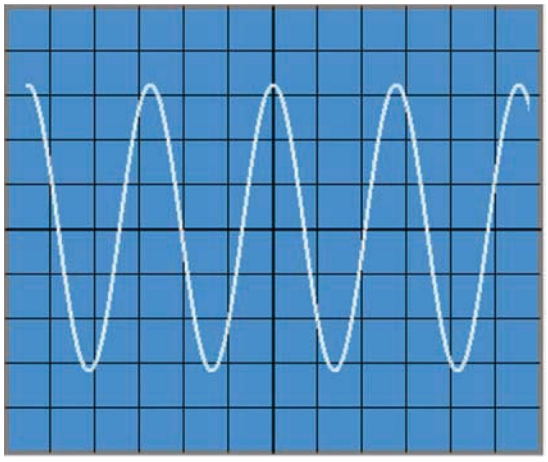
1. تبيّن المقترح الصحيح ممّا يلي :
   - لا يكون التوتّر المتناوب إلاّ موجبا أو سالبا
   - تقاس القيمة القصوى لتوتّر بواسطة فولتمتر و تقاس قيمته الفعّالة بواسطة المشواف
   - القيمة القصوى U_m للتوتّر أكبر من قيمته الفعّالة U إذ تساوي $U.\sqrt{2}$.
   - وحدة قيس التوتّر هي الفولت ووحدة قيس الدورة هي الهرتز.
   - تتغيّر قيمة التوتّر المتناوب بدلالة الزمن.

2. يمثّل الشكل الموالي رسما تذبذبيّا لتوتّر كهربائي. بالاعتماد على الرسم يتّضح أنّ التوتّر:



   - متغيّر جيبي.
   - مستمرّ.
   - متناوب غير دوري.

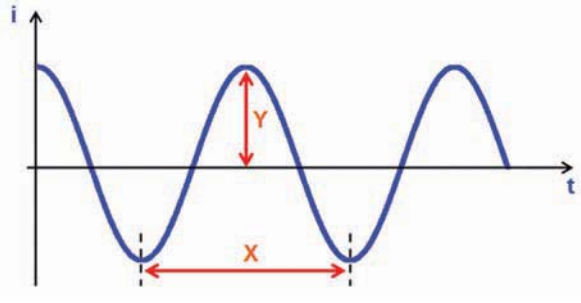
3. يمثّل الشكل الموالي رسما تذبذبيّا لتوتّر كهربائي.علما أنّ أزرار المسح والحساسيّة العموديّة للمشواف ضبطت كالآتي:4ms/div وV/div2.
هل خصائص التوتّر (القيمة القصوى U_m والدورة T والتردّد N) لها القيَم :



- ☐ Um =6,5mV ; T = 15ms ; N=66,7Hz
- ☐ Um= 13V ; T = 15ms ; N= 15Hz
- ☐ Um =6,5V ; T = 15ms ; N=66,7Hz
- ☐ Um =6,5V ; T = 7,5ms ; N=133Hz

تمـرين رقم 4

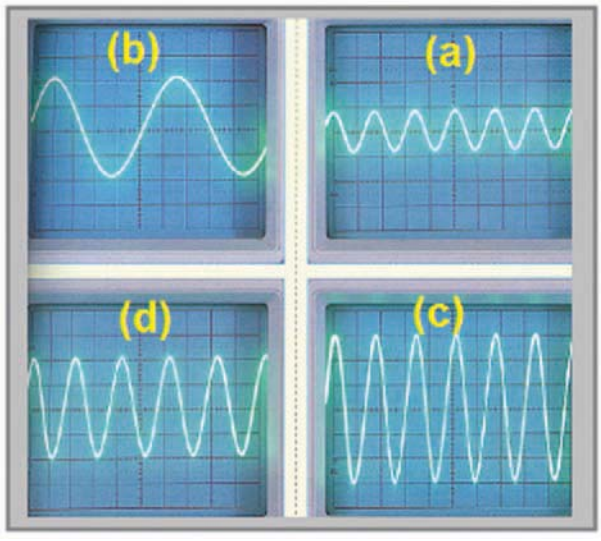
يمثّل المنحنى المرسوم تطوّر شدّة التيّار الكهربائي i بدلالة الزمن t.
اختَر الإجابة الصحيحة من بين الاختيارين المقترحين بين قوسين:



1. التيّار المستعمل تيّار (مستمرّ / جيبي).
2. تمثّل القيمة Yالشدّة (الفعّالة / القصوى) للتيّار الكهربائي.
3. تمثّل القيمة X (تردّد / دورة) التيّار الكهربائي.

تمـرين رقم 5

يجسّم الشكل المقابل أربعة رسوم تذبذبيّة لتوتّرات كهربائيّة. علما أنّ زرّ المسح وزرّ الحساسيّة العموديّة مستقرّان في نفس الموضع بالنسبة لكلّ الرسوم.



1. بيّن أنّ التوتّرات الكهربائيّة متناوبة جيبيّة.
2. حدّد الرسوم التذبذبيّة للتوتّرات ذات أكبر قيمة قصوى وأصغرها.
3. حدّد الرسوم التذبذبيّة للتوتّرات ذات أكبر دورة وأصغرها.
4. حدّد الرسوم التذبذبيّة للتوتّرات ذات أكبر تردّد وأصغره.

تمـرين رقم 6

يدلّ الجدول التالي على القيم u للتوتّر بين قطبَيْ مولّد بمرور الزمن t.

t(ms)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
u(V)	0	- 6	- 10,4	- 12	- 10,4	- 6	0	6	10,4	12	10,4	0

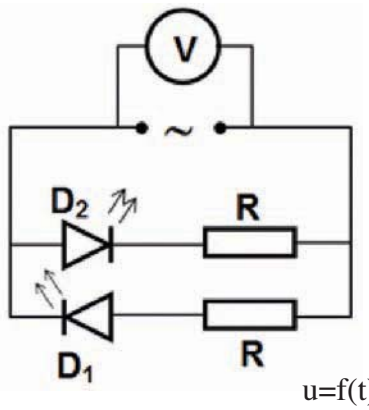
1. أرسم الخط البياني الذي يمثّل تغيّر التوتّر بين قطبي المولّد بدلالة الزمن.
نختار السلّم: 2ms ⟷ 1cm على محور الفاصلات و 2V ⟷ 1cm على محور الترتيبات.
2. هل التوتّر متغيّر ومتناوب؟
3. ما هي الدورة T وما هو التردّد N للتوتّر u؟

تمـرين رقم 7

التوتّر المستعمل في المنزل من توزيع الشركة التونسيّة للكهرباء والغاز هو توتّر متناوب جيبي ذو توتّر فعّال U=220V وذو تردّد N=50Hz.

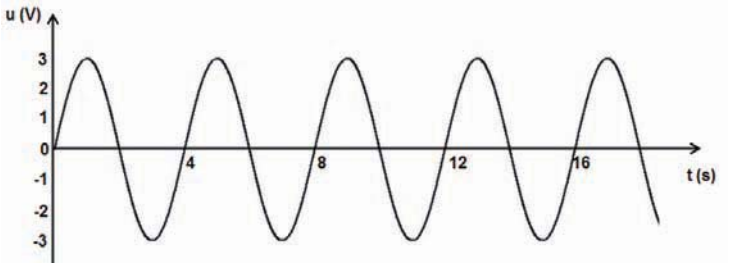
1. أبحث عن دورة توتّر الكهرباء المنزلي.
2. ارسم الخط البياني الذي يمثّل التوتّر u بدلالة الزمن t.
نختار السلّم: 10ms ⟷ 2cm على محور الفاصلات و 100V ⟷ 1cm على محور الترتيبات.
3. كم من مرّة يصبح التوتّر صفرا في الثانية؟
4. فسّر لماذا عندما نوصل أقطاب مصباح بالمنشب ينير المصباح دون رفيف.

تمـرين رقم 8



نعتبر التركيب المجسّم في الشكل المقابل والمتكوّن من:
- مولّد كهربائي،
- صمّامين مشعّين (D_1) و (D_2)،
- مقاومين لحماية الصمّامين،
- فولتمتر موصل بقطبيْ المولّد.

ويمثّل الخط البياني التالي تطوّر التوتّر بين قطبَيْ المولّد بدلالة الزمن: u=f(t)

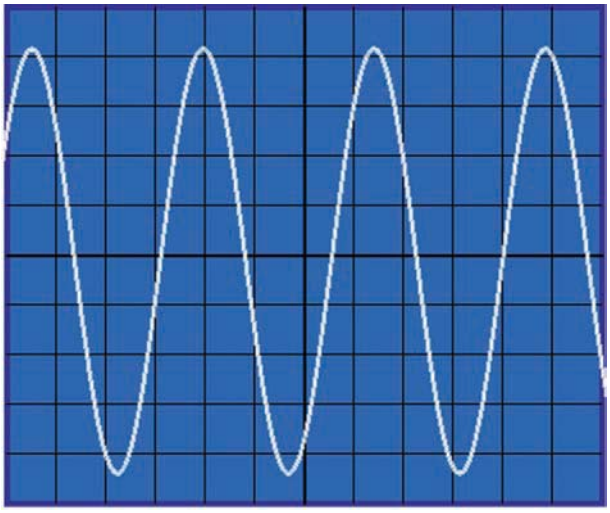


أعد رسم الجدول التالي ثمّ أكمل الخانات الفارغة بذكر ما إذا كان الصمّام (D_1) أو (D_2) منيرا أم منطفئا.

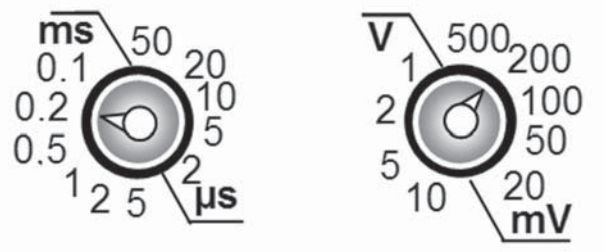
t	[0;4s]	[4;8s]	[8;12s]
(D_1)			
(D_2)			

تمـرين رقم 9

يمثّل الشكل1 رسما تذبذبيّا لتوتّر متناوب جيبي مثبّت بين قطبَيْ مولّد ويبيّن الشكل2 أزرار ضبط المشواف التي مكّنت من مشاهدة ذلك الرسم.



الشكل 1 : الرسم التذبذبي

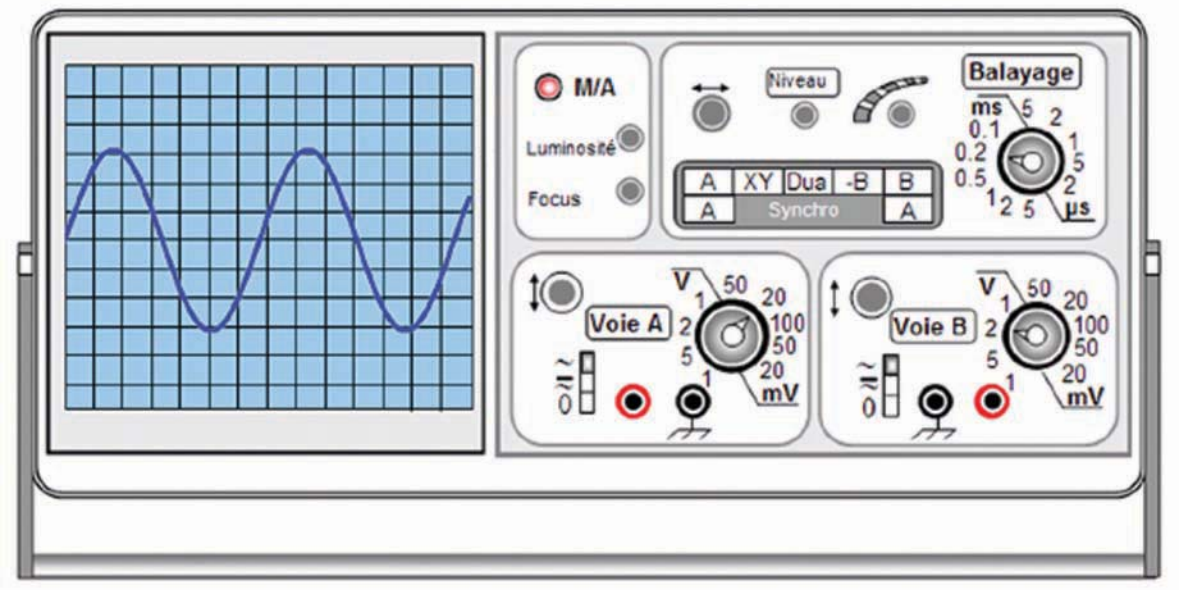


الشكل 2 : أزرار ضبط المشواف

1. أيُّ زرٍّ من زرَّي الشكل2 يمكّن من قيس القيمة القصوى للتوتّر الجيبي على رسم الشكل 1. استنتِج القيمة القصوى U_m للتوتّر.
2. أحسب الدورة T للتوتّر. استنتج التردّد N .
3. ما هي قيمة التوتّر المقاسة بواسطة فولتمتر رقمي؟

تمـرين رقم 10

يمثّل الشكل الموالي الواجهة الأمامية لمشواف للذبذبات تمّ وصل مدخله A بقطبَيْ مولّد فظهر على شاشته ذلك الرسم التذبذبيّ ذو الشكل الجيبيّ بعد القيام بضبط الحساسيات المناسبة.

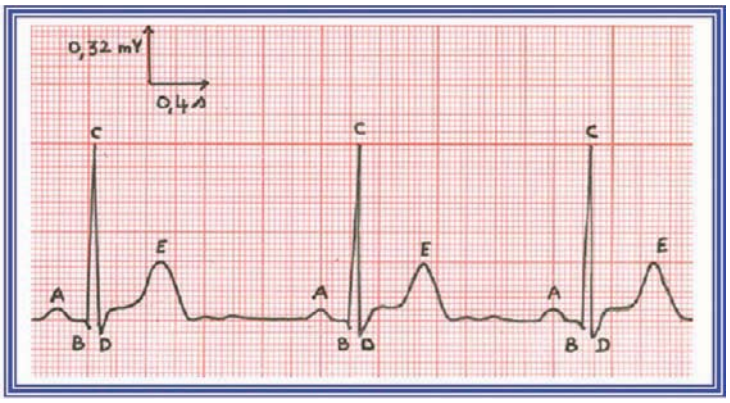


1. هل المولّد المستعمَل هو مولّد لتوتّر متغيّر أم لتوتّر مستمر؟ برّر إجابتك.
2. أذكر خصائص التوتّر المشاهد؟
3. ما هي قيم المسح والحساسيّة العموديّة المستعملة ؟
4. ما هو عدد التدريجات التي تمثّل كلاًّ من القيمة القصوى للتّوتّر المشاهَد ودورته ؟
أحسب إذن قيمة كلّ من التوتّر القصوى والدورة.
5. ما هي قيمة تردّد التوتّر؟
6. ما هي قيمة التوتّر الفعّال؟ ما هو الجهاز الذي يمكّننا من قيس هذه القيمة مباشرة؟

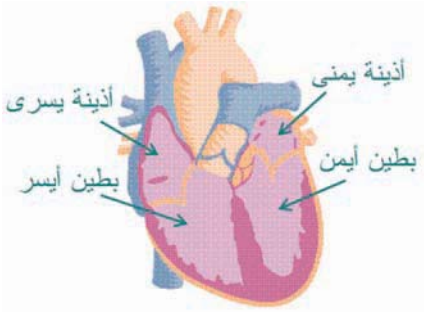
أستغلّ وثيقة التوتّرات المتناوبة والطب

إنّ تقلّص العضلات والأعصاب وغيره من الأنشطة البيولوجيّة تصاحبه تغيّراتٌ في التوتّر الكهربائي، ولهذا تمكّن دراسة تغيّرات التوتّر الكهربائي من الحصول على معطيات ومعلومات ذات دلالة على وظائف مختلف الأعضاء وخصوصا القلب والمخ...

فللاستدلال على وظيفة القلب مثلا تُلصق أقطاب كهربائيّة موصلةٌ بعجين خاص ناقل قصد تحقيق أكثر ما يمكن من التّماس الكهربائي بين الأقطاب وبين الجسم، فنحصل نتيجة لذلك على مخطّط القلب الكهربائي(الشكل1) الذي يتميّز بحدبة (A) تدلّ على حركة الأذينة وبجزء BCDE يدلّ على حركة بُطيْن القلب (الشكل2).



الشكل 1 : مخطّط بياني كهربائي لقلب كهل



الشكل 2 : رسم توضيحي للوجه البطني للقلب

مخطّط القلب الكهربائي مرتبط بنسق دقّاته أي بتردّد النبْض N_c(عدد نبضات القلب في الدقيقة) الذي يتغيّر بدلالة العمر والنشاط العضلي والحالة النفسيّة إذ يزيد تردّد نبْض القلب عندما يتغيّر تركيز بعض الشوارد (كالكلسيوم والبوتسيوم أو الصوديوم) في الدم كما يزيد هذا التردّد لمّا ترتفع درجة حرارة الجسم عند القيام بأنشطة عضليّة أو عند الاعتلال بالحمّى أو عند ارتفاع درجة حرارة الطقس وينقص تردّد نبْض القلب بتقدّم السنّ فيتراوح بين 140 و160 بالنسبة إلى الجنين ويصل إلى 70 بالنسبة إلى كهل له من العمر 45 سنة.

كما يختلف تردّد القلب حسب الجنس إذ يتراوح بين 64 و72 بالنسبة إلى كهل وبين 72 و80 بالنسبة إلى امرأة في نفس السنّ.

أسئلة:

1. بيّن أنّ التوتّر المشار إليه في الشكل1 (مخطّط القلب الكهربائي) متغيّر ومتناوب غير جيبي.
2. ابحثْ من خلال المخطّط عن التردد N لنبضات القلب. استنتج قيمة التردّد N_c لنبض القلب.
3. ماهي القيمة القصوى للتوتّر الموافق لنبضات القلب ؟
4. احسبْ قيمة تردّد نبض قلبك N'_c إثر بذل جهد عضلي وتثبّتْ أنّها تقارب القيمة :

$N'c = (220 - $ عدد سنين عمرك)

الكهرباء المنزليّة

4- الكهرباء المنزليّة

... من الاستعمالات المتعدّدة للكهرباء المنزليّة

- ما هي خاصيّة التركيب المنزلي الّتي يمكن بفضلها التحكّم في تشغيل أيّ جهاز كهربائي أو إلكتروني دون التأثير على باقي الأجهزة المشتغلة ؟

الكهرباء المنزليّة

4

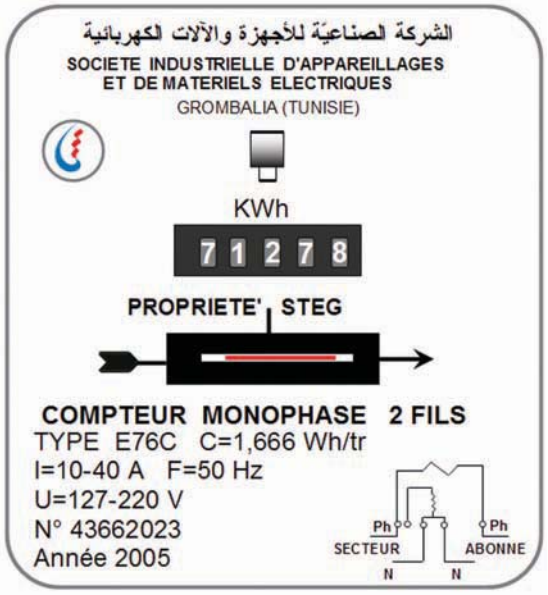
طبيعة الكهرباء المنزلية وخصائصها

أتـأمّل وأتسـاءل

عند التثبّت في واجهة العدّاد الكهربائي المنزلي (الشكل1) أقرأ من المعطيات المطبوعة عليه 127V-220V، 50Hz و 10A-40A ،أمّا على الفاصل المحاذي له فلا أجد إلاّ كتابةً واحدة وهي 10A أو 20A مثلا.

فأتأكّد أنّ التوتّر الكهربائي المنزلي الذي توفّره لنا الشركة التونسية للكهرباء والغاز هو توتّر متناوب ذو تردّد 50Hz وأنّ العدّادَ صالح للإستعمال مع كلّ القطاعات التي تحفظ توتّرا له قيمة فعّالة تساوي 127 V أو 220V .

ولكنْ ما المقصود بـ 10A-40A ؟ ولماذا كُتِب على الفاصل 10A أو 20A ؟

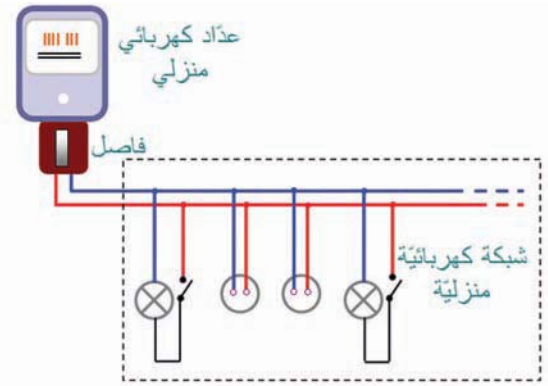


الشكل 1

أبـحث وأتـأكّد

عدمُ ارتباط الجهاز الكهربائيّ المنزلي في اشتغاله بباقي الأجهزة الموصولة بالقطاع، التحكّم فيه بتفعيل القاطع الخاصّ به وطبعُ الكتابة 220V على كلّ جهاز، كلّها أدلّة على تركيب تلك الأجهزة بالتوازي بين طرفي القطاع أي أنّ الشبكة المنزلية هي عبارة عن مضاعَفة لِمنشَب القطاع 220V في مختلَف أركان المحلّ من أجل تيسير استغلاله كما في الشكل 2 وكما يؤكّده كلّ الفنيّين في الكهرباء.

آمّا العدّاد الكهربائي المنزلي فهو جهاز خاصّ بقيس الطّاقة الكهربائيّة المستهلكة.



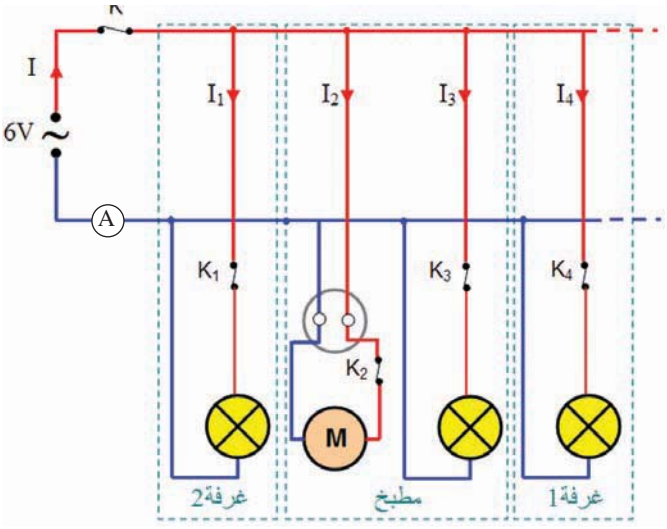
الشكل 2

أجـــرّب وألاحظ

بإمكاني محاكاة شبكة منزلية حقيقية وذلك بإنجاز التركيب المرسوم بيانيا في الشكل3

◈أتزوّد بالمعدّات التالية :

* جهاز تغذية بتوتّر متناوب جيبيّ (6V)
* ثلاثة مصابيح 6V
* محرّك يشتغل بالتيار الكهربائي المتناوب ويحمل الكتابة 6V
* منشب توتّر 6V متكوّن من غمديْن مثبَّتيْن على ركيزة
* أربعة عُلَب تحويل متكوّنة الواحدة منها من ثلاثة أغماد حمراء موصَّلة ببعضها وثلاثة أغماد زرقاء موصّلة كذلك ببعضها ومثبَّتة كلّها على ركيزة.
* أمبيرمتر
* خمسة قواطع (يمكن الاكتفاء بأربعة إذا كان جهاز التغذية مزوَّدا بقاطع) .
* أسلاك موصّلة حمراء وزرقاء أنصافا



الشكل 3

◈ أقوم بالتركيب (الشكل3).

◈أغلق القاطع K فقط وأسجّل ما ألاحظ

◈أغلق القواطع الأخرى تباعًا ثمّ أفتح البعض منها فألاحظ أنّه كلّما ازداد عدد الأجهزة المشتغلة سجّل الأمبيرمتر شدّة فعّالة I أكبر.

أســتنــتــج

➤ **التوتّر الكهربائي المنزلي توتّر متناوب جيبي ذو تردّد 50 Hz وذو قيمة فعّالة 220V**

➤ **الشبكات الكهربائية المنزلية مصمَّمة بطريقة تجعل كلّ الأجهزة المستعمَلة مركَّبة بالتوازي وكلّ واحد منها مغذّى بتوتّر القطاع 220V فعّال.**

➤ **ترتفع الشدّة الفعّالة للتيّار الكهربائي الرئيسي في شبكة منزليّة مع عدد الأجهزة الكهربائيّة المشتغلة في نفس الوقت إلاّ أنّ هذا العدد يبقى محدودا لأنّ قيمة الشدّة الفعّالة المسموح بها يجب أن لا تتعدّى القيمةَ المسجّلةَ على العدّاد.**

مخاطر الكهرباء المنزليّة وأساليب الوقاية منها

أتــأمّل وأتســاءل

الشكل 4

- فيمَ تتمثّل مخاطر التيّار الكهربائي المنزلي وكيف نحمي الأشخاص والتجهيزات المنزليّة منها ؟
- لماذا لا يَستعمل الفنيّ أسلاكا من نفس اللون عند تركيب شبكة كهربائية منزلية ؟ هل لأنّ الأسلاك المتّصلة بمنشب تيّار كهربائي (**الشكل**4) ليس لها نفس الوظيفة ؟ بالتالي هل للمِأخَذيْن الأنثييْن وظيفتان مختلفتان رغم تطابقهما ؟ لماذا تُزوَّد المناشب الخاصّة بالآلات الكهربائية كالثلاّجة أو الغسّالة بمِأخَذٍ ثالث ذكَرٍ ؟ (الشكل5)

الشكل 5

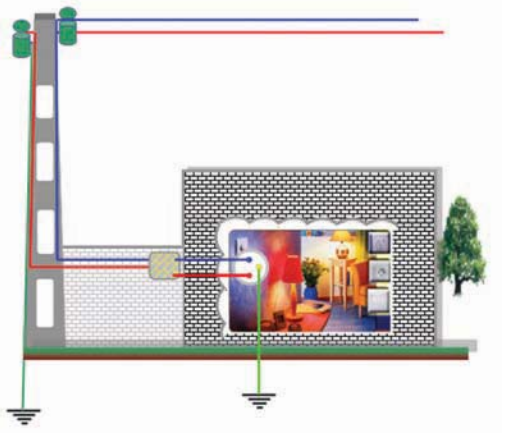
- لماذا نشعر أحيانا بهَزّةً كهربائيّة مفاجئة عند لمس هيكل بعض الآلات الكهربائية كالثلاّجة أو الغسّالة عندما تكون موصَّلة بالقطاع ؟
- ما هو دور الفاصل؟ لماذا يُركَّب مباشرةً وراء العدّاد، أي في بداية الشبكة الرئيسية، ولماذا كلّ تلك الفواصل والفاصل التفاضلي على لوحة التوزيع(الشكل6) المثبَّتة في مكان بارز في مدخل المنزل ؟
- لماذا يُزَوَّد منشب التيّار الكهربائي المثبَّت في بيت الاستحمام بغطاء من البلاستيك ؟
- لماذا يُنصَح بعدم لمس الأجهزة الكهربائيّة بيد مبلَّلة ؟

الشكل 6

أبــحث وأتــأكّد

لأَتمكّنَ من الإجابة بنفسي على كلّ تلك التساؤلات، أتّصل بفنيّ في الكهرباء، بالشركة التونسيّة للكهرباء والغاز... وأقوم ببحث وثائقي (بالاعتماد على مراجعَ علميّة من كتب ومجلاّت، بالإبحار في الانترنات...) حول مخاطر الكهرباء المنزليّة وأساليب الوقاية منها.

أستنتج



الشكل 7

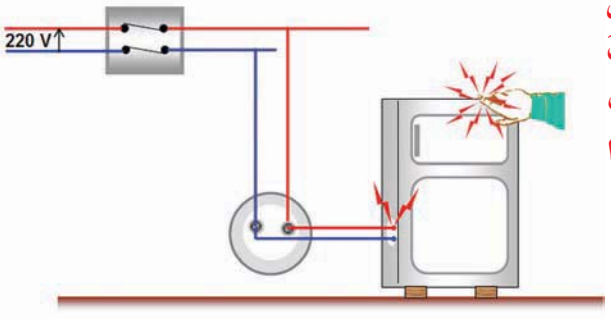
- يُنقَل التيّار الكهربائيّ من محطّة التوليد إلى الحضَر عبر خطوط يتكوّن الواحد منها من سلكيْن، سلك الطور وسلك موصَل بالأرض يُسمَّى السلكَ المحايدَ.(الشكل7)

- يحفظ القطاع الكهربائيّ المنزليّ توتّرا فعّالا ذا قيمة تساوي 220V بين كلّ من طرف سلك الطور وطرف السلك المحايد.
- للتمييز بين أسلاك الطور والأسلاك المحايدة يختار الفنّيون عند التركيب اللونَ الأزرقَ للأسلاك المحايدة واللون الأحمر لأسلاك الطور.

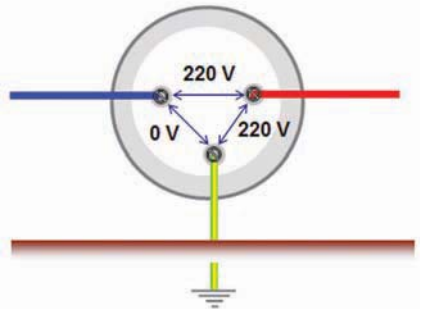
الشكل 8

- لِتبيُّن مأخذِ(أو ثقْب) المنشب الموصل بطرف سلك الطور يستعمِل الفنّي مفكَّ لوالبَ مخبارًا (الشكل8) : كلّما كان المفكّ في الطور يشعّ مصباحه.
- مخاطر الكهرباء المنزلي نوعان، مخاطرُ على الأشخاص وأخرى على التجهيزات المنزليّة :

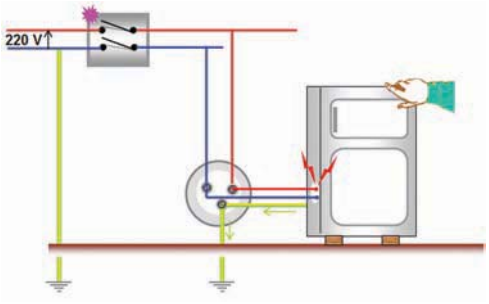
* عندما يلمس شخصٌ ما آلة كهربائيّة فيها خلل يتمثّل في عدم عزل هيكلها المعدني عن سلك الطور يتعرّض إلى هزّة كهربائيّة (الشكل9) يمكن أن تصل به إلى حدّ الصعق وذلك بسبب مرور التيّار الكهربائي عبر جسمه من سلك الطور إلى الأرض. لتفادي ذلك وَجب تزويد المناشب الخاصّة بالآلات الكهربائيّة بمأخَذ ثالث ذَكَرٍ (الشكل5) يوصلُ بسلكٍ مزدوج اللون (أصفر– أخضر) يُسمّى سلكَ التأريض (الشكل10) لأنّ طرَفه الثاني موصل بقضيب نحاسي طول 1,20m(الشكل11) يُدقّ في الأرض بعيدا عن كلّ قناة منزليّة تحتيّة.



الشكل 9



الشكل 10.a



الشكل 10.b

الشكل 11

* تتمثل المخاطر على التجهيزات المنزليّة في احتمال اندلاع الحرائق نتيجةَ:

– دارةٍ مقصورة تحصل إثرَ تلامسٍ عرَضيٍّ لِسلك الطور بالسلك المحايد.

– بلوغ الشدّة الفعّالة للتيّار قيمةً مرتفعةً لا تحتملها الشبكةُ المنزليّة سواء في التفريعات (في حالة استعمال نفس المنشب لتشغيل عدّة أجهزة في نفس الوقت) أو في جزئها الرئيسي (من جهة العدّاد).

➤ لحماية التجهيزات تُركّز فواصلُ في الشبكة :

* فاصل رئيسي(الشكل12) يُركّز مع العدّاد الكهربائي من قبل المُزوّد (الشركة التونسيّة للكهرباء والغاز)، لازم للحماية من كلّ خطر يمكن أن ينجم عن دارة مقصورة أو إثر تشغيل عدد كبير من الأجهزة الكهربائيّة في نفس الوقت بالإضافة إلى دوره كقاطع عامٍّ للتيّار الكهربائي.

* فواصل أخرى خاصّة بكلّ تفريعات الشبكة تُركّز على لوحة التوزيع كما في الشكل6 ص 46.

الشكل12

➤لضمان أكثر حماية للأشخاص والتجهيزات المنزليّة يُحبّذ تركيز فاصل تفاضلي في الجزء الرئيسي للشبكة (الفاصل الموجود على أقصى اليسار في الشكل6 والمرسوم في الشكل 10.b) : يلعب دورَ القاطع الآلي الذي يكشف عن التيّارات الكهربائيّة المتسرّبة والتي تفوق شدّتها 30 mA إثر مرورها عبر السلك الأرضي عوضًا عن السلك المحايد.

أقيّم مكتسباتي

هناك من الأجهزة والآلات الكهربائية التي يُزوّد المصنّعُ شريطها الموصِّل بنشيبة ذات ثلاثة أطراف، اثنانِ منها ذكَرٌ وواحد فقط أنثويّ، وهي مناسبة لمنشب السلامة ذي المأخَذ الثالث الذكر.

1. ما هي طبيعة المادّة التي صُنِع منها هيكل الأجهزة والآلات المذكورة ؟
2. بأيّ جزء من الجهاز أو الآلة يجب أن يكون الطرَف الأنثويّ للنشيبة موصولاً عبر الشريط حتّى يكون وظيفيّا ؟ أعلّل إجابتي.

الخلاصة

- الشبكة الكهربائية المنزليّة مصمَّمة لتركيب الأجهزة بالتوازي بين طرَفَيْ توتّر القطاع.
- سلك الطور والسلك المحايد أساسيّان في كلّ تركيب كهربائيّ منزليّ ويحفظ القطاع بينهما توتّرا متناوبا جيبيّا 220V فعّال في بلادنا. أمّا سلك التأريض والفواصل وغيرها من متمّمات التركيب المنزليّ فهي لازمة لوظيفتها الوقائيّة.
- للكهرباء المنزليّة منافعُ متنوّعة ومتعدّدة ولكنَّ في استغلالها مخاطرُ لابدّ من احترام قواعد السلامة الخاصّة بها لتفاديها.

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

أعد كتابة البيانات التالية وأكمل الفراغات الموجودة فيها بما يناسب من العبارات: أحمر – أصفر – أزرق - ضروريّ – سلك التأريض – الفاصل – موصّلة – الشبكة – عناصر الشبكة.

◈للتعرّف إلى ..... الكهربائية المنزليّة يستعمل الفنّيون في التركيب أسلاكا ..... ذات غلاف ..... للطور وذات غلاف ..... للمحايد، أمّا بالنسبة إلى ..... فيلتجؤون إلى استعمال أسلاكٍ ذات غلاف مخطَّط بالـ..... وبالأخضر.

◈زيادةً على ..... الرئيسيّ المصاحب للعدّاد الفاصلُ التفاضليّ ..... كذلك لأنّه يحمي ..... الكهربائية المنزلية ومستعمِليها من كلّ خطر.

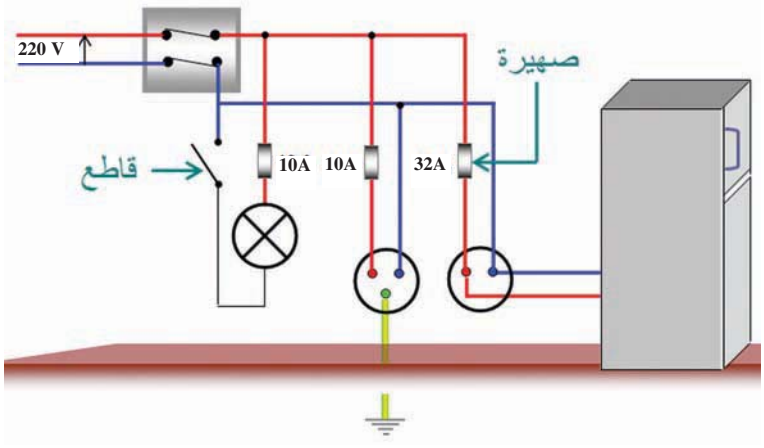
تمـرين رقم 2

أعِدْ كتابة البيانات التالية ثمّ ضعْ علامة أمام كلّ مقترَح صحيح منها:

1. * لا يوجد توتّر بين السلك المحايد وسلك التأريض. ☐
   * تُركَّب الأجهزة الكهربائيّة المنزلية بالتسلسل. ☐
   * احتمال الصعق الكهربائيّ وارد في المنزل رغم تركيب فاصل تفاضليّ في الشبكة. ☐
2. لسببٍ ما نتجَ تماسّ بين الهيكل المعدني لغسّالة وسلك الطور في تركيب منزلي مزوَّد بفاصلٍ تفاضليّ. في هذه الحالة :
   * يُقطَع التيّار الكهربائيّ بسبب تكوُّن دارة مقصورة في التركيب المنزليّ. ☐
   * يصاب الشخص الذي يلمس هيكل الغسّالة بصعق كهربائيّ. ☐
   * لا يحمي الفاصلُ الشخصَ الذي يلمس الغسّالة من خطر الصعق إلاّ مع وجود سلك التأريض. ☐
   * يحمي الفاصلُ الشخصَ الذي يلمس الغسّالة من كلّ خطر. ☐
3. إذا كانت الشبكة الكهربائية في منزلكم غير محمية بفاصل تفاضلي وأردتَ تغيير مصباح معطّب في غرفتك فصعدْتَ من أجل ذلك سلَّمًا خشبيا دون التفطّن إلى فتح القاطع وفي غفلة لمسْتَ قطبي غمد المصباح (تماس مباشر بين سلك الطور والسلك المحايد). بهذه العمليّة :
   * لن تُصابَ بأيّ سوء لأنّ السلم يعزلكَ عن الأرض. ☐
   * لن تُصابَ بأيّ سوء لأنّ في لمسِكَ للغمد تتكوّن دارة مقصورة ينتج عنها انقطاع التيّار. ☐
   * أنتَ معرَّض إلى خطر الصعق لأنّ التيار الكهربائي سيمرّ عبر جسمِكَ. ☐

تمـرين رقم 3

يجسّم الشكل الموالي رسما لتركيب منزلي:



1. بيّن أنّ موضع القاطع في التركيب غير صحيح ؟
2. هل في وصل الثلاّجة احترام لقواعد السلامة ؟ برّر إجابتك.
3. لدينا فرن كهربائيّ يشتغل بشدّة تيّار تساوي 12 A. ماذا يمكن أن يحصل عند وصله بالمنشب غير المستعمَل ؟

تمـرين رقم 4

لإصلاح غمد قنديل سريركَ فككْتَ القاطع الكهربائي الذي يُستعمل لتشغيله والموجود بين القنديل والنشيبة. أثناء العمليّة شعرْتَ بتنمّل خفيف عند لمس احد الأسلاك الموصّلة للقنديل.

1. ما هو عيب التركيب الكهربائي ؟
2. ما هو الاحتياط الذي كان عليكَ أخْذُه بعين الاعتبار؟
3. بمَ تُفسّرُ أنّ القواطع العصريّة التي تتحكّم في اشتغال هذا النوع من القناديل تتميّز بقطع التيّار الكهربائي في السلكيْن الموصّليْن له في نفس الوقت ؟

أسـتغـلّ وثيقــة

بفضل تقدّم العلوم والتكنولوجيا وبواعز التنمية عند الفرد والمجموعة الوطنية أمام التزايد المتواصل في الطلب أصبحت الكهرباء المنزلية في عصرنا هذا منتشرة في كامل البلاد من شمالها إلى جنوبها ومن سهولها إلى مرتفعاتها ومن حضرها إلى ريفها حيث باتت من ركائز التنمية فعلا وهي في متناول كل من يطلبها، والأغراض من ذلك متعدّدة ومختلفة، فمنها ما هو من مرافق الحياة اليومية سواء المنزلية أو المكتبية كالإنارة وتشغيل المعدّات والتجهيزات الكهربائية والالكترونية، ومنها ما هو مرتبط بالمؤسسات الاقتصادية والصناعية ومنها ما يهم الفلاحة ويساعد على إحياء المناطق الزراعية السقوية...

كلّ تلك المنافع هي جدّ هامّة ولكنّها ليست مجانيّة، واستغلالها بدون رَويّة يمكن أن يؤدّي إلى التهلكة.
عدم المجّانيّة لا يتمثّل في الاستهلاك بمقابل فقط بل في التفريط في مخزون الطّاقة اللاّزمة لتوليد الكهرباء، لِذَا وجبَ الاستهلاك بترشّد في كلّ مكان، في البيت وفي المؤسّسة، في المنزل وفي الشارع...

أمّا خطر الكهرباء الذي لا يُمهِل هو الصعْق الذي يمكن أن يلحَقَ مَنْ لا يتعامل مع الشبكة الكهربائية المنزلية والأجهزة الموصّلة بها بحذَر.

في الواقع، ولو أنّ جسم الإنسان ليس بالناقل الجيّد للتيّار الكهربائي فهو قادر إذا مسَكَ صاحبُه طرَفيْ سلكيْن يحفظان بينهما 25 V على نقل تيّار يمكن أن تبلغ شدّتُه 25 mA إذا كان مبلّلاً، إلاّ أنّه لا يحتمل إلاّ التيّار الذي لا تتعدّى قيمةُ شدّتهِ 5 mA .

فإذا تراوحَت قيمة شدّةُ التيّار بين 10 mA و20 mA يشعر المتأثّر به بتنمّل في جسمه وحتّى بتشنّج في العضلات.

بين 25 mA و30 mA يؤدّي إلى إحداث تقبُّضاتٍ تكزّزية في عضلات التنفّس فيبدو الذي تلقّى الصّعقَ وكأنّه ميّت.

أمّا إذا بلغَت قيمة شدّة التيّار 50 mA فإنّه الموت الحقيقيّ للمُصابِ بتوقّف القلب عن النّبض أكثرَ من أربعة دقائق.

لِذَا ولتفادي هلاك المُصابِ بالصعْق الكهربائيّ التدخّلُ الحينيّ والسريعُ إثرَ الحادث متأكّدٌ على أن يتمّ بحكمة وبدون هلَع كمَا يلي:

1. عزْلُ المصاب بالصعْق عن تأثير التيّار الكهربائي ودونَ لَمْسِه مباشرةً وإلاّ أصبح المنقذ يحتاج إلى من يُنقذُه، فالعزلُ إذَنْ بالإسراع إلى قطع التيّار بيدٍ غيرِ مبلّلة.
2. الاستنجادُ هاتفيّا بالحماية المدنيّة (☎198).
3. تقديمُ إسعاف أوّليّ للمصاب يتمثّل في إنعاش تنفّسه فمًا لفم (طريقةُ تنفّسٍ اصطناعي تتمّ بنفْخ الهواء من فم المُسعفِ إلى فَم المُصاب)، وإذا صادَف أنْ كان المُسعفُ طبيبا أو مسعفا مختصّا يُستحسَن أن يُبادِرَ بِدلْكٍ خارجيّ للقلب (إذا كان قلبُ المصاب متوقّفا عن النبض).

المؤلفون

أسئلة:

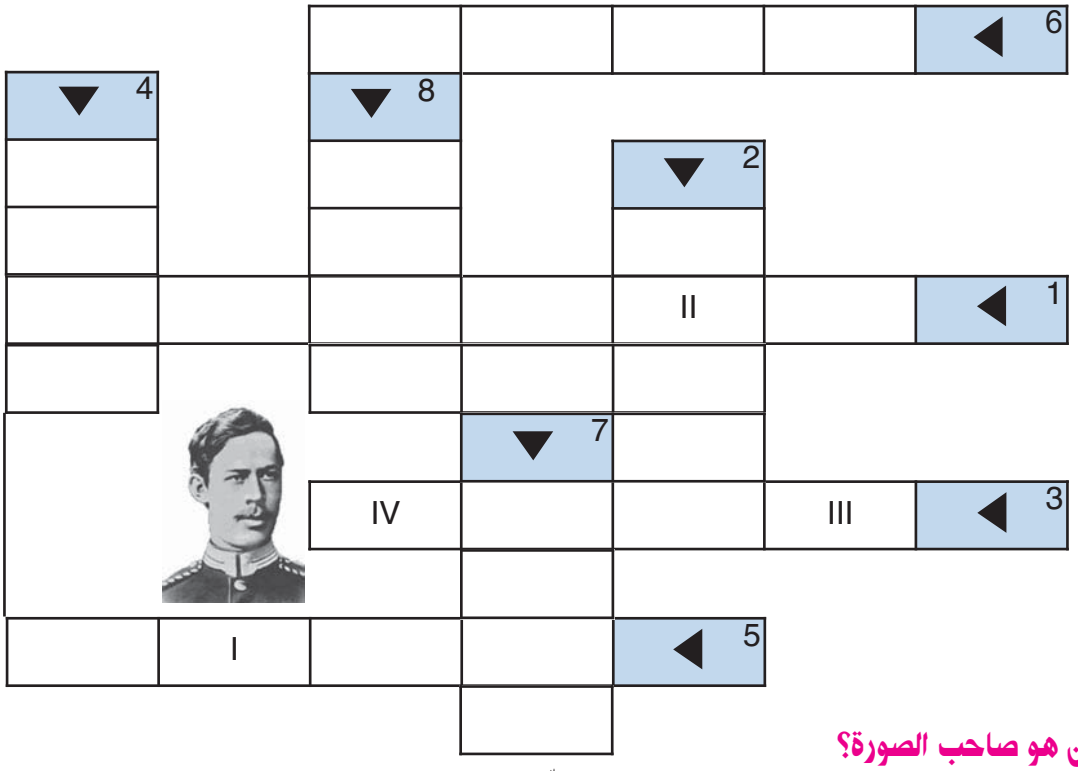
1. عدّد مجالات استغلال الكهرباء في بلادنا.
2. فيمَ يُمكِن أن يتمثّل غرض استعمال الكهرباء للمساعدة على إحياء المساحات السقويّة في الفلاحة؟
3. ما المقصود بالدّعوة إلى استهلاك الكهرباء بترشّد ؟ (الاستناد في الإجابة إلى مواقفَ عمليّة).
4. لماذا يُعتمَد في المخبر تحويل توتّر القطاع من 220V فعّال إلى 12V فعّال أو أقلّ ولا أكثرَ؟
5. بالإضافة إلى ما ذُكِر في النصّ هلْ هناك مخاطرُ أخرى للكهرباء المنزليّة؟ ما هي؟

أتسلّى

1. كلمات متقاطعة :

أبحث عن المفاهيم أو المصطلحات التي تدلّ عليها العبارات التالية، ثمّ أكمل الشبكة:

1 ◀	صفة لتوتّر متغيّر	5 ◀	مدّة زمنيّة يتميّز بها التوتّر الجيبي
2 ▼	غير مستمرّ	6 ◀	قاطع آلي للتيّار الكهربائي
3 ◀	وحدة قيس التردّد	7 ▼	عكس الدورة
4 ▼	صفة لتيّار القطاع	8 ▼	صفة لقيمة توتّر جيبي تقاس بالفولتمتر



2. من هو صاحب الصورة؟

هو فيزيائي ألماني ولد في همبورغ سنة 1857 وتوفّي ببون سنة 1894 اهتمّ بدراسة الكهرمغناطيس وله العديد من التجارب في ذلك، أحصل على اسمه، بترتيب الحروف المتواجدة بالخانات المرقمة رومانيّا من I إلى IV كما يلي:

IV	II	I	III

إن أردت المزيد عنه اتّصل بالعنوان: www.dspt.club.fr .

أستعين بعناوين

الموضوع	العنوان
التّيّار الكهربائي المتغيّر، المتناوب والمتناوب الجيبي، الكهرباء المنزليّة	www. ac-strasbourg.fr/disciplines/physchim/college
	physiquecollege.free.fr/troisieme-htm
	www.dspt.club.fr
	missiontice.ac-besancon.fr/sciences.physiques/eleves/index-php
	www.ac-poitiers .fr/sc-phys/spip.php?rubrique22
	colleges.ac.rouen.fr/langlois/physique
	www. steg.com.tn
	www.ideasmaison.com
	www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Sc-Index.htm
	www.ac-orleans.tours.fr/physique/phyel/trois/pagesac/uac.htm

الكهرباء الساكنة

5- التكهرب بالاحتكاك
6- التكهرب بالتماس
7- الشحنة الكهربائيّة

السّماء عندما يشقّها البرق...

- بم تفسّر القشعريرة التي يشعر بها كلّ من يقرّب ظهر يده من شاشة جهاز التلفزة ؟
- بعد توقّف السيّارة يشعر السائق أحيانا برجّة خفيفة عند لمسها من الخارج بمناسبة غلق بابها. بم يُفسّر ذلك ؟
- البرق، الرعد والصاعقة ... متى وأين ؟ ما هي مصادرها ؟

التكهرب بالاحتكاك

5

ظاهرة التكهرب

أتـأمّل وأتسـاءل

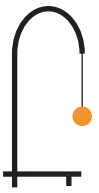
◈ ما سبب الطقطقة الخفيفة التي تُسمع عند تسريح الشعر الجاف بمشط، عند فصل ورقتين شفّافتين عن بعضهما...؟

◈ بمَ أفسّر الاحساس بوخز خفيف عند خلع صدرة من النيلون ؟

أجـرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية :

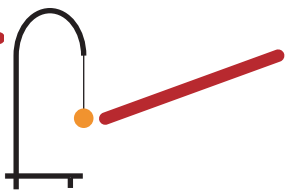
* قضيب من الإبونيت (مطاط صلد مُعالج بالكبريت)
* قضيب من الزجاج
* قطعة من الفراء
* قطعة من الحرير
* نواس كهربائي: جهاز متكوّن من كويرة صغيرة من لبّ البَيْلسان عُلّقت بخيط دقيق من الحرير (**الشكل**1)



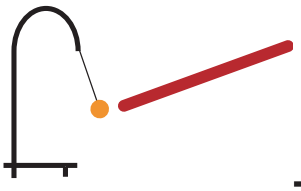
الشكل 1

أقرّب أحد طرَفيْ قضيب الإبونيت من كويرة لبّ البيلسان فلا ألاحظ أيّ شيء. (الشكل 2a)

◈ أدلّك نفس طرف القضيب بقطعة الفراء ثمّ أقرّبه في الحين من كويرة لبّ البيلسان فألاحظ أنّ الطرف المُدلّك يجذب الكويرة.(الشكل 2b)

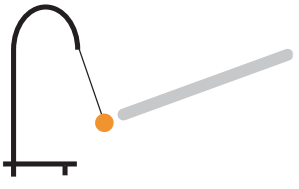


الشكل 2a

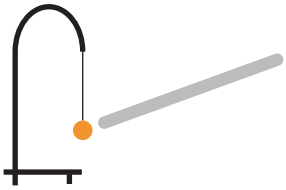


الشكل 2b

◈ أقوم بنفس التجربة معوّضا قضيب الإبونيت بقضيب الزجاج وقطعة الفراء بقطعة الحرير وأسجّل ما ألاحظ. (الشكل 3a والشكل 3b).



الشكل 3a



الشكل 3b

أحلّل وأفسّر

◈ بتأثير إحتكاك طرف قضيب الإبونيت بقطعة الفراء وطرف قضيب الزجاج بقطعة الحرير اكتسب كلّ من القضيبين خاصيّة جذب الأجسام الخفيفة من ناحية الطرف المدلّك فنقول في الحالتين إنّ الطرف المدلّك قد تكهرب أي أصبح يحمل كمّية من الكهرباء.

وبما أنّ التكهرب حصْرٌ على الجزء المحكوك تنعت الكهرباء المتمركزة على طرف القضيب المدلّك بالكهرباء الساكنة.

ملاحظة

ترجع تسميّة النواس المستعمَل في التجربة السابقة بالنواس الكهربائي إلى خاصيّة تأثّره بالكهرباء.

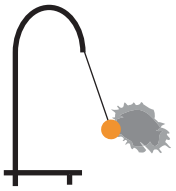
أستنتج

- **بتأثير الاحتكاك تصير الموادّ قادرة على جذب الأجسام الخفيفة : إنّها ظاهرة التكهرب.**
- **يحمل كلّ جسم متكهرب كمّية من الكهرباء الساكنة.**
- **النوّاس الكهربائي أداة كاشفة لظاهرة التكهرب.**

أقيّم مكتسباتي

أدلّك أحد طرفيْ قضيب الإبونيت بقطعة الفراء ثمّ أقرّب الجهة المدلّكة لقطعة الفراء من النواس الكهربائي فيحدث لكويرة النواس ما حدث لها مع طرف القضيب في التجربة السابقة (الشكل 4).

بمَ أفسّر ذلك ؟



الشكل 4

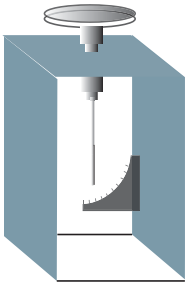
المكشاف الكهربائي

أتأمّل وأتساءل

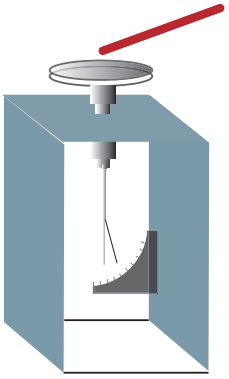
هل النواس الكهربائي هو الأداة الوحيدة المستعملة في المخبر للكشف عن ظاهرة التكهرب ؟

أجرّب وألاحظ

بالإضافة إلى المعدّات المستعملة في التجربة السابقة، أتزوّد بمكشاف كهربائي وهو جهاز متكوّن من قفص له وجهان من الزجاج الشفّاف ويخترق سطحه ساق معدنيّة عبر سدّاد من المطّاط ثُبّتت عليها قرص معدنيّ وشُدّ إلى نصفها الأسفل ورقة معدنيّة قابلة للحركة. (الشكل5)



الشكل 5



الشكل 6

* أقوم بنفس التجربة السابقة ولكن باستعمال المكشاف الكهربائي عوضا عن النواس الكهربائي وذلك بتقريب طرف القضيب المدلّك (الزجاج أو الإبونيت) من قرص المكشاف فألاحظ أنّ الورقة المعدنيّة تبتعد عن ساق المكشاف كما في (الشكل6)

ملاحظة : تعود الورقة المعدنيّة إلى وضعها الأصليّ عند إبعاد الطرف المكهرب للقضيب.

أستنتج

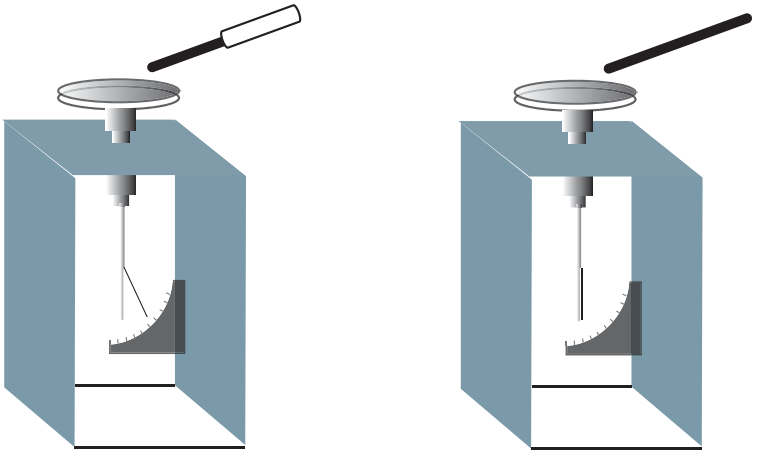
➤ **المكشاف الكهربائي جهاز يُستخدم في المخبر للكشف عن ظاهرة التكهرب.**

أقيّم مكتسباتي

أتزوّد بقضيب من النحاس وأدلّك أحد طرفيه بقطعة من القماش ثمّ أقرّبه من قرص المكشاف الكهربائي فألاحظ أنّ الورقة المعدنيّة لا تبتعد عن ساق المكشاف إلاّ إذا كان القضيب ممسوكا بواسطة مقبض زجاجي مثلا. (**الشكل** 7)

1 – أبيّن أنّ عدم تأثّر الورقة المعدنيّة بتقريب الطرف المدلّك لقضيب النحاس عندما يكون هذا الأخير ممسوكا مباشرة باليد لا ينفي تكهربه بالاحتكاك.
أفسّر عدم تأثّر الورقة المعدنيّة في تلك الحالة.

2 – هل يمكن أن أثبت بهذه التجربة أنّ كلّ الأجسام الصلبة قابلة للتكهرب بالاحتكاك ؟



الشكل 7

التكهرب بالتماس

6

ظاهرة التكهرب بالتماس

أتـأمّل وأتسـاءل

– هل لا يحصل التكهرب إلاّ بالاحتكاك ؟
– بمَ أفسّر شعوري برجّة خفيفة عند لمس شاشة التلفاز عَرَضا مباشرة إثر إيقاف تشغيله ؟

أجـرّب وألاحظ

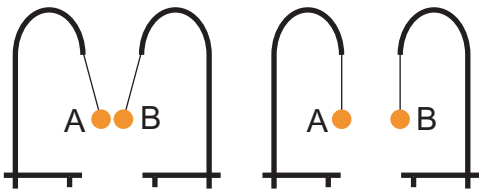
تجربة عدد1

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية :
– قضيب من الإبونيت أو البلكسيقلاص
– قضيب من الزجاج
– قطعة من الفراء
– قطعة من الحرير
– نواسان كهربائيّان اثنان.

◈ أقرّب النواسين من بعضهما بلطف فلا يحدث أيّ تفاعل بين كويرتيهما A و B. (**الشكل**1a)

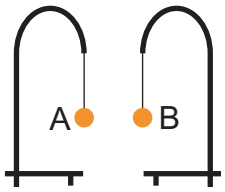
◈ أكهرب واحدا من قضيبَيْ الإبونيت أو البلكسيقلاص بالإحتكاك ثمّ أقرّب إلى حدّ التماس الطرف المُدلّك من الكويرة A مثلا تاركا النواس الثاني جانبا.

◈ أترك القضيب جانبا ثمّ أقرّب من جديد النواسين من بعضهما وأسجّل ما ألاحظ. (**الشكل**1b)

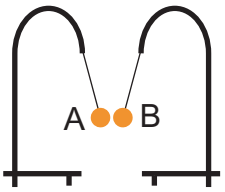


الشكل 1a الشكل 1b

◈ أعيد نفس التجربة باستعمال قضيب الزجاج بدل الإبونيت وأسجّل ما ألاحظ. (**الشكل**2)



الشكل 2a

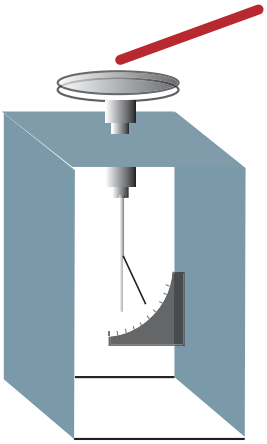


الشكل 2b

تجربة عدد1

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية :

– قضيبان اثنان من الإبونيت أو البلكسيقلاص
– قضيبان اثنان من الزجاج
– قطعة من الفراء
– قطعة من الحرير
– مكشاف كهربائي.


الشكل 3

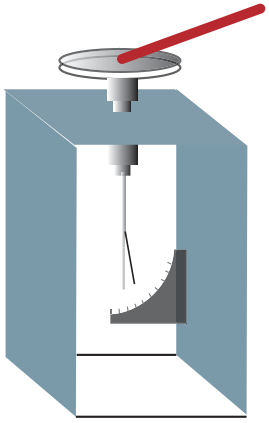
◈ أكهرب واحدا من قضيبَيْ الإبونيت أو لبلكسيقلاص بالإحتكاك وأتأكّد من ذلك ملاحظة ابتعاد الورقة المعدنيّة عن ساق المكشاف عند تقريب الطرف المدلّك من قرص المكشاف. (**الشكل**3)

بعد ذلك أجعل الطرف المدلّك يلمس أحد طرفيْ القضيب الثاني من نفس المادّة.

◈ أقرّب الطرف المدلّك مرّة أخرى من قرص المكشاف فتبتعد الورقة المعدنيّة ثانية ولكن بأقلّ حدّة. (**الشكل**4)

أقرّب الآن من قرص المكشاف طرف القضيب الثاني الذي تمّ لمسه بطرف القضيب الأوّل المدلّك فألاحظ كذلك ابتعاد الورقة المعدنيّة عن ساق المكشاف.

◈ أعيد نفس التجربة باستعمال قضيبَيْ الزجاج بدل الإبونيت وأسجّل ما ألاحظ.


الشكل 4

أحلّل وأفسّر

◈ في التجربة الأولى، جذب الكويرة A للكويرة B دليل على تكهرب الكويرة A نتيجة لمسها للطرف المدلّك للقضيب المكهرب بالاحتكاك.

في التجربة الثانية، عند لمس القضيب المكهرب بالاحتكاك للقضيب الثاني يتكهرب هذا الأخير باكتسابه جزءا من كميّة الكهرباء المتمركزة على الطرف المدلّك للقضيب الأوّل وهذا ما يفسّر النقص في مدى تأثيره على الورقة المعدنيّة عند تقريبه من قرص المكشاف الكهربائي في المرّة الثانية.

أســتنــتــج

➤ بالإضافة إلى التكهرب بالإحتكاك يُمكن لجسم ما أن يتكهرب بالتماس.

أقيّم مكتسباتي

بعد توقف السيّارة يشعر السائق أحيانا برجّة خفيفة عند لمسها من الخارج مناسبة غلق بابها. بم يُفسّر ذلك ؟

7

أنواع الكهرباء

أتـأمّل وأتسـاءل

* لماذا لا تُستعمل نفس المادّة لكهربة كلّ من قضيبَيْ الزجاج والابونيت ؟
* كما هو معلوم تتكهرب كويرة نوّاس كهربائي بلمسها لقضيب مكهرب إلاّ أنّها لا تبقى ملتصقة بطرف القضيب بل تندفع مبتعدة عنه. بمَ أفسّر ذلك ؟

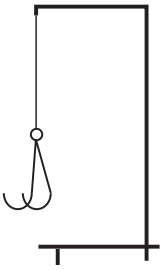
أجـرّب وألاحظ

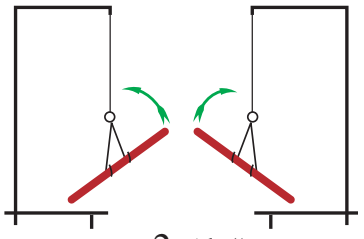
◈ أتزوّد بالمعدّات التالية :
– قضيبان اثنان من الإبونيت أو البلكسيقلاص
– قضيبان اثنان من الزجاج
– قطعة من الفراء وأخرى من الحرير
– حاملان يتكوّن كلّ منهما من ركاب معلّق بخيط رقيق من الحرير. (**الشكل**1).

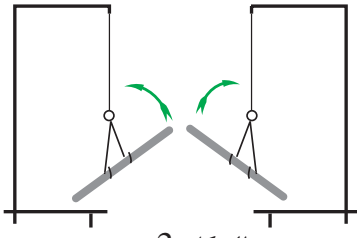
◈ أكهرب قضيبَيْ الإبونيت أو البلكسيقلاص بالإحتكاك (باستعمال قطعة الفراء طبعا) ثمّ أضع القضيبين متجانبيْن كلّ منهما على ركابٍ جاعلا طرفيهما المدلّكين متقابلين فيحدث بينهما تنافر في الحين. (**الشكل**2)

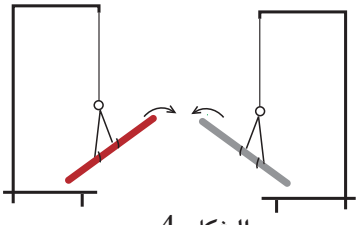
◈ أعيد نفس التجربة باستعمال قضيبَيْ الزجاج بدل الإبونيت وأسجّل ما ألاحظ.(**الشكل**3).

◈ أعيد نفس التجربة ولكن باستعمال قضيبَيْن مختلفين، أحدهما من إبونيت أو بلكسيقلاص والآخر من زجاج فلا يحدث أيّ تنافر بل يتجاذب الطرفان المتكهربان. (**الشكل**4).


الشكل 1


الشكل 2


الشكل 3


الشكل 4

أحلّل وأفسّر

في التجربتين الأولى والثانية، تنافُرُ طرفيْ القضيبين المتطابقين والمدلّكين بنفس قطعة القماش يدلّ على ظهور نفس نوع الكهرباء عليهما. أمّا التجاذب المسجّل في التجربة الثالثة بين طرفيْ القضيبين المختلفين فهو دليل على أنّ الكهرباء التي تظهر على الطرف المدلّك لقضيب الزجاج بالاحتكاك تختلف عن تلك التي تظهر على قضيب الإبونيت أو البلكسيقلاص.

فعلا لقد أثبتت التجارب العلميّة أنّه ينتج عن التكهرب بالاحتكاك ظهور كهرباء إمّا مماثلة للكهرباء المرتبطة بتكهرب الزجاج أو مماثلة للكهرباء المرتبطة بتكهرب الإبونيت.

أستنتج

الكهرباء نوعان:

- **الكهرباء الزجاجيّة وهي من نوع تلك التي تظهر على مادّة الزجاج بالاحتكاك.**
  مثال : مَرْو (بلّور الصخر) مدلّك بالقطن.
- **الكهرباء الراتنجيّة وهي من نوع تلك التي تظهر على مادّة الراتنج بالاحتكاك.**
  مثال : قضيب إبونيت أو بلكسيقلاص مدلّك بقطعة فراء.
- **تتنافر كميّتا كهرباء من نفس النوع بينما تتجاذبان كلّما كانتا من نوعين مختلفين.**

أقيّم مكتسباتي

لديّ قضيب (T) من مادّة الميكا مكهرَب بالاحتكاك.

1. لأتعرّف على نوع الكهرباء التي يحملها طرفه المدلّك أقترح تجربة بسيطة باستعمال المعدّات المناسبة من القائمة التالية : قضيب إبونيت، قضيب من زجاج، قطعة فراء، قطعة حرير وركابان.
2. إذا كنت قد استعملت واحدا من قضيبيْ الزجاج والإبونيت في التجربة المقترحة أبيّن التفاعل الذي سيحدث بين القضيب(T) والقضيب الثاني بعد تكهربه بالإحتكاك.

الشحنة الكهربائيّة

أتأمّل وأتساءل

* لماذا يُنعت أحد قطبَيْ العمود الجاف بالقطب الموجب والآخر بالقطب السالب ؟
* لتفادي خطر الصواعق يُثبّت على البناية العالية جهاز يُسمّى دافع الصواعق. ما هو مبدأ اشتغاله ؟

أجرّب وألاحظ

◈ بالرجوع إلى مختلف التجارب التي قمت بها إلى حدّ الآن حول التكهرب بالاحتكاك سواء باستعمال النوّاس أو باستعمال المكشاف الكهربائي ألاحظ أنّ حدّة انحراف كويرة النوّاس أو الورقة المعدنيّة للمكشاف تختلف من حالة إلى أخرى حيث تزداد مع مدّة عمليّة تدليك قضيب من الزجاج بقطعة حرير مثلا.

بالتالي أستخلص أنّ كميّات الكهرباء تختلف من حالة إلى أخرى.

أحلّل وأفسّر

لتفسير الاختلاف المسجّل بين كمّيات الكهرباء أسلّم بأنّ كلّ كمّية الكهرباء التي تظهر على الزجاج بالاحتكاك متكوّنة من كميّات صغيرة جدّا متطابقة وغير قابلة للتجزئة تسمّى الواحدة منها شحنة كهربائيّة بسيطة يرمز لها بالحرف اللاتيني « e ».

بالتالي فإنّ أيّ كميّة كهرباء زجاجيّة هي شحنة كهربائيّة متكوّنة من عدد معيّن n من شحنات كهربائيّة بسيطة يُرمَز لها بالحرف اللاتيني « q » :

$$q = n.e$$

للتمييز بين نَوعَي الكهرباء تنعت الشحنة المجسّمة للكهرباء الزجاجيّة بالشحنة الموجبة $(q > 0)$ والشحنة المجسّمة للكهرباء الراتنجيّة بالشحنة السالبة $(q < 0)$

إذنْ تُكتَب الشحنة الموجبة : $q = + n.e$

أمّا الشحنة السالبة فتكتبُ : $q = - n.e$

الشحنة الكهربائيّة قابلة للقيس، وحدة قيسها الكولون ورمزها « C ».

قيمة الشحنة الكهربائيّة البسيطة :

$$e = + 1{,}6.10^{-19}\ C$$

ملاحظة : رغم أنّ الشحنة الكهربائيّة التي نحصل عليها بالتكهرب تحتوي عددا كبيرا من الشحنات الكهربائيّة البسيطة تبقى قيمتها صغيرة وهذا ما يبرّر استعمال بعض قواسم الكولون كوحدات قيس أخرى:

* المِكروكولون (μC) : $1\mu C = 10^{-6} C$
* المِلّيكولون (mC) : $1mC = 10^{-3} C$

أستنتج

- الشحنة الكهربائيّة مقدار فيزيائي يُجسّم كميّة الكهرباء التي تظهر على جسم مُكهرب.
- الشحنة الكهربائيّة مقدار قابل للقيس، وحدة قيسها الكولون (C)
- الشحنات الكهربائيّة نوعان: الشحنات الموجبة والشحنات السالبة.
- للشحنة الكهربائيّة قيمة مطلقة مضاعفة لقيمة الشحنة الكهربائيّة البسيطة :

$$|q| = n.e \quad , \quad n \in IN^*$$

- تتنافر شحنتان كهربائيتان من نفس العلامة بينما تتجاذبان كلّما كانتا من علامتين مختلفتين.

أقيّم مكتسباتي

إذا علمت أنّ الشحنة الكهربائيّة الموجبة التي ظهرت على قضيب من الزجاج إثر تدليكه بقطعة من الحرير ذات قيمة تساوي $0{,}032\ \mu C$

1. أبحث عن عدد الشحنات البسيطة المكوّنة للشحنة $q = 0{,}032\ \mu C$
2. أبيّن أنّ الشحنة التي تظهر على قطعة الحرير ذات علامة سالبة.

الخلاصة

- يمكن أن تحدث ظاهرة التكهرب بالاحتكاك او بالتماس.
- الإضافة إلى المكشاف الكهربائي يستخدم النوّاس الكهربائي كأداة كاشفة لظاهرة التكهرب.
- كلّ جسم متكهرب يحمل شحنة كهربائيّة ذات قيمة مطلقة مضاعفة لقيمة الشحنة الكهربائيّة البسيطة :

$$|q| = n.e \quad , \quad n \in IN^*$$

- الشحنة الكهربائيّة مقدار فيزيائي قابل للقيس ووحدة قيسها الكولون (C) .
- تتجاذب شحنتان كهربائيتان كلّما كانتا من علامتين مختلفتين بينما تتنافر كلّ شحنتين كهربائيتين لهما نفس العلامة.

أعوّل على نفسي :

أتمرّن على حلّ المسائل

تمرين رقم 1

أعد كتابة البيانات التالية ثمّ ضع علامة (×)أمام كلّ مقترح صحيح منها :

1. نحصل على الكهرباء الساكنة بواسطة تكهرب الأجسام. ☐
2. لا يتكهرب جسم ماديّ إلاّ بالاحتكاك. ☐
3. التكهرب بالتماس طريقة عمليّة لظهور الكهرباء الساكنة. ☐
4. النوّاس الكهربائي أداة تدلّ على تكهرب الأجسام. ☐
5. كلّ جسم ماديّ متكهرب ناقل للكهرباء. ☐
6. كلّ جسم متكهرب بالتماس يحمل شحنة ☐
7. لا يتنافر جسمان إلاّ إذا كانا حاملين لشحنتين كهربائيتين لهما نفس العلامة. ☐

تمرين رقم 2

تبيّن المقترح الصحيح من بين الاختيارات المتعدّدة التالية :

1. كلّ قضيب زجاجي متكهرب بالاحتكاك يجذب له :
   * كلّ قضيب زجاجي آخر متكهرب بنفس الطريقة.
   * كلّ قضيب إبونيت متكهرب بالاحتكاك.
   * كلّ قضيب زجاجي آخر تكهرب بالتماس مع قضيب إبونيت متكهرب بالاحتكاك.
2. ينتج عن تكهرب الأجسام الماديّة :
   * ظهور كمّية من الكهرباء الساكنة.
   * ظهور شحنة كهربائيّة سالبة وشحنة كهربائيّة موجبة في نفس الوقت.
   * ظهور شحنة كهربائيّة سالبة أوشحنة كهربائيّة موجبة.
3. تحمل الكويرة A لنواس كهربائي شحنة كهربائيّة سالبة وتحمل الكويرة B لنوّاس كهربائيّ ثان شحنة كهربائيّة موجبة. عندما نقرّب النوّاسين من بعضهما بلطف :
   * يحصل تنافر بين الكويرتين A و B .
   * تتجاذب الكويرتان A و B .
   * لا يحصل أيّ شيء .
4. لدينا ثلاثة أجسام A ، B و C مشحونة كهربائيّا.
الجسم A يتجاذب مع الجسم B ويتنافر مع الجسم C.
عندما نقرّب الجسمين B و C من بعضيهما :
   * يحصل تنافر بينهما.
   * يحصل تجاذب بينهما.
   * تنتقل كمّية من الكهرباء من أحدهما إلى الآخر.
5. عند تكهرب قضيب من الإبونيت بقطعة فراء :
   * لا تتكهرب قطعة الفراء.
   * تظهر على قضيب الإبونيت شحنة كهربائيّة سالبة.
   * تظهر على قطعة الفراء شحنة كهربائيّة سالبة.

تمرين رقم 3

أكمل تعمير الجدول التالي بتحديد التفاعل (تجاذب أو تنافر) الذي يحصل بين كلّ قضيب من قضبان المدخل العمودي وكلّ قضيب من قضبان المدخل الأفقي.

	قضيب من الزجاج متكهرب بالاحتكاك	قضيب بليكسيقلاص متكهرب بالاحتكاك	قضيب إيبونيت متكهرب بالتماس مع قضيب بليكسيقلاص متكهرب بالاحتكاك
قضيب من الزجاج متكهرب بالاحتكاك			
قضيب من الزجاج متكهرب بالتماس مع قضيب إبونيت متكهرب بالاحتكاك.			

تمرين رقم 4

في حوزتنا جسم متكهربA وكويرة حديديّة B حاملة لشحنة كهربائيّة موجبة معلّقة بخيط دقيق عازل.

عندما نقرّب الجسمين من بعضهما تندفع الكويرة B نحو الجسم A إلى حدّ التماس ثمّ تبتعد عنه.

فسّر ما حدث مبيّنا علامة الشحنة الكهربائيّة التي كانت تحملها الكويرة في البدء.

تمرين رقم 5

يحمل جسم مادّي شحنة كهربائيّة ذات قيمة تساوي $q = 4,8.10^{-14} C$

1. ذكّر بقيمة الشحنة الكهربائيّة البسيطة .
2. إبحث عن عدد الشحنات الكهربائيّة البسيطة المكوّنة للشحنة q
3. قارن ذلك العدد بعدد الشحنات البسيطة المكوّنة للشحنة $q' = - 4,8.10^{-14} C$

تمرين رقم 6

باستعمال جسمين A_1 و A_2 متكهربين قمنا في المخبر بالتجربتين التاليتين:

* التجربة الأولى: قرّبنا الجسم A_1 من جسم آخر B متكهرب فتجاذبا.
* التجربة الثانية: جعلنا الجسم A_2 يلامس جسما آخر C غير متكهرب.

علما أنّ الشحنة الكهربائيّة التي يحملها كلّ من الجسمين A_1 و A_2 موجبة :

1. حدّد علامة الشحنة الكهربائيّة التي يحملها الجسم B مع تعليل الإجابة.
2. بيّن أنّ الجسم C يصبح حاملا لشحنة كهربائيّة محدّدا علامتها.
3. بيّن ماذا سيحدث إن قرّبنا بعد ذلك الجسم B من الجسم C .

أجرّب بنفسي

أصنع مكشافا كهربائيّا

*** أتزوّد بالمعدّات التالية :**

قنّينة زجاجيّة صغيرة الحجم، سلك معدني صلد، رقيقة ألومنيوم مثل التي تُستعمل في المطبخ للفّ، رقيقة معدنيّة مثل التي تُستعمل للفّ الحلوى، قلم جاف مع قطعة من الحرير، ورق كرتون، شريط لاصق، غراء، زرديّة ومقص.

* أصنع من ورق الكرتون قرصا قياسه تماما بقياس فوهة القنّينة.

* أطْو أحد طرفَيْ السلك الصلد بزاوية قائمة وأسلك الطرف الآخر عبر مركز القرص الكرتونيّ ثمّ أثبّت السلك بمركز القرص بالغراء.

* أقصّ شريطا من الرقيقة المعدنيّة ثمّ ألصق مركزه على طرف السلك المطوي كما في الشكل1.

* بواسطة الشريط اللاصق، أثبّت القرص الكرتوني حامل السلك والشريط على فوهة القنّينة كما في الشكل2

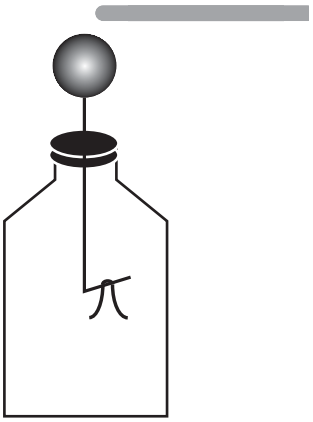
* أكوّر رقيقة الألومنيوم على شكل كُعبُرة (كويرة) ثم أغرز رأس السلك الصلد فيها كما في الشكل3.

* أكهرب القلم الجاف بالاحتكاك وذلك باستعمال قطعة الحرير طبعا ثمّ أقرّب الطرف المكهرب من كعبُرة الألومنيوم فألاحظ أنّ طرَفَيْ الشريط المعدني يتنافران كما في الشكل4. هكذا أتثبّت من أنّ مكشافي الكهربائي أصبح وظيفيا.

الشكل 1

الشكل 2

الشكل 3



الشكل 4

هل من مزيد

الكهرباء الساكنة

حتّى القرن الثامن عشر لم تحظَ الكهرباء إلاّ باهتمام قلّة من العلماء. وقد أدرك اليونانيون القدماءُ بعض الظواهر الكهربائيّة، فالفيلسوف طاليس حوالي 600 ق م، لاحظ عندما حكّ قطعة من الكهرَمان (العنبر) بقطعة قماش، أنّها صارت تجذب ريش الطيور، والخيوط، وزغب الصوف أو القطن. لكنّ نظرة غالبيّة الناس إلى هذه الظاهرة لم تزد على أنّها أمرٌ غريبٌ ثانويُّ الأهميّة.

وليام جلبرت (1544-1603)

وكان من أوائل العلماء في تقصّي الظواهر الكهربائيّة وليام جلبرت طبيب الملكة إليزبيت الأولى، ملكة أنقلترا. وقد بيّن جلبرت بأنّ الكهرمان ليس وحده الذي يستطيع جذب الأشياء الخفيفة عندما يحكّ، بل للزجاج والكبريت أيضا القدرة نفسها. وقد اشتقّ جلبرت تسمية لقوّة الجذب المجهولة هذه من لفظة «إلكترون» –إسم الكهرمان باليونانيّة، (ونحن حذونا حذوه في العربيّة باشتقاق «كهرباء» من كهرمان).

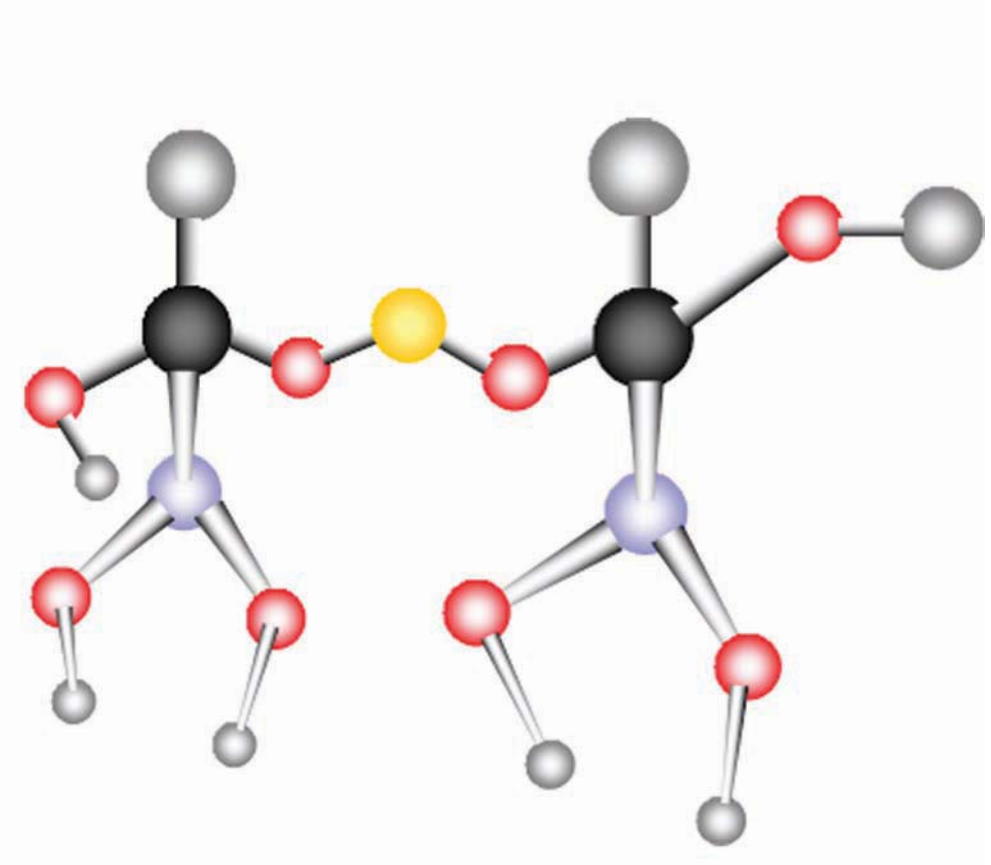
شارل دوفييه (1698-1739)

وعلى مدى قرن ونصف لم يُعر إلاّ قلّة من العلماء كثير اهتمام بالكهرباء. ثمّ في العام 1733، وجد الكيميائي والفيزيائي الفرنسي شارل دوفييه أنّه بينما تتجاذب بعض الأجسام عند الحكّ، فإنّ الأجسام المتماثلة تتنافر.

فإذا كهربَ قضيبان من الكهرمان بالحكّ مثلا، فإنّهما يتنافران عند تقريب أحدهما إلى الآخر. لذلك، جزم دوفيه بأنّ الكهرباء سيّال من نوع ما، وأنّ هنالك نوعين منها، الأوّل : كهرباء «زجاجيّة» تتولّد عن حكّ الزجاج والبلّور والشعر أو الصوف، والثاني : كهرباء «راتنجيّة» تتولّد في الكهرمان والحرير، وأنّ النوعين المختلفين يتجاذبان بينما المتماثلان يتنافران.

من موسوعة التطبيقات العلمية الميسَّرة

المـادّة في الطبيعة



الذّرة والاحـتراق

الـرّموز الكيميائيّة

المحاليل الشارديّة

مكتسباتي القبليّة

المعارف

1- أحدّد الحالة الفيزيائيّة الّتي يوجد عليها جسم ما.
2- أعرّف الجسم النّقيّ.
3- أذكر بعض التّحوّلات الفيزيائية للمادّة.
4- أعدّد خاصيّات الأجسام الغازيّة والأجسام السّائلة والأجسام الصّلبة.
5- أذكر أهميّة الأكسجين في عمليّة الاحتراق.
6- أعرّف الكتلة والحجم.
7- أعرّف الكتلة الحجمية للأجسام.
8- أعرّف الهباءة والجسم النّقيّ الهبائي.

المهارات

1- أقوم بتجارب تبيّن مختلف التحوّلات الفيزيائيّة.
2- أقوم بإثبات وجود ثاني أكسيد الكربون.
3- أتعرّف إلى منتجات عمليّة الاحتراق.
4- أتعرّف إلى الاحتراق التّام وإلى الاحتراق غير التّام من خلال نتائجه.
5- أقيس كتلة جسم وحجمه.
6- أميّز بين المنحلّ والمحلّ.
7- أقوم بتجارب انحلال.
8- أتعرّف إلى المزيج المتجانس والمزيج غير المتجانس.
9- أفصل بين مكوّنات المزيج.
10- أفسّر ظاهرة الانحلال بتقطّع المادّة.
11- أشغّل موقدا غازيّا.
12- أدرك مخاطر الاحتراق غير التّام على الحياة والبيئة.

الـــذّرة والاحـــــتراق

8- المحروقات : أنواعها ، مصادرها واستعمالاتها
9- نقل المحروقات وتخزينها والحماية من مخاطرها
10- التّفاعل الكيميائي
11- الذرّة
12- بنية الذرّة

- فيم تتمثّل عمليّة تكرير النفط ؟ وما الفائدة منها ؟
- لماذا ينصح دائما بالاقتصاد في استهلاك المحروقات ؟
- ما الذي يجعل منتجات عمليّة الاحتراق تختلف عن المُحْرِق والـمحروق ؟
- لماذا كلّ ذلك الاهتمام بالغاز الطبيعي في مختلف أنحاء المعمورة رغم كثرة الاحتياطات الواجب اتّخاذها في كلّ أطوار استغلاله ؟
- هل الاحتراق تحوّل فيزيائي أم كيميائي ؟
- ما الفرق بين الهباءة والذرّة ؟

8 المحروقـــات : أنواعها، مصادرها واستعمالاتها

أتـــأمّل وأتســـاءل

ما هي المـــادّة الموجودة داخل قارورة الغاز المنزليـــّة ومـا هو مصدرها ؟
لماذا تسمّى تلك القارورة «قارورة غاز» في حين عند تحريكها يُسمع خريرُ سـائل ؟ هل هو نفسـه السّـائل الّـذي تحتوي عليه ولاّعة الجيب ؟

لماذا ذلك التنوّع للمحروقات الموجودة بمحطّة تزويد السيارات بالوقود ؟ وما هي مصادرها ؟

تُستخرج من النفط محروقات عديدة.
ما هي تلك المحروقات ؟ وكيف يتمّ الحصول عليها ؟
ما هي مجالات استعمالاتها ؟

لا تزال الكثير من العائلات في بلادنا تستعمل الفحم في العديد من الأغراض المنزليّة (التدفئة، التّسخين، الطّهي...)
ما هو مأتاه ؟ وكيف نحافظ على جودته ؟

أبحث وأتأكّد

أقوم ببحث وثائقي في الغرض وذلك بالرّجوع إلى مصادر مختلفة من كتب ومجلاّت وشبكة الواب وببحث ميدانيّ إن أمكن (الاتّصال مثلا بالوكالة التّونسيّة للطّاقة، زيارة معمل تكرير النّفط ببنزرت، محطّة الهواريّة لضخّ الغاز الطّبيعي، زيارة حقل من حقول استخراج النّفط ببلادنا...)

أستنتج

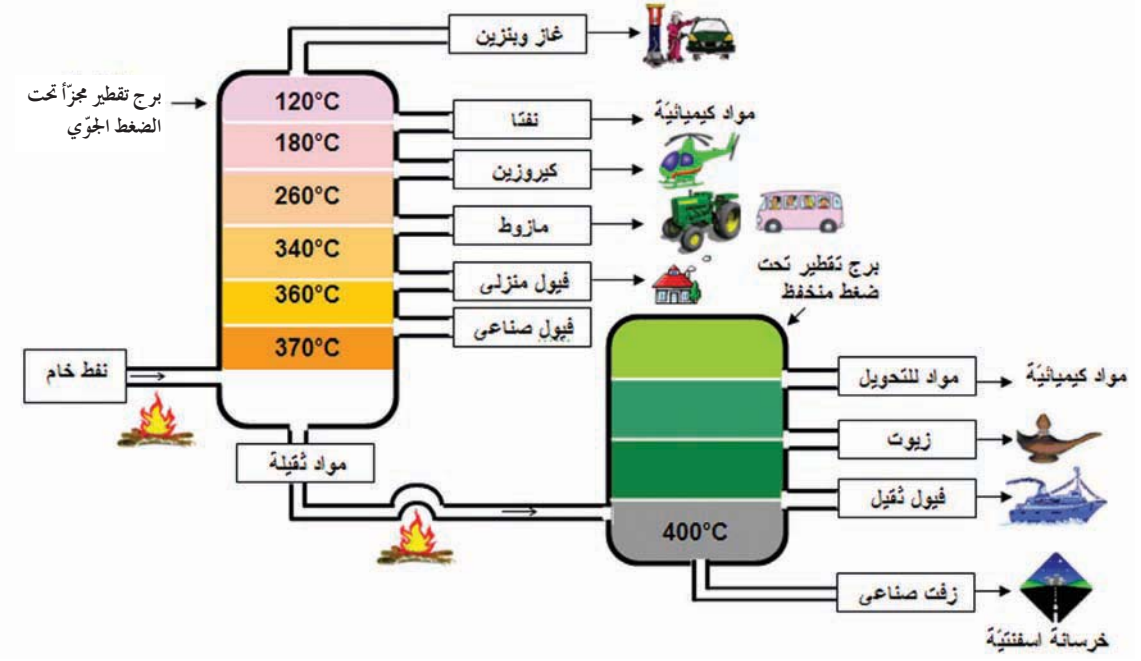
المحروقات المستعملة متعدّدة، فمنها ما هو سائل كالبنزين والفيول ومنها ما هو غاز كالبوتان والميتان ومنها ما هو صلب كالفحم والحطب.

أهميّة المحروقات مرتبطة بوفرتها وبمجالات استعمالها وتعدّدها :

المحروق	مجالات استعماله	المصدر
الفحم	استعمالات منزليّة بالأساس	تفحّم الحطب في فرن (طريقة صناعيّة) أو في مفحمة (طريقة تقليديّة تعرف في بلادنا باسم المردومة.)
الفحم الحجري	إنتاج الكهرباء – صناعة الفولاذ – صناعة المعادن– التّسخين– التّدفئة المنزليّة– إنتاج بعض المحروقات الغازيّة (الهيدروجين – الايتان...)	مناجم صخور طبقيّة من أصل نباتي سوداء أو بنيّة اللّون.
البوتان والبروبان	استعمالات منزليّة بالأساس.	النفط (البترول) : سائل يتكوّن من بقايا النباتات والحيوانات الموجودة تحت رسوبات متراكمة.
البنزين	السيارات	
البارافين	الشمعة	
الكيروزين	الطائرات	
المازوت	الجرارات – الباخرات – آلات التّسخين.	
الغاز الطبيعي (مزيج متكوّن أساسا من الميتان ومن كميات قليلة متفاوتة من البروبان والبوتان والإيتان)	الطّبخ – التّسخين – التدفئة.	يتكوّن الغاز الطبيعي إثر تخمّر موادّ عضويّة (بقايا النباتات والحيوانات البحريّة الدّقيقة) ويوجد بين طبقات الصّخور العميقة في باطن الأرض. ويأتي في مصدرين : – الغاز المرافق للنّفط والّذي يفصل عنه ويُجمع من الإفرازات. – الغاز الحر (وهو أكثر وفرة من الغاز المرافق) المستخرج من آبار برّيّة أو بحريّة منفصلة عن آبار النّفط.

أقيّم مكتسباتي

بالاعتماد على ما حصلت عليه من مكتسبات وبالاستناد إلى الوثيقة التّالية، أعدّد المحروقات المستخرجة من النّفط وأحدّد مجالات استعمالاتها.



9 نقل المحروقـــات وتخزيـنها والحمـاية من مخـاطرها

أتـأمّل وأتســاءل

تُستعمل أحيانا رغوة الصّابون للتأكّد من عدم تسرّب البوتان خارج قارورة الغاز. ما الغاية من ذلك؟ وماذا يمكن أن ينجم عن تسرّب الغاز ؟

ماذا يعني الرّمز المجسّد في الشكل المقابل ؟

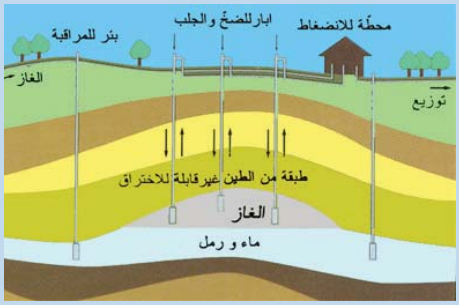
في عدّة حصص إذاعيّة وتلفزيّة يُنصَحُ بتغيير الأنبوب الّذي يوصل غاز البوتان إلى جهاز استهلاكه بصفة متجدّدة.
ما الغاية من ذلك ؟ وماذا يمكن أن يحدث في صورة ما إذا تمادينا في استعمال أنبوب مُتقادم ؟

لماذا لا نترك قارورة الكحول المنزلي مفتوحة وخاصّة بجانب مصدر حرارة ؟

مطفأة الحرائق لازمة في كلّ مكان يرتاده العموم. لماذا ؟

أبـحث وأتــأكّد

أقوم ببحث وثائقي في الغرض وذلك بالرّجوع إلى مصادر مختلفة من كتب ومجلاّت وشبكة الواب وببحث ميدانيّ إن أمكن (الاتّصال مَثَلا بالوكالة الوطنيّة لحماية المحيط، بوكالة الحماية المدنيّة...)

المحروق	طريقـة نقلـه وتخزينـه	
الغاز الطّبيعي	يُنقل الغاز الطبيعي عبر شبكات أنابيب ذات أقطار كبيرة وضغوط عالية كما ينقل مسيّلا في ميتانيّة (سفينة لنقل الميتان). يخزّن الغاز الطبيعي تحت الأرض وذلك بضخّه في طبقة من الرّمال أو الأحجار الإسفنجيّة. (أنظر الرّسم المقابل) كما يمكن تخزينه في المناجم النّاضبة من الملح.	
البوتان والبروبان	يتمّ تخزين البوتان والبروبان متمازجين على حالة سائلة وبنسب متفاوتة في قوارير وصهاريج حديديّة تحت ضغط عال.	

المحروق	طريقـة نقلـه وتخزينـه	
المحروقات النفطيّة	تُخزّن المحروقات النّفطيّة في خزّانات حديديّة كبيرة مركّزة عادة في معامل تكرير النّفط أو خارجها وتُنقل إلى محطّات التّوزيع للعموم في صهاريج خاصّة.	
الفحم	يخزّن في كهوف ومستودعات ويُنقل في أكياس إلى البيع للاستهلاك.	

الحماية من مخاطر المحروقات	
نوع المخاطر	المخاطر وقواعد السّلامة
خطر الحرائق	كلّ محروق غازي قابل للاشتعال حتّى في غياب محراق. لتجنّب الخطر النّاجم عن اشتعال المحروق يجب احترام العديد من قواعد السّلامة، منها ما يلي : 1 – اتّباع طريقة عمليّة سليمة عند تشغيل موقد غاز. 2 – إبعاد كلّ لهب وتفادي إحداث أيّ شرارة بالقرب من المحروقات. 3 – تخزين المحروق في مكان به هواء متجدّد. 4 – تركيز ظاهريّ للأنابيب النّحاسيّة النّاقلة للغاز الطّبيعي داخل أيّ محلّ. 5 – مراقبة سلامة الأنبوب المطّاطي الموصل قارورة البوتان بجهاز الاستعمال وتغييره في الآجال. 6 – تجهيز كلّ محلّ بمطفئة الحرائق.
خطر الانفجار	تتسبّب المحروقات الغازيّة وحتّى السّائلة منها (حيث إنّ المحروقات النفطيّة سهلة التبخّر) في حدوث انفجار إذا ما تسرّبت في فضاء مُغلق. لتفادي ذلك يجب احترام العديد من قواعد السّلامة منها ما يلي : 1 – تخزين المحروق في مكان به هواء متجدّد. 2 – مزج المحروقات الغازيّة من قبل المصنّع بشوائب ذات رائحة تمكّننا من التفطّن بالشمّ إلى أيّ تسرّب للغاز. 3 – مراقبة حفظ المحروق في خزّانه لتفادي أي تسرّب عرضي له في الفضاء المحيط به. 4– إبعاد كلّ لهب وتفادي إحداث أيّ شرارة بمكان الخزن. 5– عدم تشغيل موقد غازي قبل التثبّت من انعدام أيّ تسرّب للغاز عن طريق حاسّة الشمّ.

الحماية من مخاطر المحروقات	
نوع المخاطر	المخاطر وقواعد السّلامة
خطر الاختناق	يمكن أن يتسبّب الاحتراق غير التّام في الاختناق. وجب إذن الحرص على أن يكون الإحتراق المستغلّ تامّا. لذلك ينصح باحترام قواعد السّلامة. من أهمّ تلك القواعد نذكر ما يلي : 1 – صيانة الأجهزة المشتغلة بالغاز (أجهزة طبخ ، تدفئة، تسخين...) وذلك بتجهيز كلّ محراق بالنضاحة المناسبة وبتنظيفه. 2 – الحرص على ضبط الجهاز أو إشعار المِهني المختصّ للقيام باللاّزم كلّما لوحظ أنّ اللّهب المنبعث من محراق الجهاز غير نظيف. 3 – تهوئة كلّ فضاء نحتاج فيه إلى استغلال عمليّة احتراق. 4 – تركيز الأجهزة المشتغلة بالغاز في أمكنة بها هواء متجدّد بالإضافة إلى تزويدها بمنافذ مناسبة للتهوئة.

أستنتج

- رغم تعدّد ميادين استغلال المحروقات وأهميّتها، فالمخاطر النّاجمة عن الإستعمالات غير الواعية قد تؤدّي إلى كوارث بيئيّة وبشريّة كالحرائق والانفجارات والاختناق.
- الإستغلال المرشّد للمحروقات يتطلّب تخزينا مدروسا يأخذ بعين الاعتبار طبيعتها والعوامل الّتي من شأنها أن تتسبّب في احتراقها العرضي.
- تفاديا لكلّ خطر قد ينجم عن استغلال المحروقات يخضع كلّ تخزين لجملة من الاحتياطات الوقائيّة وتُضبط لكلّ استهلاك قواعد سلامة مناسبة.

أقيّم مكتسباتي

ما هي العوامل الّتي تتسبّب في الاشتعال العرضي للمحروقات الغازيّة ؟
لماذا يُمنع ترك محرّك السيارة يشتغل في محطّة البنزين أثناء تزويده بالوقود ؟

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

أجب بنعم أو لا :

1 – الغاز الطبيعي مزيج من عدّة غازات. ☐

2 – يحتوي النفط على أجسام نقيّة مركّبة. ☐

3 – عمليّة التّقطير المجزّإ للنفط هي عمليّة كيميائيّة. ☐

4 – توجد المحروقات في النّفط على ثلاث حالات فيزيائيّة. ☐

تمـرين رقم 2

أعِدْ كتابة البيانات التالية ثمّ ضع علامة × أمام كلّ مقترح صحيح :

1 – عمليّة التقطير المجزّأ للنّفط الخام تعطي :

أ – الفحم ☐

ب – البنزين ☐

ج – البارافين ☐

د – الكبريت ☐

2 – نوعيّة المحروقات المتأتّية من النّفط :

أ – هي نفسها مهما كان نوع النّفط. ☐

ب – مرتبطة بالحقل البترولي ☐

ج – مرتبطة بعمليّة التّكرير ☐

تمـرين رقم 3

أتعرّف في القائمة التّالية إلى الأجسام الّتي تعتبر من عائلة المحروقات مبيّنا الحالة الفيزيائيّة الّتي يوجد عليها كلّ منها في الطّبيعة :
الخشب، الماء، الفحم الحجري، الميتان، النّحاس، البروبان، البوتان، البنزين، الكيوروزين، المازوت، الكحول، الفحم، الهيدروجين.

تمـرين رقم 4

أربط بواسطة سهم المحروق بمصدره.

المحـــــــــروق	مصدره
■ البوتان	■ الخشب
■ الفحم	■ البترول
■ الغاز الطبيعي	■ ترسّب بقايا النباتات والحيوانات البحريّة على مدى السّنين.
■ الفحم الحجري	■ مناجم صخور طبقيّة من أصل نباتي.

تمـرين رقم 5

تُمثّل الأرقام المسجّلة في الجدول الموالي مجموعة من المحروقات وتمثّل الحروف مجموعة من أجهزة استعمالاتها.

	1	غاز البوتان	أ	دراجة ناريّة
	2	كيروزين	ب	شمعة
	3	بنزين	ج	طائرة
	4	بارافين	د	سيّارة
	5	فيول	و	سخّان

أسند لكلّ رقم محروق الحرف المناسب لجهاز استعماله.

تمـرين رقم 6

أعد كتابة البيانات التالية وأكمل الفراغات الموجودة في البيانات التّالية بما يناسب من العبارات : تفحّم الحطب – منجم صخري من أصل نباتي – مادّة البوتان– النّفط – الكيروزين – البنزين – المازوت – الفيول.

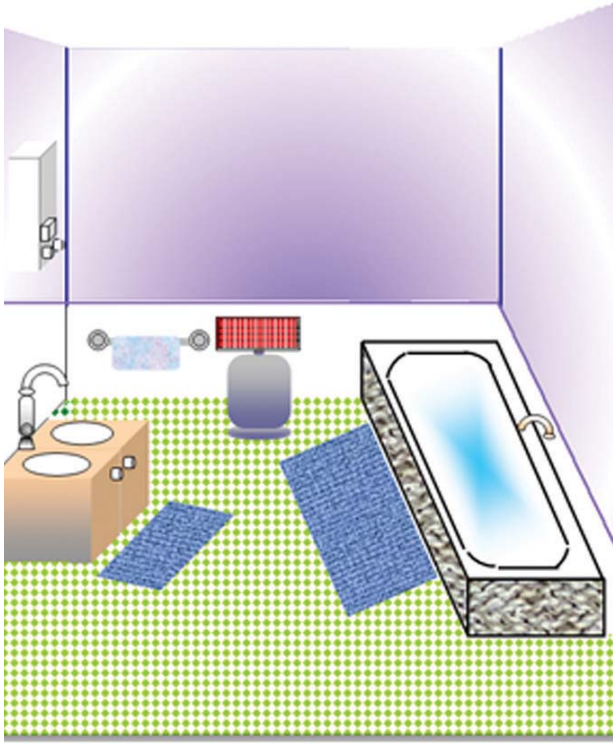
1 – يتأتّى الفحم من .....

2 – تحتوي ولاّعة الجيب على .....ومصدرها.....

3 – تستعمل الطّائرات ..... كوقود.

4 – توجد في محطّة البنزين عدّة محروقات مثل : .....

تمـرين رقم 7



أذكر مثالين من المحروقات المستعملة في المنزل ومصادرهما ؟

تمـرين رقم 8

في غرفة الاستحمام المرسومة بالصّورة المقابلة لم تحترم قواعد السّلامة الصحيّة. لماذا ؟
بيّن في فقرة موجزة، الإحتياطات الّتي يمكن اتّخاذها لتفادي الخطر.

النّفط

النّفط (أو البترول) هو سائل معدنيّ قاتم اللّون يحتوي على أجسام كيميائيّة منها الغازيّة كالبوتان والسّائلة كالبنزين والصّلبة كالزفت والقطران. يتكوّن النّفط إثر تحلّل بمعزل عن الأكسيجين لموادّ عضويّة (بقايا نباتات وحيوانات) متجمّعة تحت رسوبات صلبة متراكمة .

يتمّ تحويل بعض آبار النّفط المكتشفة (أو حقول النّفط) إلى آبار إنتاجيّة ويُجرى حفر آبار أخرى تتناسب مع اتّساع المكمن النّفطي ثمّ تُمدّ الأنابيب الّتي تصل بين الآبار إلى محطّة تجميع النّفط أين يقع ترقيده وتخليصه من المياه والشوائب العالقة به. وتُضخّ الكميّات المتجمّعة في خط أنابيب وتنقل إمّا إلى المصافي من أجل التّكرير أو إلى الموانئ البحريّة من أجل التّصدير.

يكتسب نقل النّفط الخام من الحقول المنتجة إلى المصافي أهميّة في مراحل عمليّات استكشافه وإنتاجه وإيصاله إلى المصافي فضلا عن نقل مشتقّاته إلى المستهلكين. وأهميّة هذا النّقل المزدوج نابعة من كون النّفط يستهلك في مناطق بعيدة عن مناطق إنتاجه. كما كرّست جهود كبيرة لتسهيل عمليّات النّقل من هذه الحقول إلى موانئ التّصدير فخصّصت ناقلات ضخمة ومتطوّرة لحمل النّفط وإيصاله إلى أماكن استهلاكه وأنشئت خطوط للأنابيب لتجنيب عبور النّاقلات المضائق المكتظّة مثل قناة السويس، نذكر أيضا في معرض نقل المشتقّات النّفطيّة : الاسطوانيّة الّتي ينقل ويوزّع بها غاز النّفط المسيّل وهو مزيج من البوتان والبروبان، وصفائح التوتياء والتنك لنقل وتوزيع البنزين والكاز، والبراميل والعلب لتوزيع زيوت التّشحيم والتّزييت وغيرها...

كما يعتبر تخزين النفط جزءا لا يتجزّأ من قطاع النّقل والمواصلات لما يتضمّنه من صعوبة في المحافظة على المحروقات من حيث الشروط الفنيّة الواجب توفّرها في المستودعات.

تقليديّا جرت العادة على تخزين المحروقات النّفطيّة في خزّانات حديديّة سطحيّة لكن الحاجة إلى تخزين كميّات كبيرة ولمدّة طويلة دفعت للاستعانة بأسلوب أكثر إغراء هو اللّجوء إلى التّخزين في باطن الأرض أو الجبال أو الهضبات وقد استخدمت في هذا المجال أربعة مواقع هي : المناجم النّاضبة من الملح، الاستخدام الجانبي للمناجم القائمة، الكهوف المتبقّية تحت الأرض من المناجم الخاصّة والتّخزين في مجمّعات المياه الجوفيّة.

من كتاب الطّاقة والتكنولوجيا الحديثة (بتصرّف)

الأسئلة :

1 ـ ما هي المحروقات الّتي يمكن استخراجها من النفط ؟
2 ـ ما هي وسائل النقل المستعملة لنقل تلك المحروقات ؟
3 ـ أين وكيف يخزّن البترول قصد استغلاله ؟

الغـــاز الطّبيـــعي

إنّ الغاز الطّبيعي هو من أحسن أنواع الوقود الموجودة في الطّبيعة لأنّه علاوة على قابليّته السّهلة للاحتراق لا يترك أيّة شوائب تؤثر في البيئة ويتوفّر في المناطق النّفطيّة.
يعثر على الغاز الطبيعي في تركيبات جوفيّة ويمكن تصنيفه ضمن فئتين رئيسيّتين هما الغاز المرافق للنّفط والغاز الحرّ (غير المرافق) المستخرج من آبار منفصلة بريّة أو بحريّة.
والميتان هو العنصر الرّئيسي في الغاز الطبيعي مع أنّ هناك مواد أخرى مثل الإيتان والبروبان والبوتان. وتوجد أحيانا في حقل الغاز الطبيعي سوائل البنزين الطبيعي وثاني أكسيد الكربون والأزوت والماء.

يشكّل الغاز الطّبيعي ، إضافة إلى استخدامه التّقليدي في المنازل للطّبخ والتّسخين والتّدفئة، مصدرا للطّاقة في العديد من المعامل والمصانع.
يُنقل الغاز الطّبيعي عبر شبكات الأنابيب ذات أقطار كبيرة وضغوط عالية حتّى عبر البحار والمحيطات، كما يمكن شحن الغاز الطبيعي بحرا في الحالات الّتي يصعب فيها نقله بواسطة خطوط الأنابيب فيتمّ نقله على حالة سائلة عبر سفن صنعت للغرض وتسمّى ميتانيات إلى محطّات تقع بالقرب من مراكز استهلاكه وتجري عمليّة توزيعه عبر خطوط الأنابيب أو تعبئته في أسطوانات صغيرة.

من كتاب الطّاقة والتكنولوجيا الحديثة (بتصرّف)

الأسئلة :

1 ـ ما هي خاصيات الغاز الطبيعي الّتي مكّنت من تصنيفه ضمن أحسن أنواع الوقود ؟
2 ـ أذكر بعض الأمثلة للمعامل أو المصانع الّتي يُستخدم فيها الغاز الطّبيعي كمصدر للطّاقة.
3 ـ لماذا يُنقل الغاز الطبيعي أحيانا مسيّلا في الميتانيات رغم ما يحفّ بذلك من مخاطر ؟

احتراق الكربون

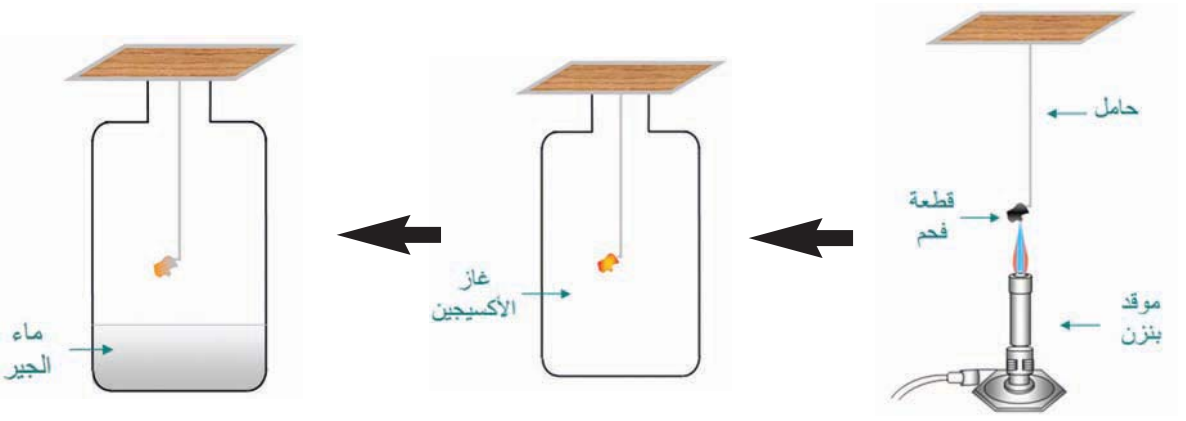
أجــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والموادّ التّالية :

* قطعة فحم
* حامل
* موقد كهربائي (أو موقد بنزن)
* قنّينة حاوية لغاز الأكسجين
* ماء الجير.

◈ أنجز التركيب المقابل

◈ أسخّن بقعة من قطعة فحم حتّى التوهّج ثمّ أدخلها في القنّينة الحاوية لغاز الأكسيجين فألاحظ أنّ قطعة الفحم تتأجّج بشدّة لمدّة من الزّمن وفي الأثناء يتعكّر ماء الجير ويكسو قطعة الفحم طبقة رقيقة من الرّماد.



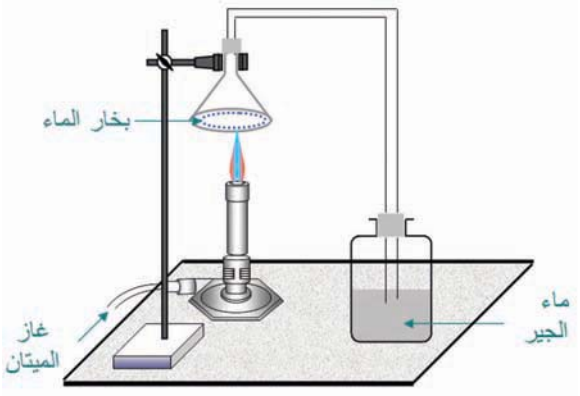
أفسّر ما حـدث

أثناء الاحتراق لم يتحوّل الفحم إلى حالة فيزيائيّة أخرى و لم ينحلّ جسم منهما في الآخر بل نفذ الأكسيجين وتآكل الفحم، وفي نفس الوقت ظهر ثاني أكسيد الكربون (الغاز الذي عكّر ماء الجير)، وهذا يعني تحوّل الفحم والأكسيجين إلى جسم جديد وهو ثاني أكسيد الكربون.
إذن، لا يمكن أن يكون احتراق الفحم في الأكسيين تحوّلا فيزيائيّا بل تحوّلا من نوع جديد يسمّى تفاعلا كيميائيّا.
نقول إنّ الفحم والأكسيجين تفاعلا معًا فنسمّي كلاًّ منهما متفاعلا.
أمّا ثاني أكسيد الكربون فهو الجسم الّذي نتج عن ذلك التّفاعل فنسمّيه منتجَ التفاعل.

كربـون + أكسيـجين ⟵ ثاني أكسيد الكربون
(المتفـاعلان) (منتج التّفاعل)

الإ حتراق التّام للميتان

أجـــرّب وألاحظ



- أنجز التركيب المقابل
- أشغّل موقد بنزن ثمّ أسحب بلطف فوهته تحت الـقـمـع.فـألاحـظ أنّ الجانب الـدّاخـلي للـقـمـع يغطّى شيئا فشيئا ببخار الماء، وفي الأثناء يُعكّر ماء الجير.

أفسّر ما حـدث

أعلم أنّه كلّما تحوّل جسم مادّي من حالة فيزيائيّة إلى أخرى أو انحلّ في الماء تحفظ طبيعته ولا تتغيّر تركيبته.
أثناء تجربة الاحتراق التام تفاعل الميتان والأكسيجين معًا لينتج عن ذلك ظهور جسمين جديدين وهما ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. إذن لا يمكن اعتبار احتراق الميتان في الأكسيجين تحوّلا فيزيائيا بل هو تفاعل كيميائي كالّذي حصل بين الكربون والأكسيجين.
نقول إنّ الميتان والأكسيجين لعبا دور المتفاعلين في عمليّة الاحتراق.
أما ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء فهما مُنتجَا ذلك التّفاعل.

ميتـان + أكسيجين ⟵ ثاني أكسيد الكربون + ماء
(المتفاعلان) (منتجا التّفاعل)

أَستـنـتـج

- التّفاعل الكيميائي هو تحوّل تختفي أثناءه أجسام وتظهر أجسام جديدة .
- تسمّى الأجسام المتفاعلة متفاعلات والأجسام الجديدة مُنتَجات التفاعل.
- الاحتراق في الأكسيجين مثال للتّفاعل الكيميائي.

أقـيّـم مكتسباتي

أنجز تجربة احتراق الكبريت

لوازم التجربة :

مسحوق الكبريت، سلك معدني، زرديّة، موقد بنزن (أو قدّاحة)، قنّينة ملئت أكسجينا ومحقنة.

التّجربة الأولى :

مستخدما الزرديّة، أقطع سلكا معدنيّا طوله 50 cm تقريبا وأثني أحد طرفيه لأشكّل حلقة صغيرة لا يزيد قطر تجويفها عن 0,5 cm .

* أغمس الحلقة في مسحوق الكبريت (لعلّي إذا بللتها من قَبْل أجعل المسحوق يلتصق بسهولة).
* أمسك السلك من طرفه الآخر ثمّ أشعل الكبريت.

ما لون لهب الكبريت أثناء الاحتراق ؟

التّجربة الثّانية :

* أعيد مراحل التّجربة الأولى ثمّ أدخل الكبريت المشتعل في قنينة الأكسيجين. فألاحظ أنّ الكبريت يشتعل بتوهّج مفرزا غازا لا لون له يُسمّى ثاني أكسيد الكبريت، أتعرّف إليه بالسّعال الّذي يثيره.

هام جدّا :

أسحب السلك المعدني وأغلق مباشرة القنّينة لكي لا أستنشق غاز ثاني أكسيد الكبريت.

أستغلّ التجربة المنجزة :

1 – أُثْبتُ أنّه حصل تفاعل كيميائيّ.
2 – أُحدِّدُ الأجسام المتفاعلة والأجسام المنتَجة.

الـذرّة

11

وجود الذرّة

أتأمّل وأتساءل

أعلم أنّ العديد من الأجسام الماديّة النقيّة مُتكوّنة من جزيئات مجهريّة متطابقة تُسمّى هباءات.
إن كانت الهباءة (هذا الجسيم الأصغر الذي يمكن أن ينتُج عن تقطّع المادّة) لا تتجزّأ، فكيف وبمَ أفسّر التفاعلات الكيميائيّة بين هباءات مختلفة ؟

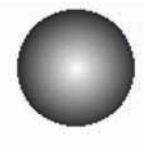
أسلّم بوجود الذرّة

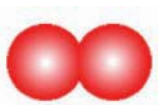
لأفسّر تفاعلا كيميائيّا أسلّم بأنّ الهباءة قابلة للتجزّء.
لقد أثبتت التجارب والأبحاث فعلا أنّ كلّ هباءة مُتكوّنة من عدد معلوم من الجزيئات تسمّى كلّ جزيئة منها ذرّة.
فهباءة الأكسيجين مثلا تتكوّن من ذرّتين متطابقتين (ذرّتا الأكسيجين)، أمّا هباءة ثاني أكسيد الكربون فهي تتكوّن من ذرّتَي أكسيجين وذرّة كربون.

أجسّد الذرّة والهباءة

لكي أجعل تركيبة الهباءة مُتاحة للعين المُجرّدة، أسند إلى الهباءة نموذجا تظهر فيه الذرّات المُكوّنة لها على شكل كويرات متماسكة.
للتمييز بين ذرّة وأخرى مُختلفة عنها في الهباءة الواحدة تُعطى للكويرات النماذج أحجام وألوان مُختلفة.

أمثلة :

ذرّة	الكربون	الأكسيجين	الهيدروجين	الكبريت	الكلور
النّموذج					
	كويرة سوداء	كويرة حمراء	كويرة بيضاء	كويرة صفراء	كويرة خضراء

هباءة	الأكسيجين	الكربون	ثاني أكسيد الكربون	الهيدروجين	الميتان	الماء
النموذج						

أَستـنـتـج

- تتكوّن الهباءة من جزيئات مجهريّة لا تتسنّى رؤيتها لا بالعين المُجرّدة ولا بالمجهر البصري وتسمّي الواحدة منها ذرّة.
- تنوّعُ الذرّات في الهباءة الواحدة مرتبط بطبيعة المادّة.
- لتجسيد الهباءات، تُمثل الذرّات بنماذج كرويّة الشكل.

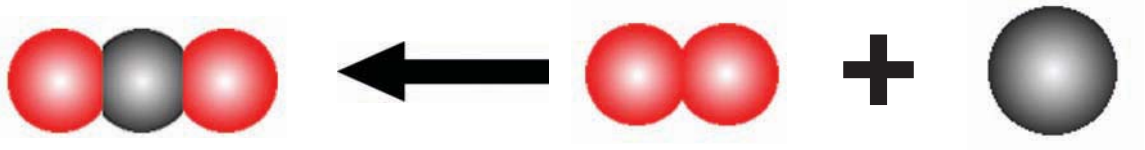
تمثيل احتراق الكربون باستعمال النماذج الهبائيّة

أجرّب وألاحظ

علمًا أنّ ثاني أكسيد الكربون هو مُنتج تفاعل الكربون مع الأكسيجين بالاحتراق، أبحث كيف أحصل على نموذج لهباءة ثاني أكسيد الكربون باستعمال نموذج هباءة الأكسيجين ونموذج ذرّة الكربون.
ألاحظ أنّه لا يمكن أن أحصل على نموذج هباءة ثاني أكسيد الكربون إلاّ بتفكيك نموذج هباءة الأكسيجين وتثبيت نموذجَيْ ذرّتيْ الأكسيجين المفكوكتين إلى نموذج ذرّة الكربون.

أَستـنـتـج

احتراق الكربون في الأكسيجين تفاعل كيميائيّ يُمَثِّلُ بالنماذج الهبائيّة كما يلي :



ذرّة كربون — هباءة أكسيجين — هباءة ثاني أكسيد الكربون

الأجسام النقيّة البسيطة والأجسام النقيّة المركّبة

أتأمّل وألاحظ

أتأمّل النماذج الهبائية لبعض الأجسام النقيّة في الشكل المُقابل من حيث التركيبة، فألاحظ أنّ هناك هباءات متكونة من ذرّات متطابقة مثل هباءات الأكسيجين والكلور والأوزون وهناك هباءات أخرى متكوّنة من ذرّات مختلفة مثل :

* هباءة الماء المتكوّنة من ذرّة أكسيجين وذرّتَي هيدروجين.
* هباءة ثاني أكسيد الكربون المتكوّنة من ذرّة كربون وذرّتَي أكسيجين.
* هباءة الميتان المتكوّنة من ذرّة كربون وأربع ذرّات هيدروجين.

الجسم النّقيّ	النموذج الهبائي
غاز الأكسيجين	
الماء	
غاز ثاني أكسيد الكربون	
غاز الكلور	
الميتان	
غاز الأوزون	

أستنتج

- **الأجسام الهبائية النقية نوعان :**

أجسام نقية ذات هباءات متكوّنة من ذرّات متطابقة، وتسمّى أجسام نقية بسيطة.

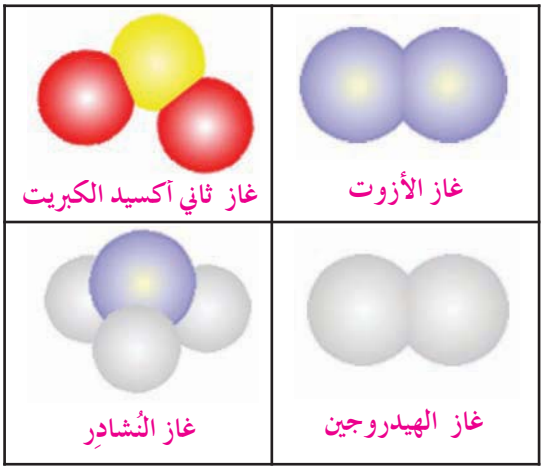
أمثلة : غازات الأكسيجين، الكلور، الأوزون...

- **أجسام نقية ذات هباءات متكوّنة من ذرّات مختلفة، وتسمّى أجسام نقية مُركّبَة.**

أمثلة : الماء، الميتان، ثاني أكسيد الكربون.

أقيّم مكتسباتي

بالاعتماد على نماذج الهباءات المرسومة على الشكل المقابل لأجسام نقية مختلفة، أصنّف تلك الأجسام إلى أجسام بسيطة وأجسام مُركّبة.



أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

أكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدلّ عليه كلّ من العبارات التالية :

1 – تحوّلٌ لجسمٌ نقي من حالة فيزيائيّة إلى حالة فيزيائيّة أخرى.

2 – تحوّلٌ تختفي أثناءه أجسام وتظهر أجسام جديدة.

3 – أجسام تختفي إثر تفاعل كيميائيٌّ.

4 – أجسام جديدة تظهر إثر تفاعل كيميائيٌّ.

5 – جسمٌ نقيٌّ متكوّنٌ من هباءات ذات ذرّات متطابقة.

تمـرين رقم 2

1 – اِنسخ الجدول التالي وأكملْه بما يناسب :

التفاعل الكيميائي	الأجسام المتفاعلة	مُنتجات التفاعل
احتراق الكربون	.....	ثاني أكسيد الكربون
الاحتراق التامّ لِـ.....	البوتان والأكسيجين	.....
احتراق الكحول	الكحول و.....	.....

تمـرين رقم 3

ضع علامة x كلّ بيان صحيح من المقترحات التاليّة :

1. تُمثَّلُ الذرّات والهباءات بنماذج كرويّة الشكل. ☐
2. كلّ جسم نقيّ يتكوّن من هباءات متطابقة يسمّى جسمًا نقيًّا بسيطًا. ☐
3. تتكوّن الذرّة من هباءة أو أكثر. ☐
4. تتكوّن الهباءة من ذرّة أو أكثر. ☐

تمرين رقـم 4

بالاعتماد على نماذج الهباءات المرسومة لأجسام نقية مختلفة، ضع علامة x أمام اسم كلّ جسم نقيّ مُركّب.

نموذج الهباءة							
الجسم النّقيّ		الإيتان		الأوزون		الأسيتيلين	

نموذج الهباءة							
الجسم النّقيّ		الهيدروجين		الكحول الأثيلي		الكلور	

تمرين رقـم 5

نعني بالذّريريّة عدد الذرّات المكوّنة للهباءة.

مثال : تتكون هباءة الماء من ذرّة أكسيجين ومن ذرّتَيْ هيدروجين فنقول أنّ ذريريّة هباءة الماء تساوي 3.

إبحث إذن عن الذريرية في الهباءات للأجسام التالية :

الهيدروجين، الأكسيجين، غاز النّشادر، ثاني أكسيد الكربون، الإيتان، الماء.

تمرين رقـم 6

ذرّة	قطرها $(10^{-10}\ m)$	كتلتها $(10^{-27}\ kg)$
الكربون	5,1	2
الهيدروجين	1	7,1
الأكسيجين	4,1	66,2
الأزوت	5,1	33,2

1. بالاعتماد على المعطيات المبيّنة بالجدول المقابل :

أ– أيّ من الذرّات أقلّ حجما ؟

ب– ابحث عن كتلة هباءة الماء وكتلة هباءة الميتان.

2. لدينا قطعة من الفحم ذات كتلة قدرها $m = 20\ g$

إن اعتبرنا أنّ القطعة متكوّنة من الكربون فقط.

أ– ابحث عن عدد ذرّات الكربون التي تحويها ؟

ب– ما هو الطول المتحصّل عليه، إن وضعنا ذرات الكربون جنبا إلى جنب وفي صفّ واحد.

أستغلّ وثيقة

الذرّة

تهتمّ الكيمياء بالإضافة إلى دراسة الأجسام المختلفة وخواصّها وتفاعلاتها المتبادلة، بالكشف عن المكوّنات الأساسيّة للمادّة والتي يطلق عليها اسم العناصر مثل الذهب والنحاس والكربون...
فإذا جزئت المادّة إلى قطع أصغر فأصغر سنحصل في النهاية على جُسيْمات صغيرة جدّا تحتفظ بخواصّ العنصر وتُسمّى الذرّات. وقد جاءت كلمة الذرّة من الأصل الإغريقي «atomos» التي تعني «الجزء الذي لا يتجزّأ» فالذرّة إذن هي أصغر جُسيم مادّي يمكن تمثيله بشكل كروي متناهي الصّغر لا يتعدّى قطره $\frac{1}{10^{10}}$ m.

الأسئلة

1 ـ بالاعتماد على النصّ، بيّن ما يدلّ على أنّ الذرّة جسيم لا يمكن رؤيته لا بالعين المجرّدة ولا بالمجهر البصري.

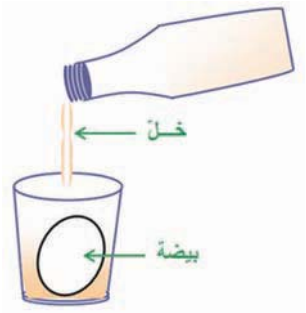
2 ـ هل تتكوّن كلّ الموادّ التي تحيط بنا من نوع واحد من ذرّات ؟ عللّ جوابك.

أجرّب بنفسي

كيف أزيل قشرة البيضة دون تكسيرها ؟

المعدّات والمواد :

بيضة غير مسلوقة– كأس زجاجيّة– خلّ.



أجرّب وألاحظ

* أضع البيضة في الكأس.
* أصبّ الخلّ في الكأس حتّى أغمر البيضة.
* بعد ثلاثة أيام، أخرج البيضة بعناية من الكأس وأعرضها في الضوء.
* أحاول رؤية ما بداخل البيضة.

أحلّل وأفسّر

1ـ أبيّن أنّ ما حدث ناتج عن تفاعل كيميائي وأحدّد المتفاعلات ؟

2– أتثبّت إن كان الخلّ قد تفاعل كذلك مع غشاء البيضة أم لا .

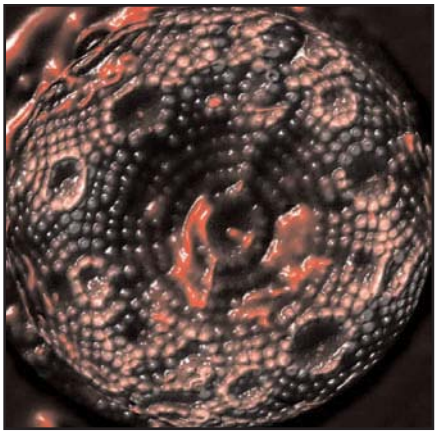
12 بنية الـذرّة

حجم الذرّة وكتلتها

أتأمّل وأَتساءل

بما أنّ الهباءة متكوّنة من مجموعة ذرّات فإنّه من البديهيّ أن تكون الذرّة أصغر من الهباءة، ولكن كيف السبيل إلى معرفة حجمها وكتلتها ؟

أبحث وأتأكّد


صورة لذرّات تنقستان أخذت بمجهر إلكتروني

بالقيام ببحث وثائقي في الغرض (على شبكة الواب، في المكتبات...) يظهر أنّه لكوْن الذرّة جسيْمٌ صغير جدّا لم يتأكّد الباحثون من وجوده إلاّ باستعمال مِجهَر إلكترونيّ خاصّ يتميّز بقدرته على مضاعفة الحجم الحقيقيّ بما قدره 50 مليون مرّة، كما يتّضح أنّ ذرّات العنصر الواحد (الأكسيجين مثلا) متطابقة في الحجم والكتلة ولكنّها تختلف قليلا عن ذرّات عنصر آخر (الكربون مثلا)، ولكن في كلّ الحالات لا يتجاوز قطر الذرّة الواحدة بعضَ أعشار النانومتر (nm)* ،أي بعض أعشار الجزء المليار من المتر.

أمّا الكتلة فهي متناهية في الصغَر وتقَدَّر ببعض الآحاد لـ 10^{-26} kg

* 1 nm = 10^{-9} m

أمثلة :

الذرّة	الهيدروجين	الأكسيجين	الكربون	الحديد	الرّصاص
قطرها (nm)	0,11	0,14	0,15	0,23	0,3
كتلتها 10^{-26} kg	0,2	2,7	2,0	9,3	34,5

ملاحظة :

ذرّة الهيدروجين هي أصغر وأخفّ ذرّة وذرّة الحديد هي من الحجم المتوسّط، أمّا ذرّة الرصاص فهي من الذرّات الكبيرة والثقيلة.

أستنتج

لا يتجاوز قطر الذرّة بعضَ أعشار النانومتر أمّا كتلتها فتتراوح حسب طبيعتها بين العُشُرَين وبعض الآحاد من القيمة 10^{-26} kg

أقيّم مكتسباتي

مع العلم أنّ الشرار المتطاير من نار الحطب عبارة عن حبّات كربون صغيرة ذات قطر يساوي 0,2 mm

1. أبحث عن عدد الذرّات المكوّنة لحبّة الكربون إذا اعتبرت أنّها متراصّة.
2. أحتسب كتلة حبّة الكربون.

مكوّنات الذرّة

أتأمّل وأتساءل

عند كهربة قضيب من الزجاج بالاحتكاك أعلم أنّ قطعة الحرير التي استعملت للتدليك تتكهرب كذلك باكتساب شحنة كهربائيّة سالبة عليها ولكن بم أفسّر علامتها المقابلة لعلامة الشحنة التي تظهر على قضيب الزجاج ؟

أبسط فرضيات

بما أنّ التكهرب لم يغيّر طبيعة المادّة حيث بقيَ زجاج القضيب المدلوك زجاجا والحرير حريرا يمكن أن أجزم أنّه لم يطرأ أيّ تغيير سواء في تركيبة الزجاج أو في تركيبة الحرير.

إذن يمكن أن أفترض انّ الذرّة نفسها تحوي على الأقلّ نوعين اثنين من الجسيمات: جسيمات تحمل شحنة كهربائيّة موجبة وأخرى تحمل شحنة كهربائيّة سالبة مقابلة للأولى وهذا ما يفسّر التعادل الكهربائي للمادّة.

بتأثير الاحتكاك إمّا أن تكون قطعة الحرير قد انتزعت من ذرّات الزجاج بعض الشحنات السالبة وإمّا أن يكون قضيب الزجاج قد انتزع بعض الشحنات الموجبة من ذرّات قطعة الحرير، وفي كلا الحالتين النتيجة واحدة حيث يصير قضيب الزجاج حاملا لشحنة كهربائيّة موجبة وتصبح قطعة الحرير حاملة لشحنة كهربائيّة سالبة.

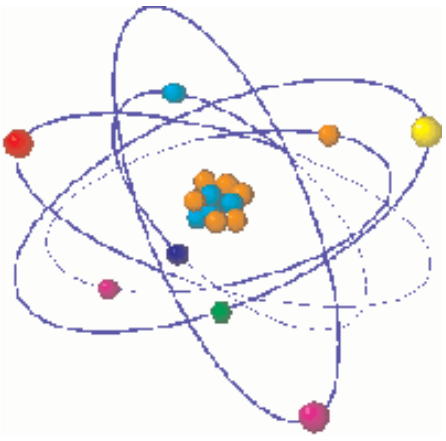
أبحث وأتأكّد

أقرأ الوثيقة العلميّة التالية :

مكونات الذرة

كلّ شيء مادّي في الكون، من حبّات الرّمل إلى أكبر الكواكب وأبعدها، يتألّف من جُسَيمات دقيقة تدعَى ذرّات. والذرّات من الصغَر والدقّة بحيث تستحيل رؤيتها بأقوى مِجهَر، ويمكن تصويرها فقط بواسطة مِجهَر المسح الإلكترونيّ الفائق القدرة جدّا، فالنقطة في نهاية هذه الجملة وحدَها قد تحوي أكثر من مِليارَيْ ذرّة. ولقد شهِد مفهوم الذرّة تطوّرات كبيرة عبر التاريخ، فكان مفكّرو اليونان منذ أكثر من ألفَي سنة يعتقدون بأن الذرّة تعني الجوهر الذي لا يتجزّأ إلى ما هو أصغر. وفي عام 1804 أعلن الكيميائي الإنقليزي جون دالتون (Dalton) نظريّته القائلة إنّ جميع الذرّات في العنصر الواحد (ذرّات الأكسجين مثلا) متطابقة تماما لكنّها تختلف عن ذرّات أي عنصر آخر (ذرّات الكربون مثلا) ... وقُبلَت هذه النظريّة لفترة من الزمن ولكن لم يمضِ وقت طويل حتّى راح الكيميائيون شيئا فشيئا يشكّون في صحّتها، وتحقّقت مصداقية هذا الشكّ حين أدّت تجارب العالم البريطاني ج.ج. طومْسُون سنة 1897 إلى اكتشاف جسيْمات دقيقة ، أخفّ 1836 مرّة من أصغر ذرّة معروفة وهي ذرّة الهيدروجين، سمّيَت الواحدة منها إلكترون لأنّها تحمل شحنة كهربائية. وقد اعتقد طومسون أنّ هذه الإلكترونات تتوزّع على سطح الذرّة كما حبّات الزبيب على قرص الحلوى.

في سنة 1911 حقّقَت تجارب العالِم إرنسْت رذرفورد (Ernest Rutherford) النّيوزيلَنْدي المَوْلِدِ أنّ الذرّة تتكوّن من نواة مركزية عالية الكثافة تدور حولها الإلكترونات في شبه غمامة ضخمة نسبيا خوائية في معظَمها، وتبيّن أنّ النواة تشغل حيّزا صغيرا جدّا داخلَ الذرّة، إلاّ أنّها تتركّز فيها غالبيّة كتلتها.



بعد عاميْن فقط من اكتشاف رذرفورد اقترح الفيزيائي الدّانماركي نيلْز بور (Niels Bohr) أنّ الإلكترونات هي جسيْمات مشحونة سلبا ومتناهية في الصغر تدوّم حول النواة المشحونة إيجابا في مدارات محدَّدة دون غيرها كما الكواكب حول الشمس، وهذه المدارات تنتظم في طبقات أو غلافات كما في الكرُمْب.

أمّا في عصرنا هذا فلقد أثبت الباحثون أنّ الذرّة متكوّنة من نواة حاملة لشحنة كهربائية موجبة ومجموعة من الإلكترونات حاملة لشحنة جمْلِية

مقابلة للأولى. تحوز النواة مركز الذرّة وتتركّز فيها معظم كتلتها، وذلك على الرغم من الحجم الصغير جدّا الذي تشغله، حيث يبلغ قطرها 1 على 100000 من قطر الذرّة. أمّا عن الإلكترونات فلقد اتّضح أنّه يستحيل التعرّف إلى طبيعة حركتها حول نواة الذرّة بل لا يمكن إلاّ تقدير مدى احتمال وجود الإلكترون الواحد منها بنقطة ما حول النواة في لحظة معيَّنة.

من موسوعة التطبيقات العلمية الميسَّرة بتصرّف

أستغلّ النصّ :

1. أحدّد المفاهيم التي وردت في النصّ بشأن الذرّة.
2. أبحث عن الأسباب التي حالت دون تبنّي العلماء لمفهوم واحد للذرّة عبر التاريخ.
3. أتثبّت من المكوّنات والخاصيات التي اتّفق حولها العلماء في هذا العصر بشأن الذرّة.
4. أتبيّن المفاهيم القديمة التي يتفق معها المفهوم الحالي في طبيعة مكوّنات الذرّة وأحدّد نقاط الاختلاف.
5. أتعرّف إلى الجسيمات القابلة للاقتلاع من الذرّة بالاحتكاك.
6. أبيّن أنّ انتزاع الشحنات السالبة هو الافتراض الصحيح لتفسير تكهرب الزجاج بالاحتكاك.

أستنتج

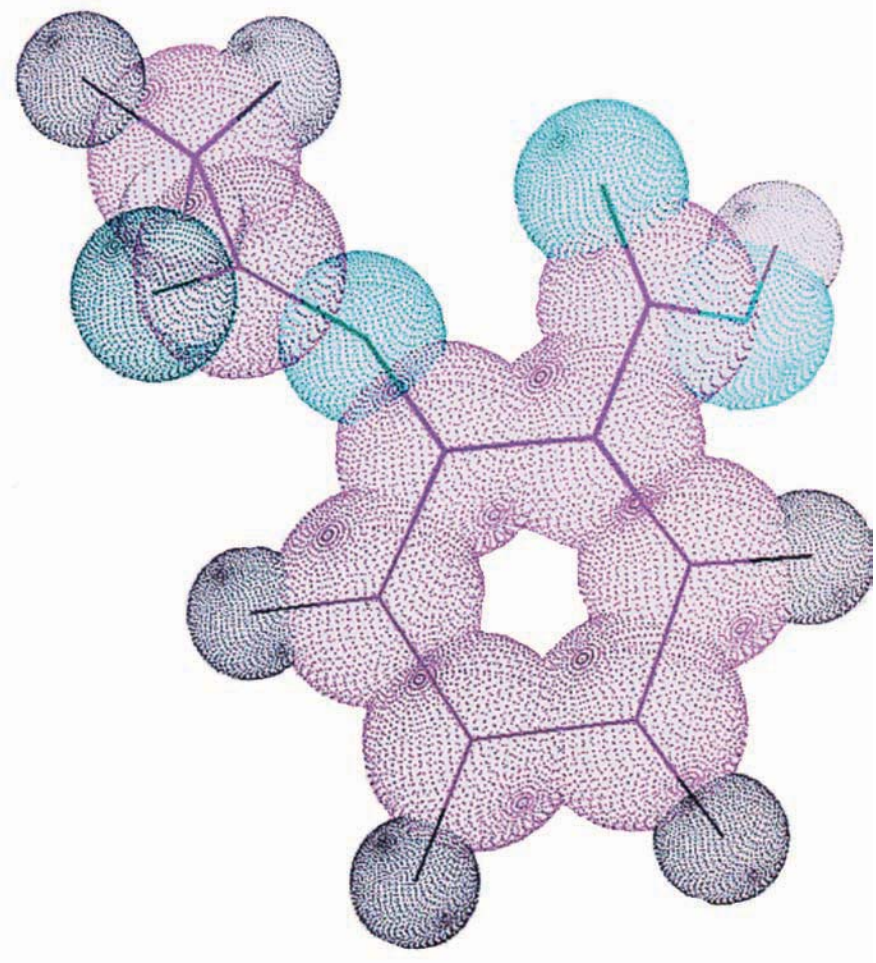
- **الذرّة متكوّنة من نواة مركزيّة موشّحة بمجموعة من الإلكترونات في حركة عشوائيّة دائمة حولها.**
- **كلّ الإلكترونات متطابقة إلاّ أنّ عددها هو الذي يختلف من مادّة إلى أخرى فهو إذن خاصيّة من خاصيّات الذرّة.**
- **للإلكترون الواحد كتلة صغيرة جدّا تساوي:** $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg
- **رغم أنّ قطر نواة الذرّة أصغر مائة ألف مرّة من قطر الذرّة نفسها فكتلة النواة هي نفسها كتلة الذرّة وذلك لأنّ كتلة أللإلكترونات مجمّعة قابلة للإهمال أمام كتلة النواة.**
- **للنواة شحنة كهربائيّة موجبة ولكلّ إلكترون شحنة سالبة مقابلة للشحنة الكهربائيّة البسيطة :** $q = -e$
- **الذرّة متعادلة كهربائيّا لأنّ جملة شحنة إلكتروناتها مقابلة لشحنة نواتها.**
- **النواة بكتلتها وشحنتها الكهربائيّة خاصيّة أخرى للذرّة.**

أقيّم مكتسباتي

أبحث عن عدد إلكترونات ذرّة الكلور مع العلم أنّ شحنة نواتها تساوي 27.10^{-19} C .

الـــرّموز الكـيميـــائيّة

13- رمز الذّرة والصيغ الكيميائيّة
14- معادلات التفاعلات الكيميائيّة



نموذج لهباءة الأسبيرين المتكوّنة من ذرّات كربون وهيدروجين وأكسيجين

- هل هناك كتابة عمليّة لإبراز تركيبة كلّ هباءة ؟
- ما المقصود بالكتابة CO_2 على لصيقة مطفأة الحرائق ؟
- من المعادلات المستعملة في العلوم هناك المعادلة الرّياضيّة والمعادلة الكيميائيّة. ما الفرق بينهما ؟

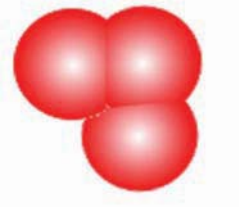
13 رمز الذرّة والصيَغ الكيميائيّة

أتأمّل وأتساءل

ما المقصود بالكتابة CO_2 على لصيقة مطفأة الحرائق وبالكتابة H_2SO_4 على قارورة حمض الكبريتيك وبتلك الكتابات المماثلة على لصائق معلّبات الأدوية ؟

أبحث وأتأكّد

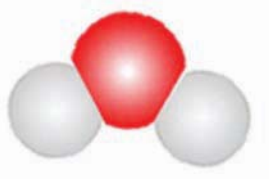
أدقّق النظر في الهباءات المُجسَّمة في الشكل المُقابل. لتمثيلها كتابيّا بطريقة عامّة يفهمها كلّ قارئ، أسند لكلّ منها صيغة مبنيّة على أساس أنواع الذرّات المكوّنة لها وعددها.



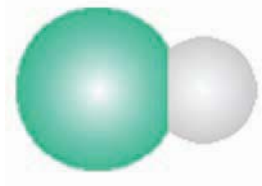
لذلك وجب إسناد رمز عامّ لكلّ ذرّة.

بالاستناد على الاصطلاح العالمي المعمول به يرمز إلى ذرّة :

* الهيدروجين بـ **H**، وهو الحرف الأوّل من اسمه اللاتيني **Hydrogène**
* الكربون بـ **C**، وهو الحرف الأوّل من اسمه اللاتيني **Carbone**
* الأكسيجين بـ **O**، وهو الحرف الأوّل من اسمه اللاتيني **Oxygène**
* الألومنيوم بـ **Al**، وهو ثنائي الحرفين الأوّل والثاني من اسمه اللاتيني. **Aluminium**
* الكلور بـ **Cl**، وهو ثنائي الحرفين الأوّل والثالث من اسمه اللاتيني **Chlore** ، وذلك لتفادي الخلط مع رمز ذرّة الكربون.

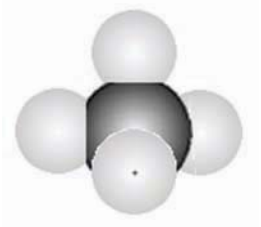


هكذا أسند إلى هباءتي الميتان والايتان المتكوّنتين كلّ منهما من ذرّات الكربون والهيدروجين نفس الصيغة الأوّلية CH، وللتمييز بينهما أرفق كلّ رمز على يمينه وفي الأسفل بعدد الذرّات الموجودة في الهباءة وبالتالي، أتحصّل على الصيغة النهائيّة CH_4 للميتان و C_2H_6 للإيتان.



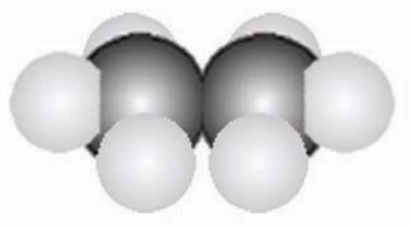
ملاحظة :

بالنسبة إلى هباءة الميتان، أكتب الصيغة CH_4 بدلا من C_1H_4 وهذا يُعمَّم على جميع أنواع الذرّات أحاديّة العدد في هباءة ما.



بِتوخّي نفس التمشّي أحصل على الصيغة :

* O_3 لهباءة غاز الأوزون.
* H_2O لهباءة الماء
* HCl لهباءة حامض الكلورهيدريك.



أستنتج

➢ يُرمز للذرّة بالحرف الأوّل من اسمه اللاتيني، ونلجأ أحيانا إلى إضافة الحرف الثاني لنميّز بين ذرّتين يبدأ اسماهما بنفس الحرف.

أمثلة :

الذرّة	اسمها	هيدروجين	أكسيجين	كربون	كبريت	فليور	حديد
	اسمها اللاّتيني	Hydrogène	Oxygène	Carbone	Soufre	Fluor	Fer
رمزها		H	O	C	S	F	Fe

الذرّة	اسمها	ألومنيوم	نحاس	كلور	كلسيوم	صوديوم	أزوت
	اسمها اللاّتيني	Aluminium	Cuivre	Chlore	Calcium	Natrium	Nitrogène
رمزها		Al	Cu	Cl	Ca	Na	N

➢ تُبنَى صيغة الهباءة بكتابة رموز الذرّات المُكوّنة لها مع إرفاق كلّ رمز على اليمين وفي الأسفل بعدد الذرّات الّتي يمثّلها والموجودة في الهباءة.

أمثلة :

الهباءة	غاز الأكسيجين	غاز الهيدروجين	الماء	الميتان	ثاني أكسيد الكربون
مكوّناتها	ذرّتان من الأكسيجين	ذرّتان من الهيدروجين	ذرّة أكسيجين وذرّتا هيدروجين	ذرّة كربون وأربع ذرّات هيدروجين	ذرّة كربون وذرّتا أكسيجين
صيغتها	O_2	H_2	H_2O	CH_4	CO_2

ملاحظة :

لا يكتب عدد الذرّات في صيغة الهباءة إلاّ إذا كان عددها يُساوي أو يفوق الاثنين.

أقيّم مكتسباتي

1- علما أنّ هباءة غاز البوتان تتكوّن من أربع ذرّات كربون وعشر ذرّات هيدروجين.
ما هي صيغتها ؟

2- أكمل كتابة الصيغة $C_{...}H_{...}O_{...}$ الخاصّة بهباءة الكحول الأثيلي (الكحول الصيدلي) المتكوّنة من ستّ ذرّات هيدروجين وذرّتَي كربون وذرّة أكسيجين واحدة.

3- بما أنّ صيغة هباءة حامض الكبريتيك هي H_2SO_4 ، أحدّد أنواع الذرّات المكوّنة لها وعدد كلّ منها.

معادلات التفاعلات الكيميائيّة

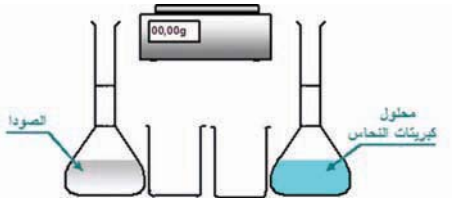
14

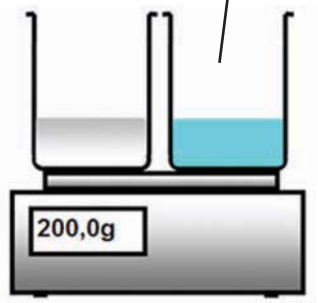
التفاعل الكيميائيّ وحفظ المادّة

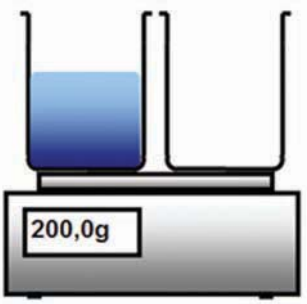
أتـأمّل وأتسـاءل

مثّلتُ الذرّةَ برمز والهباءةَ بصيغة. إذن كيف لي أن أمثّلَ تحوّلا كيميائيّا ؟

أجرّب وألاحظ







- أتزوّد بالمعدّات والموادّ التالية :
  - ميزان إلكتروني (ميزان روبرفال إن تعذّر ذلك)
  - كأسا اختبار
  - محلول مائي لكبريتات النحاس.
  - محلول مائي للصودا.
- أسكب قليلا من المحلول المائي لكبريتات النحاس في كأس اختبار وقليلا من محلول مائي للصودا في الكأس الثانية.
- أتثبت من أنّ المقياس الرقميّ للميزان الإلكتروني معدّل على الصفر ثمّ أضع الكأسين الحاوتين للمحلولين على كفّته وأقرأ الكتلة الجمليّة لحمولة الكفّة.
- أسكب بتُؤَدة محتوى كأس في الكأس الأخرى فألاحظ ظهور راسب أزرق اللون بمجرّد مزج المحلولين معًا.
- أقرأ من جديد القيمة العدديّة للكتلة الجمليّة وأقارنها بالقيمة العدديّة السّابقة.

أحلّل وأفسّر

* أفسّر ظهور الراسب الأزرق اللون بحدوث تفاعل كيميائي بين محلولَيْ الصودا وكبريتات النحاس.
* التساوي بين القيمتين العدديّتين للكتلة الجمليّة لحمولة كفّة الميزان قبل التفاعل وبعده يدلّ على أنّ التفاعل الكيميائي الذي حدث لم يتسبّب في تغيير كتلة المادّة المتفاعلة.

وبما أنّ المادّة متكوّنة من ذرّات يمكن لي أن أجزم أنّ التفاعل الكيميائي الذي حدث لم يتسبّب في تغيّر العدد الجملي للذرّات المكوّنة لكميّة المادة المتفاعلة.

أستنتج

مبدأ حفظ المادّة

أثناء كلّ تفاعل كيميائي تُحفَظ المادّة المتفاعلة، وبالتالي يُحفَظ العدد الجملي للذرّات المكوّنة لتلك المادّة.

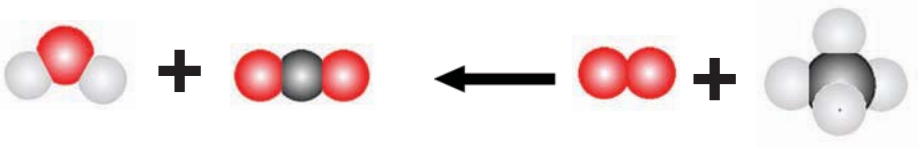
معادلة التفاعل الكيميائي

أبحث وأتأكّد

◈ أتزوّد بنماذج هبائيّة.

◈ بالرجوع إلى الدرس العاشر حول التفاعل الكيميائي، أجسّم احتراق الميتان باستعمال النماذج الهبائيّة.

ميتان + أكسيجين ⟵ ثاني أكسيد الكربون + ماء



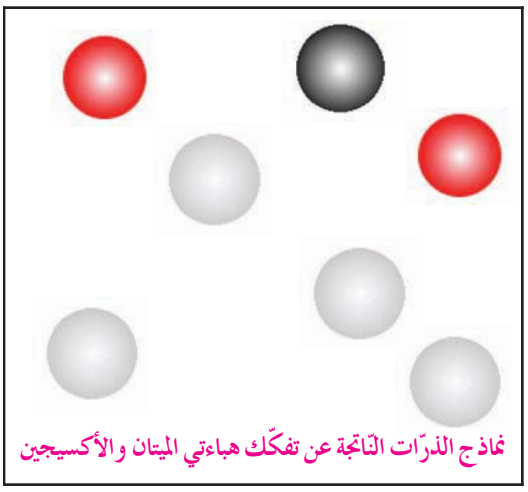
◈ باستعمال الصيغ الكيميائيّة يمكن لي إذن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة التالية:

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

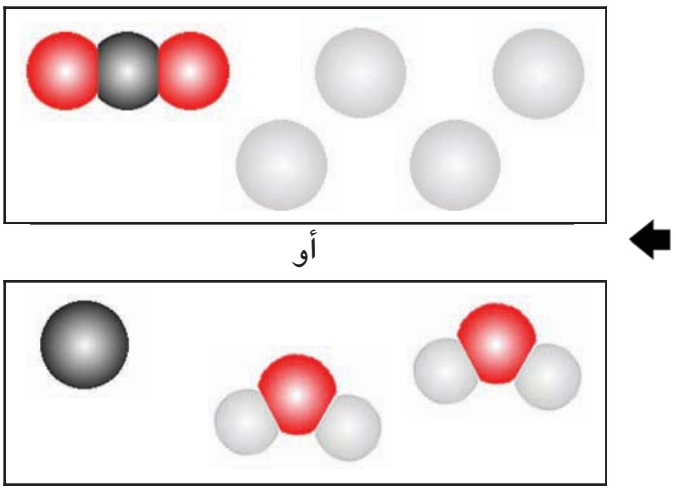
ولكن هل هذا يعني أنّ احتراق هباءة الميتان يتطلب هباءة أكسيجين واحدة ؟

إذا كان الأمر كذلك فإنّ مبدأ حفظ المادّة لم يُحترم، فما هو إذن العدد المناسب من هباءات الأكسيجين لاحتراق هباءة واحدة من الميتان ؟

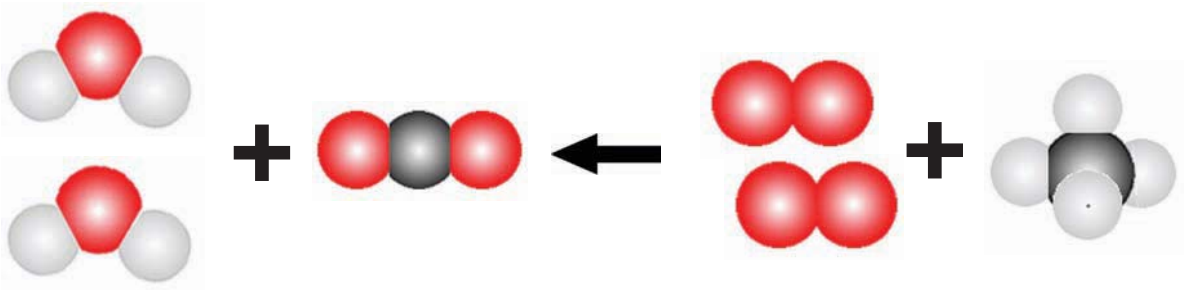
◈ أفكّك نموذجَيْ هباءة الميتان وهباءة الاكسيجين وأبحث كيف أحصل على نموذَجيْ هباءتيْ المنتجين (ثاني اكسيد الكربون والماء) باستعمال نماذج الذرّات المفكّكَة :



نماذج الذرّات النّاتجة عن تفكّك هباءتي الميتان والأكسيجين



◈ألاحظ أنّه لا يمكن الحصول على نموذجيْ المنتجين معًا إلاّ إذا سلّمت باستعمال نموذجيْ هباءتَيْ الأكسيجين مع نموذج هباءة الميتان.



وهذا يعني انّ احتراق هباءة واحدة للميتان يتطلّب التفاعل مع هبائتيْ أكسيجين لذا وجبت موازنة المعادلة الممثلة لاحتراق الميتان كما يلي :

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

ألاحظ أنّه بتساوي عدد كلّ نوع من الذرات قبل التفاعل (من خلال عدد هباءات المتفاعلين) وبعده (من خلال عدد هباءات المنتجين) تحقّق توازن المعادلة.

أستنتج

يُمثَّل كلّ تفاعل كيميائي بمعادلة متوازنة تُعتَمد في كتابتها الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والمُنتجات.
لا تكون معادلة التفاعل الكيميائي متوازنة، إلاّ إذا احتُرِم في كتابتها مبدأ حفظ المادّة.

أقيّم مكتسباتي

أكتب كتابة متوازنة لمعادلتَي الاحتراق التامّ لِـ :

1- الكربون C

2 – الايتان C_2H_6 علما أنّ منتجاته هي نفس منتجات الاحتراق التامّ للميتان.

الخلاصة

◈ بهدف الاستغلال المريح لمفهوم الذرّة في دراسة التفاعلات الكيميائية :
1- يُسنَد إلى كلّ نوع من الذرّات رمز خاصّ به يتمثّل عادة في الحرف الأوّل (مع إضافة الحرف الثاني أو الثالث في بعض الحالات) من اسمه اللاتيني.
2- تُمثَّلُ كلّ هباءة بصيغة يُرَاعى فيها أنواع الذرّات المكوّنة لها وعدد كلّ منها.
◈ يستجيب كلّ تفاعل كيميائي لمبدأ حفظ المادّة.
◈ معادلة التفاعل الكيميائي أداة عمل لا تكون ناجعة إلاّ إذا كانت متوازنة.

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمرين رقم 1

أعِد كتابة البيانات التالية ثمّ ضع علامة (×) أمام كلّ مقترح صحيح منها :

1 – يمكن لجسمين أن يحتويا على نفس نوع الذرّات ☐

2 – ثاني أكسيد الكربون جسم نقيّ مركّب. ☐

3 – القيمة المطلقة لشحنة إلكترون الذرّة متساوية مع قيمة شحنة نواته. ☐

4 – يُسند رمز للهباءة وصيغة للذرّة. ☐

5 – He هو رمز ذرّة الهيدروجين ☐

6 – لكتابة تفاعل كيميائي نستعمل معادلة كيميائيّة. ☐

7 – لا تكون معادلة التفاعل الكيميائيّ متوازنة إلاّ إذا احتُرِمَ في كتابتها مبدأ حفظ المادّة. ☐

8 – الذرّة أصغر من الهباءة. ☐

تمرين رقم 2

ضع علامة × أمام كلّ خيار صحيح من بين الخيارات المتعدّدة للبيانات التّالية :

1– تتكوّن هباءة ثاني أكسيد الكربون من :

-1 ثلاث ذرّات متطابقة ☐

-2 ذرّة أكسيجين وذرّتَيْ كربون ☐

-3 ذرّة كربون وذرّتَيْ أكسيجين. ☐

2– هباءة ثاني أكسيد الكربون وهباءة أحادي أكسيد الكربون لهما نفس :

-1 عدد الذرّات ☐

-2 نوع الذرّات ☐

-3 الكتلة ☐

3– هباءة ثاني أكسيد الكربون وهباءة الماء لهما نفس :

-1 عدد الذرّات ☐

-2 نوع الذرّات ☐

-3 الكتلة ☐

تمرين رقم 3

أكتب المعادلات الكيميائيّة التالية كتابة متوازنة :

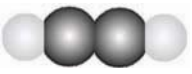
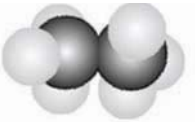
.... C_3H_8 + ... O_2 ⟶ .... CO_2 + ... H_2O	1
.... HCl + ... Al ⟶ .... H_2 + ... $AlCl_3$	2
.... N_2 + ... O_2 ⟶ .... NO_2	3
.... H_2S + ... Cl_2 ⟶ .... HCl + ... S	4
.... CH_4 + ... Cl_2 ⟶ .... HCl + ... C	5

تمرين رقم 4

بالاعتماد على صيغ الهباءات للأجسام الواردة في الجدول، صنّف هذه الأجسام إلى أجسام نقيّة مركّبة وأخرى نقيّة بسيطة مع تعليل إجابتك :

	الجسم	هباءته
1	الأكسيجين	O_2
2	البروبان	C_3H_8
3	الإيود	I_2
4	كلورير الألومنيوم	$AlCl_3$
5	كحول الصيدليّة	C_2H_6O

تمرين رقم 5

	الجسم النقيّ	نموذجه الهبائي	صيغة الهباءة
1	أسيتيلين		
2	ميتان		
3	ايتان		
4	كحول		

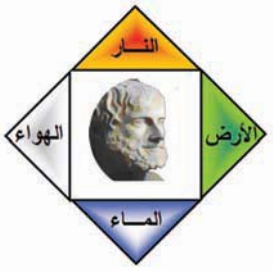
1- بيّن إن كانت الأجسام الواردة أسماؤها في الجدول مركّبةً أم بسيطةً مع العلم أنّ الكويرة الرماديّة تمثّل في النماذج الهبائيّة ذرّة الهيدروجين والكويرة السوداء ذرّة الكربون والكويرة الحمراء ذرّة الأكسيجين.

2- أكتب صيغة كلّ جسم ورد في الجدول.

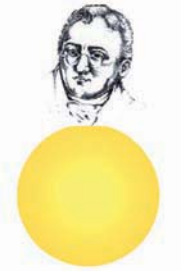
هل من مزيد ؟

نموذج الذرّة

في أوائل منتصف القرن الخامس قبل الميلاد أقرّ الفيلسوفان اليونانيان لوسيب وأفلاطون بأنّ المادّة قابلة للتقطّع إلى حدّ الحصول على جزيء غير قابل للتجزء ويسمّى أطوموس (ويعني لا انقساميّة باليونانيّة)



في أواخر منتصف القرن الخامس قبل الميلاد، وقع الاستغناء عن نظرية لوسيب وأقرّ الفيلسوف اليوناني أرسطو بأنّ المادّة تتكوّن من أربع عناصر وهي الأرض والماء والنار والهواء.



في سنة 1803 وبعد دراسة علميّة، أقرّ جون دلتون بوجاهة نظريّة أفلاطون فوقع التراجع عن نظرية أرسطو ومثّلت الذرّة على شكل كويرة.

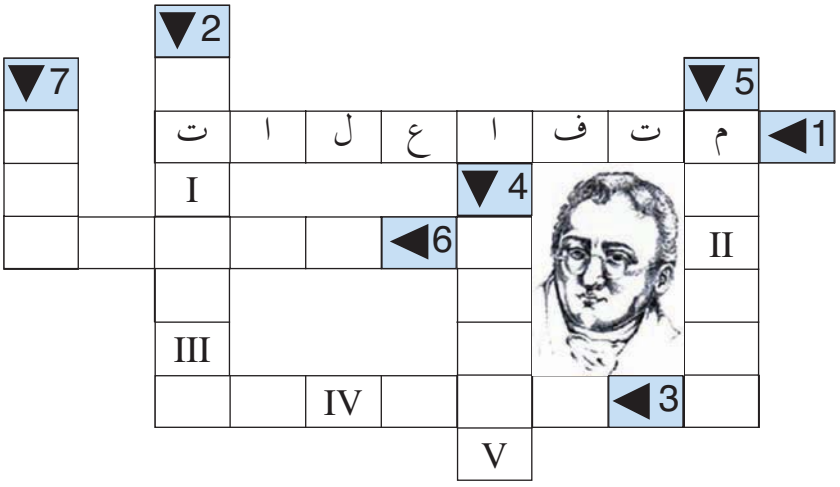
في سنة 1913 مثّل نيلس بوهر الذرّة بالجسم المتكوّن من نواة حاملة لشحنة موجبة ومن مجموعة ألكترونات في حالة دوران متواصل حول النواة على مدرات محدودة وذات أقطار محدّدة جدّا، ويُعرف هذا النموذج بنموذج بوهر.

أتسلّى

1 . كلمات متقاطعة :

أبحث عن المفاهيم أو المصطلحات الّتي تدلّ عليها العبارات التّالية، ثمّ أكمل الشبكة المرسومة على الصفحة الموالية، وذلك على غرار الإجابة الخاصّة بالعبارة 1 ◀ .

1 ◀	تتفاعل معًا	5 ▼	تنتج عن تفاعل كيميائي
2 ▼	تَكُونُ عليها معادلة كيميائيّة	6 ◀	تتكوّن من عدد محدود من الذرّات
3 ◀	تُمثّلُ تفاعلا كيميائيّا	7 ▼	أصغر جسيم يكوّن المادّة
4 ▼	تحوّلٌ تختفي إثره أجسام و تَظهر أجسام جديدة.		



2. من هو صاحب الصورة ؟

هو عالم تصوّر أنّ الذرّة لا تتجزّأ، أحصل على اسمه بترتيب الحروف المتواجدة بالخانات المرقّمة رومانيّا من I إلى V كما يلي :

III	I	II	V	IV

أستعين بعناوين

الموضوع	العنوان
المحروقات	www.web.science.com
	ifci-iipc.ntc-cnrc.gc.ca/technology_sf.html
	www.technology_co.htm
النفط ومشتقّاته	www.ac-orleans-tours.fr/hist-geo3/carto-bedin/petrole.htm
الغاز الطّبيعي	www.bretagnenet. com/strobinet/degazages/petrole.htm
الكربون	www.dotapea.com/noiranimal.htm
الذرّة	www.culturediff. org/histosciences.htm
	www.web.science.com
تاريخ الذرّة في صور	www.perso.club-internet.fr
التفاعلات الكيميائيّة	www.seed. slb.com
	www.ishim.net

المحاليل الشاردية

تركيبة المحلول الشاردي
المحاليل الحامضيّة والمحاليل القلويّة
المحاليل المتعادلة

مكتسباتي القبليّة

المعارف

1- أعرّف المزيج.
2- أعرّف الأجسام النّقيّة البسيطة منها والمركّبة.
3- أعرّف الانحلال.
4- أعرّف المحل.
5- أعرّف المحلول.
6- أعرّف التّركيز.
7- أعرّف الانحلاليّة.
8- أعرّف المحلول المشبّع.
9- أعرّف التّفاعل الكيميائي.
10- أعرّف الهباءة والذرّة.
11- أكتب رموز الذرّات.

المهارات

1- أقوم بالفصل بين عناصر المزيج المتجانس.
2- أقوم بتجارب انحلال.
3- أميّز المتفاعلات ومنتَجات التفاعل الكيميائي.
4- أميّز بين التحوّلات الفيزيائيّة والتفاعلات الكيميائيّة.
5- أكتب معادلات تفاعلات كيميائيّة بسيطة.

تركيبة المحلول الشاردي

15- ناقليّة المحاليل المائيّة للكهرباء
16- تأثير التّركيز على ناقليّة المحلول الشاردي للكهرباء.
17- الأنيونات والكتيونات.

- ما المقصود بماء شروب خال من النّيترات ؟
- ما المقصود بتربة تفتقر إلى الحديد ؟ هل الحديد الصّلب أم ماذا ؟
- ما هي المكوّنات الأساسيّة للأسمدة الأزوتيّة و الفسفاطيّة ؟

15 ناقليّة المحاليل المائيّة للكهرباء

ناقليّة الماء النقيّ للكهرباء

أتأمّل وأَتساءل

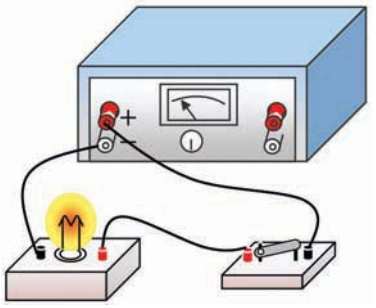
لماذا يُنصح عند تشغيل مصباح كهربائي منزلي بأن لا نلمس القاطع بيد مبلّلة ؟

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية :

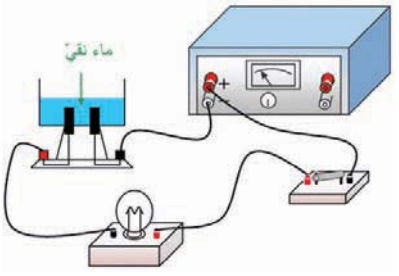
* جهاز تغذية (6V) – أمبيرمتر رقمي – محلال كهربائي – قاطع – مصباح كهربائي (6V) – أسلاك موصلة.
* ماء نقيّ (ماء مقطّر).

◈ أقوم بتجربة أوّليّة تتمثّل في إنجاز دارة كهربائية بالتسلسل متكونة من جهاز التغذية والقاطع والمصباح لأتثبّت من ملاءمة المصباح للمولّد المستعمَل (الشكل1).



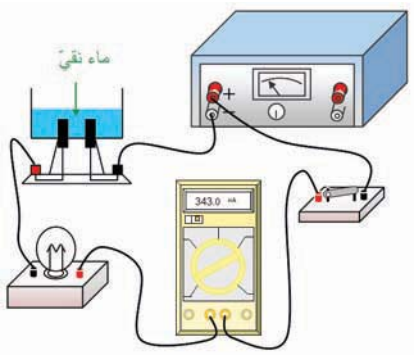
الشكل 1

◈ أسكب في المحلال الكهربائي 100 mL من الماء المُقطّر (كميّة كافية لجعل ألكترودَيْ المحلال مغمورين تماما) ثمّ أقحم المحلال بالتسلسل في الدارة المنجَزة. (الشكل2)



الشكل 2

◈ أغلق الدارة، فألاحظ أنّ المصباح لا يضيء.
هل هذا يعني أنّ الماء عازل للتيّار الكهربائي ؟
لأتحقّق من ذلك، أقحم الأمبيرمتر الرقمي في الدارة فألاحظ أنّه يشير إلى مرور تيّار كهربائي ضعيف جدّا في الدّارة.(الشكل3)



الشكل 3

أستنتج

الماء النقيّ ناقل للتيّار الكهربائي ولكن بصعوبة.

قابليّة المحاليل المائيّة لنقل الكهرباء

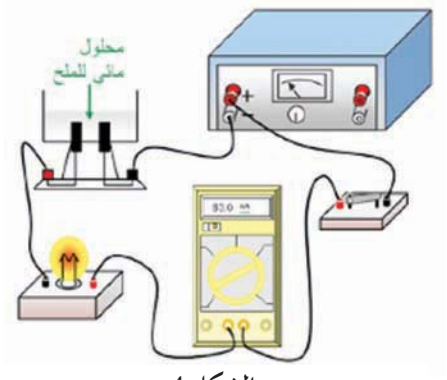
أتأمّل وأتساءل

◈ لصيانة البطاريّة، لماذا يوصي الصانع بإضافة السائل المعروف بالماء الحمضي وليس الماء العادي ؟
◈ هل السوائل قادرة على نقل الكهرباء ؟

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية :
* جهاز تغذية (6V) – أمبيرمتر رقمي– محلال كهربائي– قاطع– مصباح كهربائي (6V) .
* محاليل مائيّة لها نفس التركيز لـ :
– السكّر
– الملح
– كحول الصيدلية
– كبريتات النحاس.

◈ أحتفظ بالدّارة الكهربائيّة السابقة وأعوّض كميّة الماء المُقطّر بكميّة من نفس الحجم لمحلول مائي للملح، ثمّ أغلق الدارة فألاحظ أنّ سليك المصباح يحمرّ قليلا وأنّ الأمبيرمتر يشير إلى شدّة تيّار أرفع بكثير من شدّة التيار الذي نقله الماء النقيّ. (الشكل4)



الشكل 4

◈ أعيد نفس التجربة ثلاث مرّات مستعملا المحاليل المائيّة على التوالي للسكّر وللكحول الصيدلي ولكبريتات النحاس فألاحظ أنّ الأمبيرمتر يشير إلى شدّة تيار كهربائي ضعيفة جدّا عند استعمال محلولَيْ السكّر أوكحول الصّيدلية (مثل ما هو الشأن بالنسبة إلى الماء النقيّ) في حين أنّه يُشير إلى شدّة تيّار كهربائي كبيرة نسبيّا عند استعمال محلول كبريتات النحاس (مثل ما هو الشأن بالنسبة إلى محلول ملح الطعام).

أحلّل وأفسّر

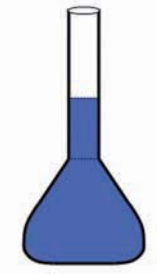
خلافا لمحلوليّ السكّر وكحول الصّيدلية، المحلول المائي لكبريتات النّحاس والمحلول المائي لملح الطّعام أقدر من الماء المقطّر على نقل التيّار الكهربائي.

أستنتج

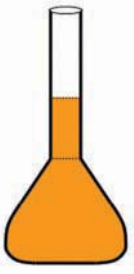
➢المحاليل المائيّة ناقلة للتيّار الكهربائي ولكن بقابليّات متفاوتة، فمنها ما هو مثل الماء النقيّ تقريبا ومنها ما هو أقدر بكثير من الماء النقيّ على نقل التيار الكهربائي.

➢ يُنعت كلّ محلول مائي أقدر من الماء النقيّ على نقل التيّار الكهربائي بالمحلول الشاردي.

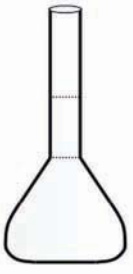
أمثلة :



محلول
كبريتات النّحاس



محلول
ثاني كرومات البوتسيوم



محلول
كلورير البوتسيوم

أقيّم مكتسباتي

عِلمًا أنّ المحلول المائي لكلورير الألومنيوم محلول شاردي. أقارن قابليته مع قابلية محلول كحول الصّيدلية لنقل الكهرباء.

16 تأثير التركيز على ناقليّة المحلول الشاردي للكهرباء

بطارية

أتأمّل وأتساءل

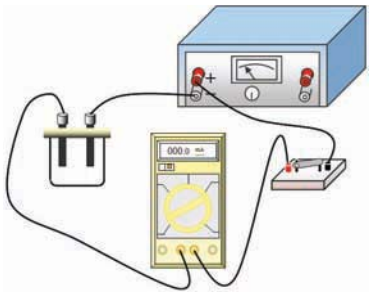
لصيانة البطارية يُستعمَل محلول حامضيّ مخفّف، يُعرف بماء البطاريّة.
لماذا لا يكون ذلك المحلول حامضا مركّزا أو ماء نقيّا ؟

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية :

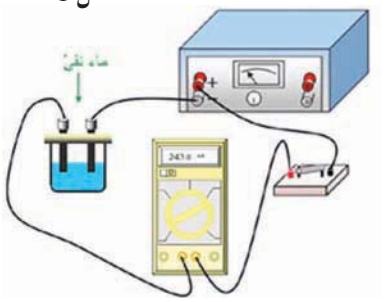
* جهاز تغذية (12V)– قاطع – كأس اختبار ذو سعة 100mL وإلكترودتان من الغرافيت (نوع صَلدٌ من الكربون) – محراك – مِسوَط– أسلاك موصّلة– أمبيرمتر.
* ماء نقيّ (ماء مقطّر).
* مساحيق ملح الطعام، كبريتات النحاس ونيترات البوتسيوم.

◈ أنجز دارة كهربائيّة بالتسلسل متكوّنة من جهاز التغذية، القاطع، الأمبيرمتر والمحلال (كأس الإختبار مغمورة فيه إلكترودتا الغرافيت) (الشكل1)



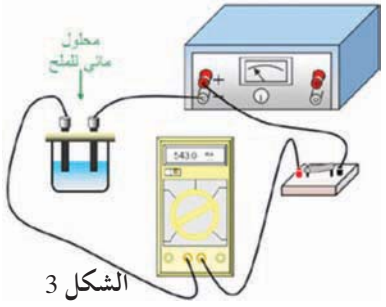
الشكل 1

◈ أملأ المحلال إلى النصف ماء مقطّرا ثمّ أغلق الدارة، فألاحظ طبعا أنّ الأمبيرمتر يشير إلى تيّار ذي شدّة I_0 صغيرة جدّا.(الشكل2)

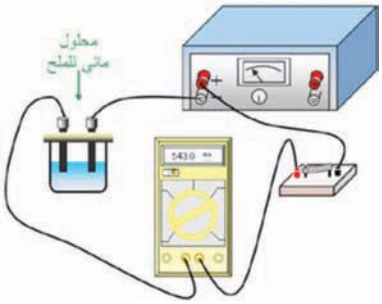


الشكل 2

◈ أفتح الدارة ثمّ أضيف إلى الماء المقطّر مِسوَطا من مسحوق ملح الطعام وبواسطة المحراك أحصل على محلول. عندئذ أغلق الدارة من جديد فألاحظ طبعا أنّ الأمبيرمتر يشير إلى شدّة تيار كهربائي I_1 أرفع من I_0 (الشكل 3)



الشكل 3



الشكل 4

◈ أفتح الدارة ثمّ أضيف إلى المحلول مِسوَطا آخرَ من مسحوق ملح الطعام. إثر عمليّة التحريك أحصل على محلول من نفس الحجم. عند غلق الدارة ألاحظ أنّ الأمبيرمتر يشير إلى شدّة تيار كهربائي I_2 أرفع من I_1 (**الشكل** 4)

◈ أغسل كأس الاختبار وأملؤه من جديد إلى النصف ماء مقطّرا ثمّ أعيد نفس التجربة ولكن باستعمال مسحوق كبريتات النحاس عوضا عن ملح الطعام وأسجّل ملاحظاتي في كلّ مرحلة.

◈ أغسل كأس الاختبار وأملؤه من جديد إلى النصف ماء مقطّرا ثمّ أعيد نفس التجربة ولكن باستعمال مسحوق نيترات البوتسيوم عوضا عن كبريتات النحاس وأسجل ملاحظاتي في كلّ مرحلة.

أحلّل وأفسّر

كلّما زدنا من كميّة المنحلّ بدون تغيير حجم المحلول ارتفع تركيز المحلول.
بالتالي أفسّر الارتفاع التدريجي لشدّة التيار الكهربائي في كلّ مرّة سواء مع ملح الطعام أو كبريتات النحاس أو نيترات البوتسيوم بالزيادة في قابليّة المحلول لنقل الكهرباء مع ارتفاع تركيزه.

أستنتج

تتأثّر ناقليّة المحلول المائي الشاردي للكهرباء بقيمة تركيز المحلول إذ ترتفع الناقليّة بارتفاع التركيز وتنقص بنقصانه.

أقيّم مكتسباتي

في حوزتي قنينتان غير معنونتين تحوي واحدة منهما محلولا مشبّعا عديم اللّون والأخرى محلولا غير مشبّع من نفس النوع. أقترح تجربة أتعرّف بها إلى القنينة الحاوية للمحلول المشبّع.

17 الأنيونات والكتيونات

أتأمّل وأتساءل

◈ ما الذي يجعل المحاليل الشارديّة قادرة على نقل التيار الكهربائيّ بسهولة مقارنةً مع الماء ؟

◈ ما هي تلك الأصناف المنعوتة بالأنيونات وبتلك الأصناف المنعوتة بالكاتيونات على علامة قارورة ماء معدني ؟

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية :

* جهاز تغذية (24V) – قاطع – لوح زجاجي (10 cm x 15 cm) – صفيحتان من النحاس أو الزنك (3 cm x 15 cm) مجهّزة كلّ منهما بقطب كهربائي – لفيفة من ورق ترشيح ذات سمك 5 mm على الأقل (عشر طبقات من الورق تقريبا) – قطّارة – محراك – جوزتا شدّ – أسلاك موصّلة.

* محاليل مائيّة شارديّة مركّزة لـ :

– كلورير البوتسيوم (محلول عديم اللون)

– كبريتات النحاس (محلول أزرق اللون)

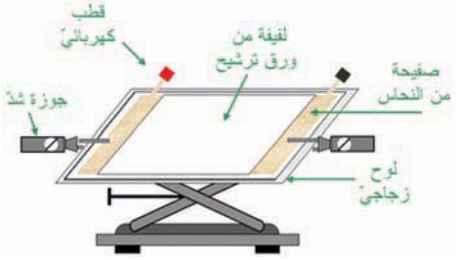
– ثاني كرومات البوتسيوم (محلول برتقاليّ اللون)

– ثاني كرومات النحاس.

◈ أبسط لفيفة ورق الترشيح على لوح الزجاج ثمّ أشرّبها محلول كلورير البوتسيوم.

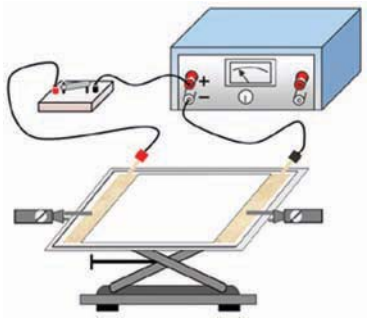
◈ للتخلص من كلّ جيب للهواء داخل اللفيفة أضغط عليها بدحرجة المحراك فوقها.

◈ أنصب الصفيحتين فوق اللفيفة وعلى حافتين متقابلتين للوح الزجاج ثمّ أحزق على كلّ صفيحة بجوزة شدّ، هكذا أكون قد حصلت على محلال كهربائي. (الشكل1)



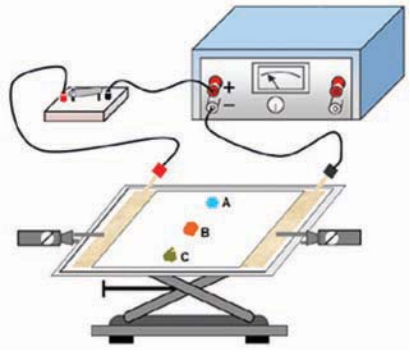
الشكل 1

◈ أوصل الصفيحتين بالمولّد والقاطع لكي أحصل على دارة بالتسلسل كما هو مبيّن في (الشكل 2).



الشكل 2

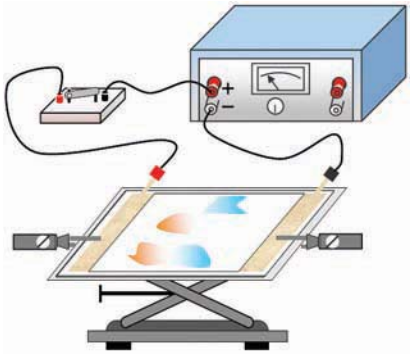
◈ بواسطة القطّارة، أسكب على لفيفة ورق الترشيح وعلى التوالي قطرة من محلول كبريتات النحاس على مستوى النقطة A ، قطرة من محلول ثاني كرومات البوتسيوم على مستوى النقطة B وقطرة من محلول ثاني كرومات النحاس على مستوى النقطة C . (الشكل3)



الشكل 3

◈ أغلق الدارة فألاحظ انتشارا تدريجيّا على اللفيفة :

- للّون الأزرق، انطلاقا من النقطة A نحو المهبط (قطبُ المحلال آلْموصَلُ بالقطب السالب لجهاز التغذية).
- للّون البرتقاليّ، انطلاقا من النقطة B نحو المصعد (قطبُ المحلال الموصلُ بالقطب الموجب لجهاز التغذية).
- للّون الأزرق نحو المهبط وللّون البرتقاليّ نحو المصعد انطلاقا من النقطة C . (الشكل4)



الشكل 4

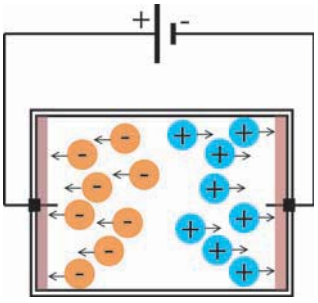
أحلّل وأفسّر

- أفسّر انتشار اللون الأزرق انطلاقا من النقطة A ومن النقطة C نحو المهبط باحتواء محلولَيْ كبريتات النحاس وثاني كرومات النحاس لنوع مشترك من جزيئات متأتّية من النحاس تُسمّى الواحدة منها شاردة النحاس، يجذبها المهبط فتهاجر وبالتّالي فإنّها حاملة لشحنة كهربائيّة موجبة كما أفسّر انتشار اللون البرتقالي انطلاقا من النقطة B ومن النقطة C نحو المصعد باحتواء محلولَيْ ثاني كرومات البوتسيوم وثاني كرومات النحاس لنوع مشترك من جزيئات متأتّية من الكروم تسمّى الواحدة منها شاردة ثاني الكرومات، يجذبها المصعد فتهاجر نحوه وبالتّالي فإنّها حاملة لشحنة كهربائيّة سالبة.

إذن، يتركّب المحلول المائي الشاردي لثاني كرومات النحاس من شوارد النحاس وشوارد ثاني الكرومات.

تُدعى شاردة النحاس الحاملة لشحنة موجبة شاردة موجبة أو كتْيونا، أمّا شاردة ثاني الكرومات الحاملة لشحنة سالبة فتدعى شاردة سالبةً أو أنيونا.

بالتالي، يمكن أن أجزم أنّه زيادة على شوارد النحاس الموجبة يحتوي المحلول الشاردي لكبريتات النحاس على شوارد سالبة لا يمكن أن تكون إلاّ شوارد الكبريتات، كما أنّه زيادة على شوارد ثاني الكرومات السّالبة يحتوي المحلول الشاردي لثاني كرومات البوتسيوم على شوارد موجبة لا يمكن أن تكون إلاّ شوارد البوتسيوم.



الشكل 5

هكذا أفسّر ناقليّة محلول :

- ثاني كرومات النحاس للكهرباء كذلك بهجرة شوارد النحاس الموجبة نحو المهبط وبهجرة وشوارد ثاني الكرومات السّالبة نحو المصعد (**الشكل**5).
- كبريتات النحاس للكهرباء كذلك بهجرة شوارد النحاس الموجبة نحو المهبط (**الشكل** 5) وبهجرة شوارد الكبريتات السّالبة نحو المصعد ولو أنّه لم يتسنّ للعين المجرّدة مشاهدة تلك الهجرة عند القيام بالتجربة.
- ثاني كرومات البوتسيوم للكهرباء كذلك بهجرة شوارد ثاني الكرومات السّالبة نحو المصعد (**الشكل**5) وشوارد البوتسيوم الموجبة نحو المهبط ولو أنّه لم يتسنّ كذلك للعين المجرّدة مشاهدة تلك الهجرة عند القيام بالتّجربة.

أستنتج

◄ تتركّب المحاليل المائيّة الشارديّة من نوعين من الشوارد، شوارد موجبة وشوارد سالبة.

◄ تُؤمَّن ناقليّة المحاليل الشارديّة للكهرباء بفضل حركة كلّ نوع من الشوارد في اتّجاه معيّن :

– الشوارد الموجبة التي لا تنتقل في المحلول إلاّ نحو المهبط وتسمّى لذلك شوارد مهبطيّة (أو كاتيونات) مثل شوارد النحاس وشوارد البوتسيوم.

– الشوارد السالبة التي لا تنتقل إلاّ نحو المصعد وتسمّى لذلك شوارد مصعديّة (أو أنيونات) مثل شوارد ثاني البكرومات وشوارد الكبريتات.

أقيّم مكتسباتي

بالاعتماد على التجربة السابقة أبحث عن تركيبة المحلول المائي الشاردي لكلورير البوتسيوم وأحدّد نوع شوارد الكلورير (مصعديّة أم مهبطيّة).

الخلاصة

- المحاليل المائيّة الشارديّة أقدر من الماء النقيّ على نقل الكهرباء.
- كلّما ازداد تركيز مَحلول شارديّ ارتفعت ناقلية المحلول للكهرباء.
- يحوي كل محلول شارديّ نوعين اثنين من الشوارد: شوارد موجبة وشوارد سالبة.
- تدعى الشوارد الموجبة كاتيونات والشوارد السّالبة أنيونات.
- مرور التيّار الكهربائي في محلول مائيّ شارديّ ناتج عن حركة جماعيّة منظّمَة للشوارد : تنتقل الشوارد المصعديّة دائما في الاتجاه المعاكس للشوارد المهبطيّة.

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

ضع علامة x أمام كلّ بيان صحيح من البيانات التالية :

☐ 1 – محلول ملح الطعام المركّز ناقل ضعيف للتيار الكهربائي.

☐ 2 – الماء المقطر ناقل جيّد للتيار الكهربائي.

☐ 3 – المحاليل الناقلة للتيار الكهربائي تحوي كثيرا من الكاتيونات وقليلا من الأنيونات.

☐ 4 – المحاليل الشاردية ناقلة للتيار الكهربائي.

☐ 5 – كلّ محلول مائي شاردي يتكون من نوع واحد من الأنيونات ونوع واحد من الكتيونات.

تمـرين رقم 2

أكمل الفراغات الموجودة في البيانات التالية بما يناسب من المفردات والعبارات : الأنيونات– الكاتيونات– الشاردي– متشتتة– نقْل– ناقليّة– ناقل– أقدر– عازل.

1ـ الماء النقيّ ..... للتيار الكهربائي ولكن بصعوبة.

2ـ يُنعت كلّ محلول مائي .....من الماء النقيّ على ..... التيار الكهربائي بالمحلول الشاردي.

3ـ تتأثّر ..... المحلول ..... للكهرباء بقيمة تركيزه.

4ـ تتركّب المحاليل الشارديّة من أنيونات وكاتيونات ..... في الماء.

5ـ تؤمَّن ناقليّة المحاليل الشارديّة للكهرباء بفضل حركة جماعيّة لـ..... نحو المصعد ولـ..... نحو المهبط.

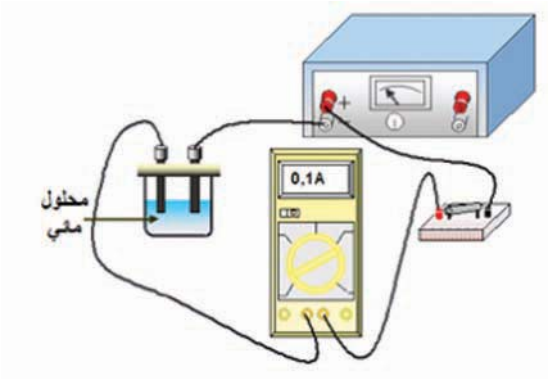
تمـرين رقم 3

لديك أنبوبا اختبار، يحتوي الأول على محلول الملح ويحتوي الثاني على الماء المقطَّر.

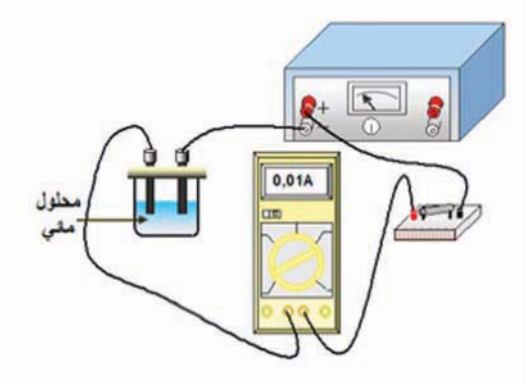
صف تجربة تُمكّنك من التعرّف إلى محتوى كلّ من الأنبوبين مع ذكر المعدات اللازمة لإجراء تلك التجربة.

تمـرين رقم 4

لمقارنة تركيز محلولين لنفس المادّة، قمت بإنجاز التجربتين المرسومتين في الشكل أسفله.



تجربة 2



تجربة 1

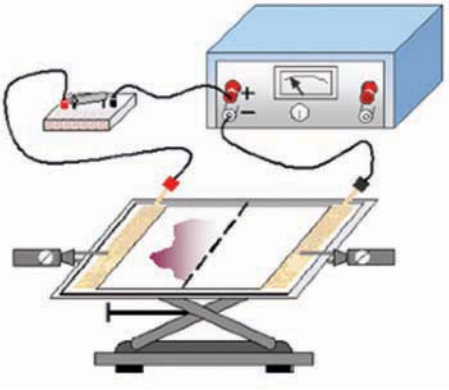
1- بمقارنة قيمتَيْ شدّة التيار الكهربائي المبيّنة على الأمبيرمتر الرقمي في التجربة (1) وفي التجربة (2)، حدّد من بين المحلولين أيّهما أقدر على نقل التيّار الكهربائي ؟

2 - أيّ محلول إذن أكثر تركيز من الآخر ؟

تمـرين رقم 5

يحتوي محلول مائي لِبرمنغنات البوتسيوم البنفسجي على شوارد البوتسيوم وشوارد البرمنغنات.

قمت بالتجربة المنجزة في الدرس السابع عشر ولكن باستعمال محلول برمنغنات البوتسيوم فقط. فلاحظت انتشارا تدريجيّا للّون البنفسجيّ على اللفيفة كما هو مبيّن في الشكل المقابل.



1. حدّد المسرى (الألكترود) الذي انتشر نحوه اللون البنفسجي.
2. إذا علمت أنّ اللون البنفسجي لمحلول برمنغنات البوتسيوم يرجع إلى احتوائه لشوارد البرمنغنات، بيّن نوع شوارد البرمنغنات (أنيونات أم كاتيونات).
3. هل كان بإمكانك التعرّف إلى نوع شوارد البرمنغنات دون اللجوء إلى انجاز هذه التجربة، إذا علمت أنّ شوارد ثاني الكرومات الموجودة في محلول ثاني كرومات البوتسيوم هي من الأنيونات ؟ علّل الإجابة.

المحاليل الحامضيّة والمحاليل القلويّة

18- المحلول المائي الحامضي والمحلول المائي القلوي

19- قيس pH

20- درجة حموضة محلول مائي حامضي

21- درجة قلويّة محلول مائي قلوي

ثمار حامضيّة وبعض العصائر المستخلصة منها

- لماذا تكنّى بعض الثّمار بالحمضيات ؟
- بماذا نفسّر ذلك المذاق القارص في عصير اللّيمون أو في عصير الطماطم ؟
- ما هي الأمطار الحمضيّة والعوامل المتسبّبة في ظهورها ؟ ما هي مخاطرها ؟
- ما هي خاصيّة المحاليل الّتي تُستعمَل لتهدئة لسع النّحل، ولماذا ؟

18 المحلول المائي الحامضي والمحلول المائي القلوي

أتأمّل وأتساءل

◈ ما هو الجهاز المستعمل لمراقبة جودة السوائل والمحاليل الغذائيّة ؟

◈ ما المقصود بالكتابة "pH = 7" على قارورة ماء معدني معيّن والكتابة "pH = 7,5" على أخرى ؟

◈ ما المقصود بالكتابة "pH = 5,5" على علبة مناشف إزالة مساحيق التجميل والكتابة "pH = 8" على علبة نوع خاصّ من الأسبيرين ؟

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية :

* جهاز pH متر: جهاز رقمي أو إبري (ذو مِرقَم مدرّج من 0 إلى 14) مصحوب بمسبر. (الشكل 1)– كؤوس اختبار سعة 100 mL– ورق الترشيح– لوازم تجربة ناقليّة الكهرباء.
* ماء نقيّ (ماء مقطّر) – عصير برتقال أو ليمون–ماء جافال –محلول مائي للصودا– محلول مائي لحامض الكلورهيدريك.

◈ أقوم بتجربة أوّليّة أتعرّف بها إلى ناقليّة ماء جافال والعصير للكهرباء.

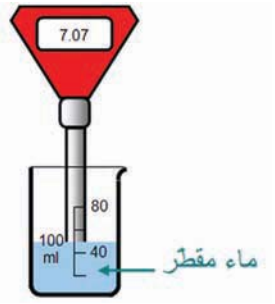
الشكل1

◈ أملأ كأس اختبار ماءً مقطّرا (إلى النصف أو أكثر) ثمّ أغمس مسبر جهاز الـpH متر فيشير إلى العدد 7. (الشكل2)

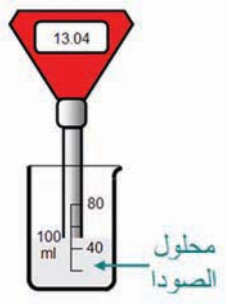
◈ أعيد نفس التجربة ولكن باستعمال محلول ماء جافال فيشير الـ pH متر إلى العدد 11.

◈ أقوم مرّات أخرى بنفس التجربة ولكن باستعمال العصير ومحلول الصودا ومحلول حامض الكلورهيدريك كلّ على حدة، وذلك بعد غسل المسبر بالماء المقطّر وتجفيفه بورقة ترشيح في كلّ مرّة.

فيشير الـpH متر على التوالي إلى العدد2,3 بالنسبة للعصير والعدد 13 بالنسبة لمحلول الصودا (الشكل3) والعدد 1 بالنسبة لمحلول حامض الكلورهيدريك.



الشكل2



الشكل3

أستنتج

➤ يختصّ كلّ محلول مائيّ شارديّ بمقدار عددي يتراوح بين 0 و 14 في 25° C ويُسمّى pH المحلول.

➤ pH المحلول المائي مقدار قابل للقيس.

الـ pH متر جهاز يُستَعمَل لقيس الـ pH

➤ للماء النقيّ: pH = 7 في 25° C .

➤ هناك من المحاليل المائيّة الشارديّة ما يتميّز بـ pH < 7 في 25° C ، وتُعرف بالمحاليل الحَامضيّة، أمّا تلك التي تتميّز بـ pH > 7 في 25° C فهي تُعرف بالمحاليل القِلويّة.

تعريف :

◈ يُسمّى محلولا حامضيّا كلّ محلول شارديّ له pH أصغر من pH الماء النقيّ في نفس درجة الحرارة.

محلول حامضيّ ⇔ محلول شارديّ ذو $pH < 7$ في $25° C$

أمثلة: عصير الليمون، محلول حامض الكلورهيدريك، محلول حامض الأسكوربيك (فيتامين C)...

◈ يُسمّى محلولا قِلويّا كلّ محلول شارديّ له pH أكبر من pH الماء النقيّ في نفس درجة الحرارة.

محلول قِلويّ ⇔ محلول شارديّ ذو $pH > 7$ في $25° C$

أمثلة : محلول الصودا، ماء جافال، ماء البحر، محلول النُّشادِر...

أقيّم مكتسباتي

قُدِّمَت لي ثلاثة كؤوس اختبار وقيل لي إنّ أحداها تحتوي على ماء مقطّر والثانية على محلول حامضيّ والثالثة على محلول قِلويّ وطُلِب منّي التعرّف إلى كلّ من المحلول الحامضي والمحلول القوي عن طريق التجربة.

أقترح تمشيّا للغرض مستعملا فيه جهاز الـpH متر.

19 قـيس pH

استعمال الـ pH متر

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية:

* pH متر مُعايَر (الشكل 1) – كؤوس اختبار سعة 100 mL _ ورق ترشيح.
* ماء نقيّ (ماء مقطّر) – محلول مائي لحامض الخَلّيك –محلول مائي للصودا– محلول مائي لحامض الكلورهيدريك– محلول مائي للنُّشادر.

أنواع مختلفة لأجهزة الـ pH متر

الشكل 1

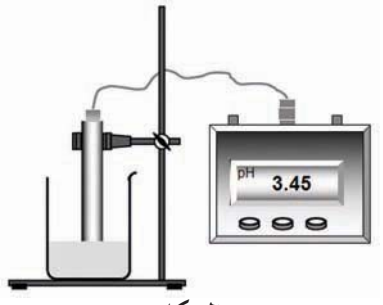
◈ أبدأ بقيس pH المحلول المائي لحامض الخَلّيك مَثَلا فأقوم بالتجربة كما يلي :

– أسكب في كأس اختبار كميّة من المحلول المائي لحامض الخَلّيك تسمح بغمر الجزء الحسّاس من مسبر الـ pH متر.

– أحرك المسبر بلطف (الشكل 2) قصد غمسه في المحلول ثمّ أثبّته في مكانه عندما أتأكد من غمر المحلول للجزء الحساس كليّا مع الحرص على أن لا يلمس طرفه السفلي قاع الكأس (تفاديا لكل عطب).

الشكل 2

– أشغّل الـ pH متر ثمّ أقرأ قيمة pH المحلول عند ثبوتها على مِرْقَم الجهاز (الشكل 3).



الشكل 3

– أوقف تشغيل الجهاز ثمّ أخرج المسبر من المحلول وأثبّته عاليا، بعيدا عن كأس الاختبار.
– أترك كأس الاختبار الحاوية لمحلول حامض الخَلّيك جانبا ثمّ أغسل المسبر بالماء المقطّر (الشكل 4) وأجفّفه بورق ترشيح (الشكل 5).

الشكل 4

الشكل 5

◈ باتباع نفس الطريقة العمليّة، أقيس على التوالي pH محاليل الصودا وحامض الكلورهيدريك والنُّشادر.
هكذا أتحصّل على قيم pH المدوّنة في الجدول التالي :

المحلول المائي	محلول حامض الخَلّيك	محلول الصودا	محلول حامض الكلورهيدريك	محلول النُّشادر
pH	3,45	12,04	1,98	10,57

أستنتج

➤ للحصول على قيس صحيح لِـ pH المحلول يجب احترام عَددٍ من القواعد، من أهمّها :

– التأكّد في البداية من أنّ الـ pH متر معايَر.

– غمس الجزء الحسّاس للمسبر كليّا في المحلول.

– غسل المسبر بالماء المقطر إثر كلّ عمليّة قيس.

➤ الـ pH متر جهاز قيس دقيق فهو ذو حسّاسيّة تصل إلى حدّ 1/100 من وحدةِ pH .

استعمال ورق pH

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية :

* علبة ورق pH في شكل شريط ملفوف على بكرة (الشكل 6) أو في شكل مجموعة شُرَيْطات (الشكل7) – كؤوس اختبار سعة 100 mL – قطارة.
* ماء مقطّر – محلول مائي لحامض الخَلّيك – محلول مائي للصودا – محلول مائي لحامض الكلورهيدريك – محلول النُّشادر.

◈ بواسطة القطارة، أبلّل شُرَيْطا (أو جزءا صغيرا من شريط اللفيفة) بمحلول حامض الخَلّيك ثمّ أقارن الألوان الظاهرة على الشريط مع ألوان الدليل المرسومة على علبة ورق pH المستعمل، وذلك لتحديد قيمة pH المحلول.

الشكل 6

الشكل 7

◈ أعيد نفس التجربة مع المحاليل الأخرى.

هكذا أتحصّل على قيم pH المدوّنة في الجدول التالي :

المحلول المائي	محلول حامض الخَلّيك	محلول الصودا	محلول حامض الكلورهيدريك	محلول النّشادر
pH	3,5	12	2	10,5

◈ حالة بحالة، أقارن قيمة pH بالقيمة التي تحصّلت عليها في التجربة السابقة باستعمال الـ pH متر. فألاحظ أنّها متقاربة جدّا إن لم تكن متساوية.

أستنتج

➢ ورق pH أداة أخرى لقيس pH المحاليل الشارديّة، ولكنّها أقلّ دقّة من الـ pH متر.

➢ استعمال ورق pH طريقة عمليّة لقيس pH ولكنّها تقريبيّة.

درجة حموضة محلول مائي حامضي

20

أتأمّل وأتساءل

- كلّما زادت ثمرة البرتقال أو العنب نضجا تقلّصت قروصتها، لماذا ؟
- ما المقصود بالكتابة «ماء حامضي 5% » على قارورة ماء البطاريّة ؟
- من المعلوم أنّ حامض الكلورهيدريك «ماء الفرق» سائل خطر.لماذا تنقص خطورة محلوله المائي كلّما نقص تركيزه ؟
- لماذا توصف القوارص والخلّ وعصائر بعض الثمار كالطماطم والجزر والفراولة بالحوامض اللطيفة. في حين أنّ حامض الكلورهيدريك وحامض الكبريتيك تُنعتُ بالحوامض الخطرة ؟
- من المعلوم أنّ حامض الخَلّيك هو مادّة كيميائيّة أكّالة وحرّاقة لاذعة،.بما أفسّر إذَنْ وجود قنّينة الخلّ على طاولة الأكل رغم احتواء هذا السائل لحامض الخَلّيك ؟

أتأمّل وألاحظ

- لا يمكن تناول عصير الليمون الصافي رغم محاولة تحليته وذلك بسبب شدّة قروصته.
إثر تخفيفه بكميّة مناسبة من الماء الشروب تنقص قروصته فيصير مستساغا. وإذا ما أفرطت في زيادة كميّة الماء، يفقد العصير قروصته ويصبح كأنّه محلول سكّري.
- لا يمكن استعمال حامض الكلورهيدريك المركّز في المخبر إلاّ باحترام قواعد سلامة محدّدة وبحذر شديد وذلك بسبب خطورته الكبيرة المتمثلة في أنّه أكّال وحرّاق كما هو مشار إليه في علامة قارورته .
بتخفيفه نحصل على محلول قليل الخطورة.

أحلّل

أعلم أنّ عصير الليمون محلول حامضيّ، وقروصته تدلّ على حموضته.
كما أنّ صفتَيْ الحرّاق والأكّال لحامض الكلورهيدريك تدلان على حموضته.
بالتالي ينقص عصير الليمون ومحلول حامض الكلورهيدريك حموضة كلّما زدت في تخفيفهما.

أستنتج

➤ليست هناك حموضة مطلقة : لكلّ محلول حامضي درجة حموضة معيّنة ترتفع بزيادة التركيز وتنقص بنقصانه.
➤كلّما زادت درجة الحموضة، كان المحلول الحامضيّ قارصا (بالنسبة للموادّ الغذائيّة) وحرّاقا وأكّالا.

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية :

*كؤوس اختبار ذات سعة 100mL - pH متر – محراك.

* ماء الحنفيّة – عصير الليمون أو عصير البرتقال.

تجربة 1

◈ أسكب في كأس الاختبار كميّة من عصير الليمون تسمح بغمر الجزء الحسّاس من المسبر. ثمّ أقيس pH العصير.

◈ أخفّف تدريجيّا العصير بإضافة 10mL من ماء الحنفيّة في كلّ مرّة وأقيس pH المحلول فألاحظ أنّ قيمة pH ترْتفع كلّما زاد العصير تخفيفا.

تجربة 2

◈ أسكب في كأس الاختبار كميّة من ماء الحنفيّة تسمح بغمر الجزء الحسّاس من المسبر. ثمّ أقيس pH الماء.

◈ أضيف تدريجيّا كميّة هامّة من عصير الليمون في الماء وأقيس في كلّ مرّة pH المحلول.
فألاحظ أنّ قيمة pH تزيد كلّما زاد العصير تركيزا.

ملاحظة :

قبل كلّ عمليّة قيس pH المحلول لا بدّ من تحريك المزيج.

أستنتج

كلّما زادت درجة حموضة محلول مائي شارديّ انخفضت قيمة pH المحلول والعكس بالعكس.

⇕

كلّما انخفضت قيمة pH محلول مائي حامضي زادت درجة الحموضة والعكس بالعكس.

تعريف :

مقدار pH أداة تُعَرَّفُ بها درجة حموضة المحاليل المائيّة الشارديّة.

أقيّم مكتسباتي

علما أنّ قيمة pH عصير ليمون تساوي 2,3 وقيمة pH خلّ تساوي 2,8 .

1- أقارن درجة حموضة العصير بدرجة حموضة الخل.

2- أ قترح تجربة أغيّر بها قيمة pH عصير الليمون حتّى تصبح متساوية مع قيمة pH الخلّ.

الخلاصة

- المحاليل المائيّة الحامضيّة هي محاليل شارديّة ذات pH<7 في 25°C
- في حموضة المحاليل الشارديّة درجات مختلفة تتأثّر بالتركيز.
- نتعرّف إلى درجة حموضة محلول مائي شاردي بتحديد قيمة pH المحلول.
- انخفاض قيمة pH محلول مائي شارديّ حمضيّ دليل على ارتفاع درجة حموضته والعكس بالعكس.

أعوّل على نفسي :

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

أعِدْ كتابة البيانات التالية مع تعمير الفراغات بما يناسب من العبارات: مقدار عددي– مقدار المحاليل الحامضيّة– أربعة عشر– سبعة– المحاليل القلوية– أكثر دقّة– أقلّ دقّة.

- يختص كلّ محلول مائيّ شارديّ ..... يتراوح بين صفر و..... و يُسمّى pH.
- pH محلول مائيّ شارديّ ..... قابل للقيس بجهاز الـ pH متر.
- تُختصّ .....بـ pH أقلّ من سبعة في 25°C.
- عمليّة قيس pH بالـ pH متر.....من قيسه بورق pH.

تمـرين رقم 2

1- أعد كتابة البيانات التالية ثمّ ضع علامة × أمام كلّ بيان خاطئ.

- لكلّ محلول حامضيّ درجة حموضة معيّنة ترتفع بانخفاض التركيز وتنقص بارتفاعه. ☐
- مقدار pH أداة تُعرّف بها درجة حموضة المحاليل المائيّة الشارديّة. ☐
- نتعرّف إلى درجة حموضة محلول مائي شاردي بتحديد تركيز المحلول. ☐
- في حموضة المحاليل الشارديّة درجات مختلفة تتأثر بالتركيز. ☐
- ارتفاع قيمة pH محلول شارديّ دليل على ارتفاع درجة حموضته والعكس بالعكس. ☐

2- أعد صياغة البيانات الخاطئة مع تصحيح الخطأ.

تمـرين رقم 3

قم ببحث يساعدك على تحديد المواد الحامضيّة من بين الموادّ التالية:
عصير التفّاح، محلول الصودا، عصير الفراولة، ماء مقطّر، محلول حامض الكلورهيدريك، الماء الشروب، محلول البوتاس، محلول حامض النيتريك.

تمـرين رقم 4

في حوزتك حليب ذو pH يساوي 6,5 وعصير فراولة ذو pH يساوي 5,5 في 25°C.

1- بيّن أنّ كِلا السائلين حامض.

2- قارن درجة حموضة الحليب بدرجة حموضة عصير الفراولة.

3- اقترح تجربة تتغيّر بموجبها قيمة pH عصير الفراولة حتّى تصبح متساوية مع قيمة pH الحليب.

تمـرين رقم 5

بالاعتماد على قيمة الـpH، رتّب السوائل المذكورة في الجدول ترتيبا تصاعديّا حسب قيمة درجة حموضتها:

السائل	ماء مقطّر	عصير طماطم	عصير برتقال	عصير ليمون	حامض النيتريك
pH في 25°C	7	2,4	3,5	3,2	2

تمـرين رقم 6

في حوزتك خمسة كؤوس اختبار، مرقّمة من 1 إلى 5 ، يحتوي كلّ واحد منها على 100 mL من محلول حامضيّ ذي pH يساوي 2,9.

أضفتَ إلى كلّ كأس كمّية من الماء الشروب ذات حجم مبيّن كما يلي:

كأس رقم	1	2	3	4	5
حجم كمّيّة الماء : V(mL)	100	300	700	900	1900

قمتَ بقيس pH كلّ محلول بدون ترتيب فتحصّلت على القيم التالية:

3,5 – 3,2 – 3,4 – 3,05 – 3,57.

1- فسّر اختلاف قيم pH المحاليل المتحصّل عليها.

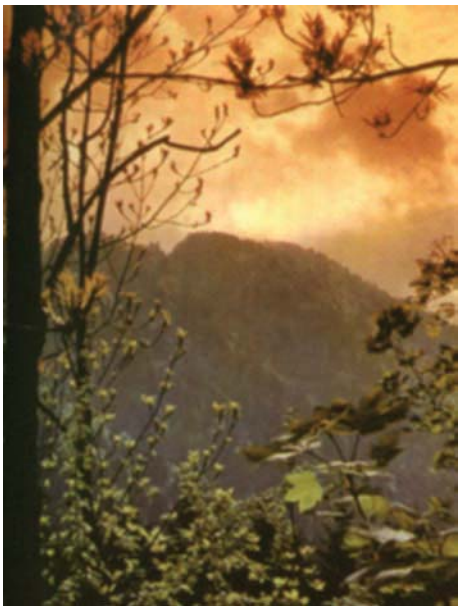
2- أسند لكلّ كأس قيمة pH المحلول الذي يحتويه.

أستغلّ وثيقة

الأمطار الحامضيّة

من المعلوم أنّ مياه الأمطار تتميّز تقريبا بـ pH=7 ، ولكن عند اختراقها الغلاف الجوّي تتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون فتصبح حمضيّة وخاصة في المناطق الصناعية حيث تزيد درجة حموضتها وتصل قيمة pH إلى 5,6 تقريبا.

وعندما يكون الجوّ مشحونا بالغازات الملوِّثة وخاصّة منها أكاسيد الكبريت و الأزوت، تصيرالأمطار أكثر حموضة إذ تصل قيمة pH إلى 4,2.



تضرّ الأمطار الحامضيّة بالأشجار

يسبّب نزول الأمطار في اتلاف مساحات واسعة من الغابات والمزروعات المتاخمة للمناطق الصناعية.

ففي البداية يتوقف نموّ الأشجار ثم تظهر على الأوراق بقع كالصدأ ثم تلتوي الأوراق ومن ثَمَّ تتساقط، وخلال عامين تقريبا تذبل الأشجار كلّيا فتصبح الغابات جرداء.

زيادة على ذلك، تتآكل المنحوتات الرخامية وكل المنشآت والتماثيل المعدنيّة الموجودة في المدن الصناعيّة وتَمحي معالمها.

تآكل تمثال أبو الهول

الأسئلة :

1- أعرّف الأمطار الحمضيّة.

2- أبرز الانعكاسات السلبيّة للأمطار الحمضيّة على الطبيعة والبيئة.

3- أقترح بعض الحلول الملائمة للحدّ من هذه الظاهرة الخطيرة للأمطار الحمضيّة.

21 درجة قلويّة محلول مائي قلوي

أتــأمّل وأتســاءل

- المقصود بالكتابة «hydroxyde de sodium 29%» على قوارير المحاليل المستعملة لتسليك المواسير.
- لماذا نشعر أحيانا بشيء من الحرق على مستوى البشرة إثر الاغتسال بالماء والصابون؟

أجــرّب وألاحظ

- أتزوّد بالمعدّات والموادّ التالية:
  - * كؤوس اختبار – محراك – ملعقة صغيرة
  - * كُيَيْسُ خميرة – ماء.
- أضع ملعقة من مسحوق الخميرة في كأس اختبار يحتوي على 100mL من الماء ثمّ أحرّك المزيج فأحصل على محلول الخميرة. فألاحظ أنّ طعمه مُرّ وأنّ ملمسه صابونيّ.
- إثر تخفيف هام للمحلول ألاحظ أنّ مرارته تنقص وأنّ ملمسه الصّابونيّ يزول تقريبا.

أتــأمّل وألاحظ

كما هو الشأن بالنسبة لحامض الكلورهيدريك، لا يمكن استعمال المحلول المائي للصّودا المركّز في المخبر إلاّ باحترام قواعد سلامة محدّدة وبحذر شديد وذلك بسبب خطورته الكبيرة المتمثلة في أنّه كاوٍ وأكّال كما هو مشار إليه في علامة قارورته .

بتخفيفه نحصل على محلول قليل الخطورة وذي ملمس صابونيّ.

أحلّل

أعلم أنّ خاصيتي المرارة والملمس الصابوني بالنسبة لمحلول الخميرة و خاصيّة الكاويّة للصّودا تدلّ على قلويتهما.

بالتالي ينقص محلول الخميرة و محلول الصودا قلوية كلّما زدت في تخفيفهما.

أستنتج

➢ليست هناك قلويّة مطلقة: لكلّ محلول قلويّ درجة قلويّة معيّنة ترتفع بارتفاع التركيز وتنقص بنقصانه.

➢كلّما زادت درجة القلويّة، كان المحلول القلويّ مرّا (بالنسبة للموادّ الغذائيّة) وكاويا.

أجرّب وألاحظ

◈أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية:

* كؤوس اختبار ذات سعة 100mL -pH متر–محراك.
* ماء الحنفيّة– ماء البحر أو ماء جافال.

تجربة1

◈ أسكب في كأس الاختبار كميّة من ماء جافال تسمح بغمر الجزء الحسّاس من المسبر. ثمّ أقيس pH السائل.

◈ أخفّف تدريجيّا ماء جافال بإضافة 10mL من ماء الحنفيّة في كلّ مرّة وأقيس الـ pH ، فألاحظ أنّ قيمة pH تنقص كلّما زاد ماء جافال تخفيفا.

تجربة2

◈ أسكب في كأس الاختبار كميّة من ماء الحنفيّة تسمح بغمر الجزء الحسّاس من المسبر. ثمّ أقيس pH الماء.

◈ أضيف تدريجيّا كميّة هامّة من ماء جافال في الماء وأقيس في كلّ مرّة pH المحلول فألاحظ أنّ قيمة pH ترتفع كلّما زاد المحلول تركيزا.

ملاحظة:

لا أنسى أن أحرّك المزيج قبل كلّ عمليّة قيس pH المحلول.

أستنتج

كلّما زادت درجة قلويّة محلول مائي شارديّ ارتفعت قيمة pH المحلول والعكس بالعكس.

⇕

كلّما ارتفعت قيمة pH محلول مائي قلوي زادت درجة القلوية والعكس بالعكس.

تعريف :

كما هو أداة للتعرّف إلى درجة حموضة للمحاليل المائية الشارديّة مقدار pH أداة تُعَرّفُ بها كذلك درجة قلوية المحاليل المائيّة الشارديّة

أقيّم مكتسباتي

علما أنّ قيمة pH محلول الصودا تساوي 12 وقيمة pH محلول النّشادر 10,8 :

1- أقارن درجة قلوية محلول الصودا بدرجة قلوية محلول النّشادر.

2- أقترح تجربة أغيّر بها قيمة pH محلول الصودا حتّى تصبح متساوية مع قيمة pH محلول النَّشادر.

الخلاصة

- المحاليل المائيّة القلوية هي محاليل شارديّة ذات pH>7 في 25°C .
- لقلوية المحاليل الشارديّة درجات مختلفة تتأثّر بالتركيز.
- نتعرّف إلى درجة قلوية محلول مائي شاردي بتحديد قيمة pH المحلول.
- ارتفاع قيمة pH محلول مائي قلويّ دليل على ارتفاع درجة قلويته والعكس صحيح.

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

في حوزتنا قارورة محلول قلوي كتب على علامتها pH=13 وثلاثة كؤوس اختبار يحتوي كلّ واحد منها 1mL من المحلول القلوي. أضفنا في كلّ كأس كميّة من الماء ذات حجم:

- V_1=9mL في الكأس الأوّل.
- V_2=99mL في الكأس الثاني.
- V_3=999mL في الكأس الثالث.

قيس pH للمحاليل أدّى إلى القيم غير المرتبة التالية : 11 ،10 و 12.

1- فسّر اختلاف قيم pH المحاليل الناتجة عند انجاز هذه التجربة.

2- أسند إلى كلّ كأس اختبار قيمة pH المحلول الذي يحتويه.

تمـرين رقم 2

رتّب هذه المحاليل ترتيبا تصاعديّا حسب قيمة درجة قلويتها.

المحلول	محلول الصودا	محلول البوتاس	محلول النّشادر	ماء جافال	ماء البحر	الدم
قيمة pH في 25°C	13	12	11,8	10,6	8,4	7,4

تمـرين رقم 3

إذا علمت أنّ قيمة pH ماء البحر تساوي 8,5 وقيمة pH ماء جافال المركّز تساوي 10,6 في نفس درجة الحرارة :

1- قارن درجة قلوية ماء البحر بدرجة قلوية ماء جافال.

2- اقترح تجربة تغيّر بها قيمة pH ماء جافال حتّى تصبح متساوية مع قيمة ماء البحر.

تمـرين رقم 4

أعد كتابة البيانات التالية مع وضع علامة (+) أمام كلّ بيان صحيح وعلامة (−) أمام كلّ بيان خاطيء مع تصحيح الخطأ.

1- لكلّ محلول قلوي درجة قلوية معيَّنة ترتفع بارتفاع التركيز وتنقص بانخفاضه

2- انخفاض قيمة pH المحلول المائي الشاردي دليل على ارتفاع درجة قلويته والعكس بالعكس

3- تُعرف المحاليل القلوية بـ pH أكثر من سبعة في 25°C.

4- نتعرّف إلى درجة قلوية محلول مائي شاردي بتحديد تركيز المحلول.

هل من مزيد ؟

تستعمل بعض المحاليل الحامضية والمحاليل القلوية في الحياة اليوميّة كوصفات كيميائية، منها:

1- محلول النشادر المخفّف (تركيز $C = 10\ g.L^{-1}$) ، وهو محلول قلويّ يستعمل كمنعّم للجلد ومُطهّر ومزيل لكافّة الروائح.

2- محلول بيكربونات الصوديوم، وهو محلول قلوي يُستخدَم كعلاج للَدْغ النحل الأنثى ذي الخاصّية الحامضيّة.

3- محاليل الخل وعصير الليمون، وتستعمل:

– كعلاج للدغ دبّور النّحل لأنه يتميز بتأثير قلوي.

– كمزيل لبقع الحبر.

22- المحلول المائي المتعادل

شجرة السمسم تفرز زيتا متعادلا

- لماذا ينصح باستعمال صابون حامضي خفيف أو متعادل وبدون ملوّنات لتنظيف جسم الإنسان ؟
- لإخصاب الأراضي الحمضيّة لماذا يُشتَرَط أن تكون الأسمدة المستعمّلة قلويّة ؟

المحلول المائي المتعادل

22

مدلول المحلول المتعادل

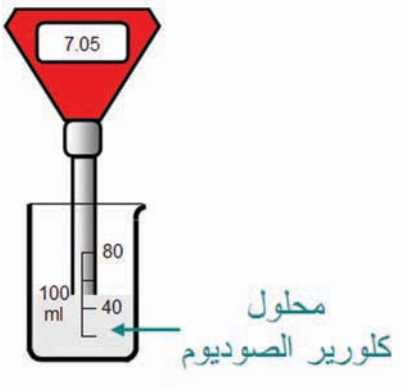
أتأمّل و أتساءل

- ما الذي يجعل شامبو الرضيع لا يسبّب أيّ احتراق في العين؟
- ما المقصود بالعبارة «pH neutre» المتداوَلة في ومضات إشهار بعض مواد التجميل؟

أجـــرّب وألاحظ

- أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية:

* جهاز pH متر – كؤوس اختبار سعة 100mL – ورق ترشيح.
* ماء مقطّر – محلول مائي لكلورير الصوديوم – محلول مائي لكلورير البوتسيوم.



- أملأ كأس اختبار ماءً مقطّرا (إلى النصف أو أكثر) ثمّ أغمس مسبر جهاز الـpH متر فيشير إلى العدد 7.
- أعيد نفس التجربة ولكن باستعمال محلولي كلورير الصوديوم وكلورير البوتسيوم على التوالي، فيشير الـ pH متر إلى القيمة 7 تقريبا لكلّ محلول.

أحلّل

تَساوي pH محلول كلورير الصوديوم أو البوتسيوم مع pH الماء النقيّ رغم أنّهما محلولان شارديان يعني أنهما ليسا بالحامضين ولا بالقلويين فهما يختصّان بدرجة تتوسّط درجات الحموضة ودرجات القلويّة، فنقول إنّ كلاّ منهما محلول متعادل.
بالتالي نقول إنّ الماء النقيّ سائل متعادل.

أستنتج

➢هناك من المحاليل المائيّة الشارديّة التي تتميّز بـ pH يساوي قيمة pH الماء النقيّ في نفس درجة الحرارة، وتُعرف بالمحاليل المتعادلة.

تعريف :

كلّ محلول شارديّ له pH يساوي قيمة pH الماء النقي في نفس درجة الحرارة يسمّى محلولاً متعادلا.

➢في 25°C، كلّ محلول شارديّ ذو pH=7 هو محلول متعادل

➢الماء النقيّ وسط متعادل.

أمثلة أخرى : محلول ملح الطعام، محلول كلورير البوتسيوم، محلول نيترات الصوديوم...

أقيّم مكتسباتي

بالاعتماد على قيمة pH في 25°C، أصنّف المحاليل المائيّة الشارديّة المذكورة في الجدول التالي إلى محاليل حامضيّة ومحاليل قلوية ومحاليل متعادلة:

المحلول	ميتيلأمين	نيترات البوتاسيوم	خل	فلورير الهيدروجين	بوتاس	ملح الطّعام
pH	11	7	5	3	12	7

محاليل متعادلة مستعمَلة في الحياة اليوميّة

أجرّب وألاحظ

◈أتزوّد بالمعدّات والمواد التالية:

* جهاز pH متر – كؤوس اختبار سعة 100 mL – ورق ترشيح.
* ماء مقطّر – شامبو أطفال – صابون أطفال – سكّر – كحول الصيدلية.

◈أملأ كأس اختبار إلى النصف ماءً مقطّرا ثمّ أسكب فيه كميّة من الشامبو وأقيس pH المحلول.

◈أعيد نفس التجربة ولكن باستعمال الصابون ثمّ السكّر ثمّ الكحول، فألاحظ في كلّ الحالات أنّ pH المحلول يساوي تقريبا pH الماء المقطّر المستعمَل.

أستنتج

➢ من المحاليل المستعملة في الحياة اليوميّة توجد المحاليل المتعادلة.

أقيّم مكتسباتي

1- ما المقصود بالعبارة المكتوبة بالفرنسيّة «pH NEUTRE » على العلامة المقابلة لنوع من الشامبو والتي تُترجَمُ بـ« pH متعادل» ؟

2- هل يصحّ فعلا القول« pH متعادل»؟ لماذا؟

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

ضع علامة × في الخانة التي تناسب المقترح الصحيح من ضمن البيانات التالية:

1- pH محلول متعادل في 25°C:

a	أقل من العدد 7.	
b	يساوي العدد 7.	
c	يساوي العدد 14.	

2- pH محلول متعادل:

a	يتأثّر بالحرارة فقط.	
b	يتأثّر بالتركيز فقط.	
c	يتأثّر بالحرارة والتركيز معًا.	

3- كلّ محلول مائي متعادل:

a	يحتوي على نفس شوارد الماء النقي.	
b	لا يحتوي على أيّ شاردة.	
c	يحتوي على نفس العدد من الشوارد المصعديّة والشوارد المهبطيّة.	
d	يحتوي على نوعين من الشوارد بنسب تميّزه بـpH يساوي pH الماء النقي.	

تمـرين رقم 2

1- ذكّر بقيمة pH الماء النقيّ في 25°C .

2- يشير الجدول التّالي إلى قيم pH في 25°C لعدد من السّوائل :

السّائل	عصير برتقال	ماء جافال	ماء المطر	الدّم	ماء البحر	حليب البقر	اللّعاب
pH	3.5	10.6	6	7.4	8.5	6.5	7

أ- بالاعتماد على قيمة الـpH ، بيّن أنّه يمكن تصنيف السوائل إلى ثلاث مجموعات.

ب- استخرج السوائل التي يمكن اعتبارها سوائل متعادلة.

تمـرين رقم 3

* يبيّن الجدول التالي قيمة pH الماء النقي في بعض درجات حرارة مختلفة.

T(°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	98
pH الماء	7,47	7,37	7,27	7,17	7,08	7	6,92	6,84	6,77	6,63	6,5

* لدينا أربع محاليل شاردية (م1) و(م2) و (م3) و(م4) :

– pH المحلول (م1) يساوي5 في درجة حرارة T=0°C ،

– pH المحلول (م2) يساوي 7 في درجة حرارة T=0°C ،

– pH المحلول (م3) يساوي 7,47 في درجة حرارة T=0°C،

– pH المحلول (م4) يساوي 6,63 في درجة حرارة T=50°C .

بالاعتماد على الجدول أعلاه :

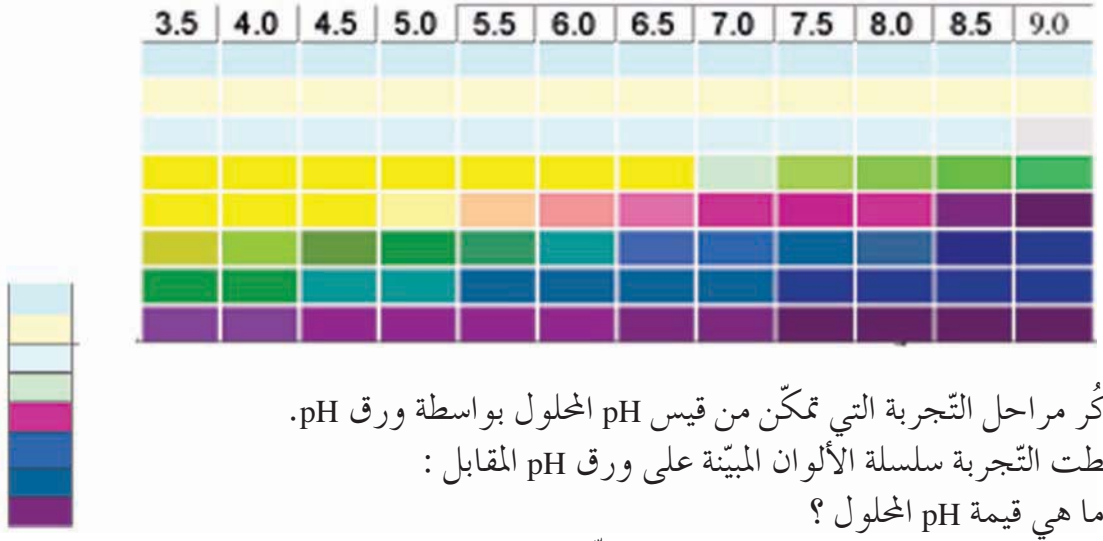
1- بيّن أنّ المحلولين (م1) و (م2) وسطان حامضيان في حين أنّ المحلول (م3) وسَط متعادل.

2- حدّد طبيعة وسط المحلول (م4) (حامضي أو قلوي أو متعادل).

3- ما هي قيمة pH المحلول (م3) في 50°C ؟

تمـرين رقم 4

في حوزتنا محلولٌ مائيّ شارديّ وورق pH يستند في استعماله دليل الألوان التالي:



1- أُذكُر مراحل التّجربة التي تمكّن من قيس pH المحلول بواسطة ورق pH.

2- أعْطت التّجربة سلسلة الألوان المبيّنة على ورق pH المقابل :

1.2. ما هي قيمة pH المحلول ؟

2.2. هل المحلول متعادل، حامضيّ أم قلويّ ؟ علّل إجابتك.

أستغلّ وثيقة

الصّابون مادّة تُستخدَم في التنظيف وهي مُطهّرة تُصنع من الدهون الحيوانيّة والنباتيّة والزيوت والشّحوم، يتشكّل الصابون كيميائيّا من خلال التفاعل بين الدهون والزيوت والقلويات.
أمّا المنظّفات الصّناعيّة مثل "نظيف" و"أومو" وغيرها... فإنها تحتوي على موادّ عضويّة وغير عضويّة إضافة إلى موادّ منعّمة للغسيل وتعتبر هذه المنظفات أقلّ خطورة من المنظفات الأخرى الشديدة القلويّة مثل الموادّ المستعملة لتنظيف البالوعات حيث تصل قيمة pH هذه المواد إلى 11
أمّا الشّامبوهات فهي قليلة الخطورة إلاّ من بعض الآثار المهيّجة البسيطة للأغشية المخاطيّة، وتحوي الشّامبوهات مواد مثل السيلينيوم تمنع قشور الشعر، ولكن قد تؤدّي إلى بعض الأعراض السلبيّة عند كثرة الاستعمال وخاصّة لدى الأطفال لأنّ بشرة هؤلاء حسّاسة جدّا، فهي أرقّ من بشرة البالغ بالإضافة إلى أنّ جلد الطفل مغطّى بشعر زغبيّ كثيف ممّا يجعل المسامات الجلديّة أكثر انفتاحا وبالتالي أكثر عرضة للخطر.
إنّ قيمة pH الجلد تتراوح بين 4,2 و 5,6 ، وعادة ما تختلف هذه القيمة من جزء إلى جزء آخر من جسم الإنسان حسب العمر والجنس فإنّ جلد الذكور أكثر حموضة من الإناث وهذا يلعب دورا هامّا في إيقاف نموّ الجراثيم على سطح الجلد.
إلاّ أنّ هناك أنواع من الصابون والشامبوهات أكثر حموضة أو قلويّة وخاصّة تلك التي تحوي عطورا ومُلوّنات فإنّها تسبّب تغيير قيمة pH الجلد ممّا ينتج عن ذلك التهابات.
إذن فبشرة الرّضع والأطفال تحتاج إلى تنظيف لطيف، لذلك فإنّ الصابون المستعمل عند الرّضع والأطفال يجب أن:

* لا يكون قلويّا بل متعادلا أو قليل الحموضة،
* لا يحوي ملوّنات أو عطورا،
* يحوي مواد مرطبة للبشرة.

أسئلة :

بالرجوع إلى الوثيقة:
1- حدّد مجال pH موادّ التنظيف المستعملة.
2- استخرج ما يدلّ على أنّ أغلب موادّ التنظيف قلوية.
3- قارن pH جلد الإنسان مع pH مختلف أنواع الصابون والشامبو.
4- لماذا يجب أن يتّصف صابون الأطفال بدرجة حمضيّة خفيفة أو بالتعادل ؟
5- لماذا تُنصَح الإناث باستعمال صابون له صفات صابون الأطفال ؟

هل من مزيد ؟

يستخدم الكيميائيون كواشف لاختبار ما إذا كان المحلول حامضا أو قلويّا أو متعادلاَ. فعند إضافة الكاشف إلى محلول منها يتّخذ الكاشف لونا معيّنا مميزا. ويمكن تحضير كاشف من الكُرنب الأحمر أومن عصير حبّ البَلَسان أو من توت العُلّيق.

لوازم التجربة:

ملفوف (كُرنب) أحمر– ماء مقطَّر– محلول مائي حامضي – محلول مائي قلوي – محلول مائي متعادل – سكين ولوحة تقطيع – مصفاة – قنينة – كؤوس

تحضير الكاشف

آخذ الملفوف الأحمر وأقطّعه إلى قطع صغيرة على لوح التقطيع.

أصبّ بكل حذر قطع الملفوف في الماء المقطَّر الساخن وأتركه نصف ساعة أو أكثر حتّى يبرد تماما.

باستعمال المصفاة، أجني كاشفا ذا لون أرجوانيّ يميل إلى الحمرة القاتمة في القنينة.

التجربة

أصبّ قليلا من الكاشف على التوالي على المحلول الحامضي والمحلول القلويّ والمحلول المتعادل فألاحظ أنّ :

– المحلول المائي الحامضي يحمرّ.

– المحلول المائي القلويّ يخضرّ.

– المحلول المائي المتعادل لا يؤثّر في لون الكاشف.

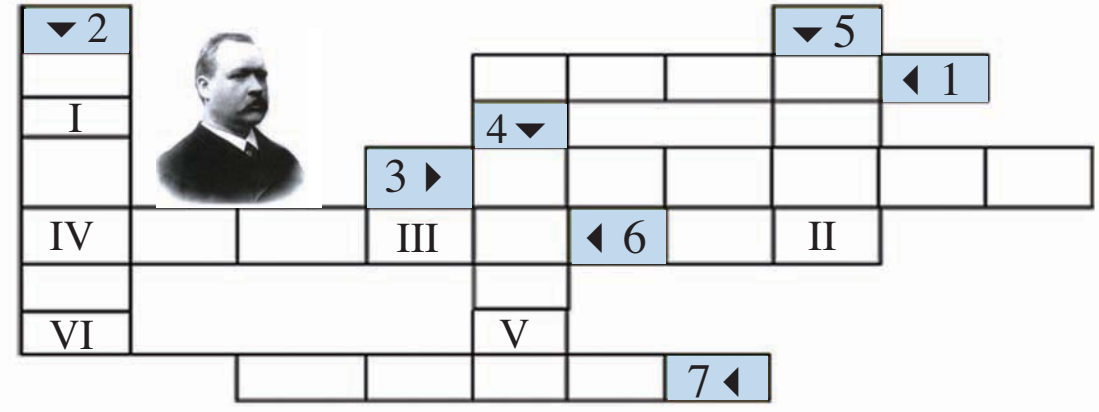
محلول حامضي محلول متعادل محلول قلويّ

أتسلّى

1. كلمات متقاطعة :

أبحث عن المفاهيم أو المصطلحات التي تدلّ عليها العبارات التالية، ثمّ أكمل الشبكة:

1 ◀	تنتقلُ نحوه الكاتيونات	5 ▼	خاصيّة تزداد بازدياد درجة القلويّة
2 ▼	نوع من الشّوارد يتواجد مع الأنيون	6 ◀	محلول يمتاز بـ pH<7 في 25°C
3 ▶	محلول ذو pH=7 في 25°C.	7 ▼	محلول يمتاز بـ pH>7 في 25°C
4 ▼	مزيج سائل متجانس يتكوّن من منحل و محل		



2. من هو صاحب الصّورة ؟

هو عالم كميائي أثبت أنّ المحاليل الحامضيّة هي محاليل شارديّة، أحصل على اسمه الذي ينتهي بحرف السّين ، بترتيب الحروف المتواجدة بالخانات المرقّمة رومانيا من I إلى VI كما يلي :

III	II	VI	I	IV	V	س

أستعين بعناوين

الموضوع	العنوان
المحاليل الشاردية	edu.cpln.ch/c_david/formules.htm
	www.intellego.fr/soutien-scolaire-3eme/aide-scolaire-Chimie/3-Les-solutions-ioniques/14754
	cordier2.free.fr/sitephysique/progres3.htm
	www.keepschool.com/quiz-Chimie-3eme-Atomes_ions_et_solutions_ioniques.html
المحاليل الحامضيّة والقلويّة والمتعادلة	physiquecollege.free.fr/troisieme.htm
	www.phychim.ac-versailles.fr/donnees/college_lycee/D-evaluation/cap_exp/lien%20III-2-f.htm
	www.physagreg.fr/college.php#chimie3
	missiontice.ac-besancon.fr/sciences_physiques/eleves/index.php
	www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Sc_index.htm
	www.ac-strasbourg.fr/disciplines/physchim/college
	colleges.ac-rouen.fr/langlois/physique/fichiers/accueil_troisieme.htm
	www.col-europe-obernai.ac-strasbourg.fr/rubrique.php3?id_rubrique=84
	pagesperso-orange.fr/physique.buil/activ_3e/chimie-3e/rev_acid_base.htm
	www.lachimie.com/intro/index.html
	pagesperso-orange.fr/physique.buil/ex/acide_base.htm
	chimie.scola.ac-paris.fr

الضّوء

صورة غلاف كتاب المناظر للحسن ابن الهيثم، موسوعة فيزيائيّة
من أنفس ما أنتج العرب في مجال البصريات

تغيّر مسار الضوء

مكتسباتي القبليّة

المعارف

1- أعدّد مصادر الضوء.
2- أعرّف الجسم المضيء والجسم المضاء.
3- أعرّف انتشار الضوء.
4- أعرّف الوسط الشفّاف والوسط الشّاف والوسط العاتم.
5- أعرّف المصدر النقطي والمصدر الموسّع للضوء.
6- أذكر مختلف أنواع الحزم الضوئيّة.
7- أعرّف الحزمة الضوئيّة المتوازية ، الحزمة المتجمّعة والحزمة المتباعدة.
8- أذكر مبدأ الانتشار المستقيم للضوء.

المهارات

1- أفسّر مفهوم الرؤية.
2- أميّز بين جسم مضيء وجسم مضاء.
3- أميّز بين مصدر ضوئي نقطي ومصدر موسّع.
4- أميّز بين وسط شفّاف، وسط شافّ ووسط عاتم.
5- أطبّق مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء.
6- أميّز بين الشعاع الضوئي والحزمة الضوئيّة.
7- أميّز بين مختلف أنواع الحزم الضوئيّة.
8- أرسم مسار حزمة ضوئيّة.

تغيّر مسار الضّوء

23- انعكاس الضوء
24- المرآة المسطّحة
25- انكسار الضوء
26- الانكسار الحدّي والانعكاس الكلّي
27- تطبيقات لتغيّر مسار الضّوء
28- الأضواء المرئيّة والضّوء الأبيض

**منظر لنزل بقمّرت (تونس)
مع صورته المعكوسة في ماء المسبح.**

ظاهرة السراب بمنطقة الفوّار (الجنوب التونسي)

- لماذا تُكتَب كلمة «إسعاف» معكوسةَ على سيارة الإسعاف ؟
- لماذا يبدو كلّ جسم مغمور جزئيّا في بركة ماء هادئ منكسرا على مستوى سطح الماء؟
- ما هي الألياف البصرية؟ وكيف تشتغل؟
- ما هو السّراب ومتى وأين يظهر؟
- بِمَ نفسّر ظاهرة قوس قزح؟

انعكاس الضّوء

23

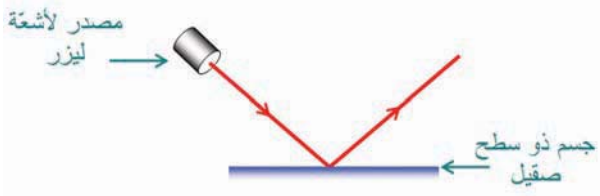
ظاهرة انعكاس الضّوء

أتــأمّل وأتســاءل

كيف لأضواء الطريق المنبعثة من سيّارة أن تتسبّب في انعدام الرؤية لسائق السيّارة التي تسير أمامها حتّى يُمنَعَ تشغيلُها حسب قانون الطرقات؟
لماذا يجب توجيه محدَّد لمرآة المنوار العاكس حتّى تُضاء شاشة العرض؟

أجــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:
* مصدر لأشعّة ليزر (أو فانوس مع مُكثّف يسمح بإرسال حزمة ضوئيّة متوازية).
* جسم ذو سطح صقيل (قطعة زجاج، قطعة من ورق الألومينيوم للف الموادّ الغذائيّة، غطاء علبة ياغورت...)



الشكل 1

◈ أضع المصدر الضوئي في مكان يسمح للحزمة الضوئيّة المنبعثة منه بالورود على الجسم ذي السطح الصقيل المستعمَل (قطعة الزجاج مثلا).
إثر تشغيل المصدر الضوئي مباشرةً، ترتدّ الحزمة الضوئية المنبعثة من المصدر المستعمَل على مستوى السطح الصقيل، ولكن في منحى معاكس (الشكل1) يتغيّر بتغيير منحى السطح الصقيل أو منحى مصدر الضوء.

أحلّل وأفسّر

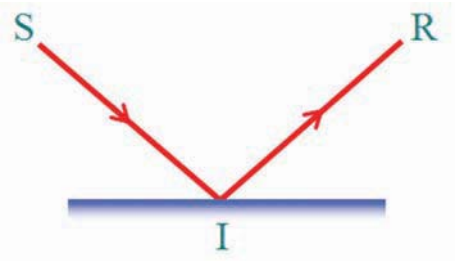
على عكس الانتشار (الارتداد الذي ينتج عن ورود ضوء على سطح عادي لجسم عاتم في عدّة مناحي)، يرتدّ الضوء الوارد على سطح صقيل في منحى وحيد مرتبط بموقع السطح بالنسبة إلى المصدر.

أســتنــتــج

كلما ورد الضوء على سطح صقيل يحدث له ارتداد في منحى معيّن دون غيره يسمّى انعكاسا.

تعريف :

انعكاس الضوء هو ارتداده في منحى معيَّن دون غيره على مستوى سطح صقيل.



تعريفات أخرى :

*يسمّى السطح الذي يحدث على مستواه انعكاس الضوء عاكسا.

* يسمّى الضوءُ (الحزمة الضوئيّة، الشعاع الضوئي SI) المتّجِهُ نحو العاكس ضوءا واردا (حزمةً واردةً، شعاعا واردا)

* يسمّى الضوءُ (الحزمة الضوئيّة، الشعاع الضوئي IR المُرتدُّ على مستوى العاكس ضوءا منعكسا (حزمةً منعكسةً، شعاعا منعكسا).

* تسمّى نقطةُ التقاء الشعاع الوارد على العاكس نقطةَ الورود(I)

أقيّم مكتسباتي

أعيد نفس التجربة مستعملا مرآة كجسم ذي سطح صقيل.
أسجّل ملاحظاتي وأستنتج أنّ المرآة قادرة على القيام بدور العاكس.

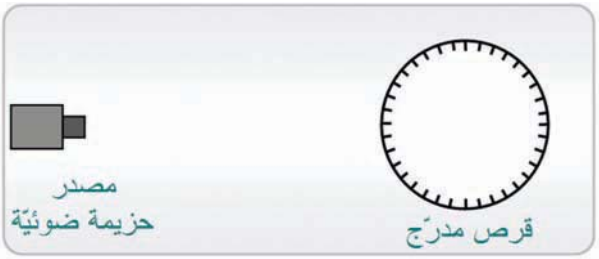
قانونا انعكاس الضّوء

القانون الأوّل : قانون المستويات

أجـــرّب وألاحظ

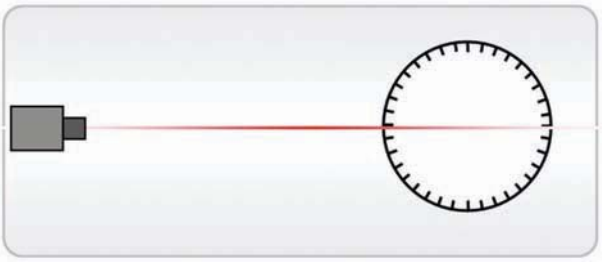
◈أتزوّد بالجهاز المخبري الخاصّ بدراسة انعكاس الضوء (الشكل2) والمتكوّن من:

* مصدر حزيمة ضوئيّة S لتجسيم شعاع ضوئي
* قرص أبيض مدرّج
* مرآة مسطحة صغيرة M



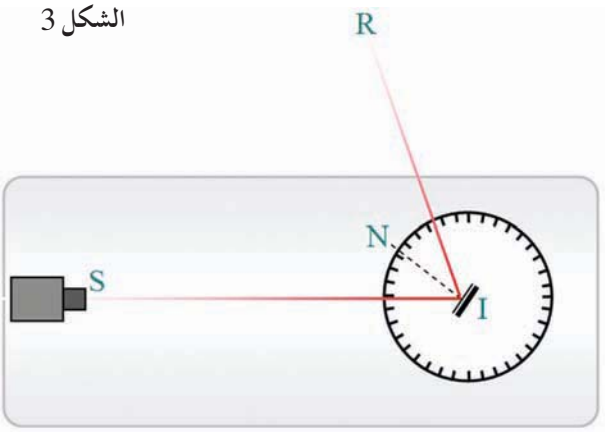
الشكل 2

◈أشغّل الفانوس فألاحظ أنّ مسار الحُزيمَة يتخذ منحى قطرٍ من أقطار القرص (شكل3).



الشكل 3

◈أضع المرآة على مستوى قطرٍ للقرص غيرِ متعامدٍ مع منحى مسار الحزيْمة الوَاردة فيمّحي أثَرُ الحزيْمة وراء المرآة وتظهر بُقعَةٌ ضوئيّة مستقيمة IR على القرص، أمام المرآة ومن الجهة الأخرى للعمود القائم IN على العاكس المسطّح M في نقطة الورود I (شكل4).



الشكل 4

أحلّل وأفسّر

تمثّل البقعة المستقيمة IR أثر الحزيمة الضوئيّة المنعكسة على المرآة M والناتجة عن ورود الحزيمة SI في النقطة I.

بِمَا أنّ الحزيمة المتوازية تمثّل شعاعا نقول إنّ البقعة المستقيمة تمثّل أثر الشعاع المنعكس IR والناتج عن ورود الشعاع SI على المرآة في النقطة I. بالتالي فإنّ الشعاع المنعكس يوجد في نفس المستوي الحاوي للشعاع الوارد SI وللعمود NI والمعروف بمستوي الورود (SI ، NI)

أستنتج

نص القانون الأول للانعكاس (قانون المستويات):

ينتشر الشعاع المنعكس في مستوي الورود

القانون الثاني: قانون الزوايا

بعد أن تعرّفت إلى القانون الأوّل الذي يضبط منحى انتشار الشعاع المنعكس فمن الوجاهة أن أهتمّ الآن بتأثير تغيير منحى الشعاع الوارد على منحى الشعاع المنعكس.

أجرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بنفس المعدّات التي استعملتها في التجربة السابقة.

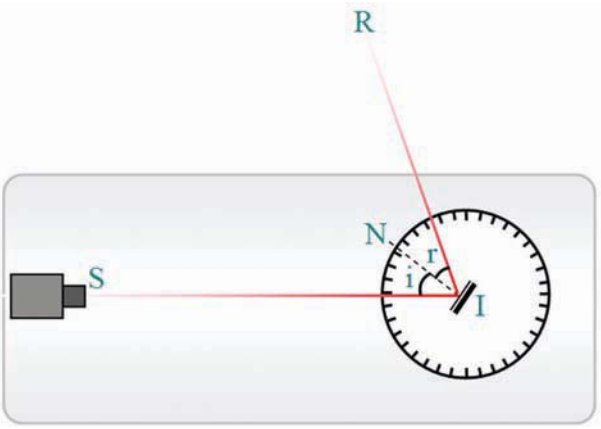
*أثبّت السطح العاكس على مستوى قطرٍ للقرص غير متعامد مع منحى مسار الحزيمة الواردة.

◈ أشغّل الفانوس فأحصل على شعاع وارد SI وعلى شعاع منعكس IR

أعيّن العمود (NI) المقام على العاكس بنقطة الورود (I) فألاحظ وجود زاويتين:

– زاوية i ناتجة عن تقاطع الشعاع الوارد (SI) مع العمود (NI) في نقطة الورود وتسمّى زاوية الورود.

– زاوية r ناتجة عن تقاطع الشعاع المنعكس (IR) مع العمود (NI) في نقطة الورود وتسمّى زاوية الانعكاس (شكل5) .



الشكل 5

◈أبدأ بتدوير القرص في الاتجاه الذي ينتج عنه ترفيع في قيمة زاوية الورود i ثمّ أعكس اتجاه تدوير القرص، وأتابع في الحالتين وبالتوازي مع تدوير القرص كيفيّة تطوّر قيمة زاوية الانعكاس r وأسجّل ما ألاحظ.

◈ أختار مقادير معلومة لزاوية الورود i وأقيس في كلّ مرّة مقدار زواية الانعكاس r فأحصل مثلا على الجدول التالي :

i(°)	0	10	20	30	45	60	70	80	87
r(°)	0	10	20	30	45	60	70	80	87

أقارن مقدار كلّ زاوية r بمقدار الزاوية i الموافقة لها.

أستنتج

نص القانون الثاني للانعكاس (قانون الزوايا):

قيمة زاوية الانعكاس تساوي قيمة زاوية الورود <=> r = i

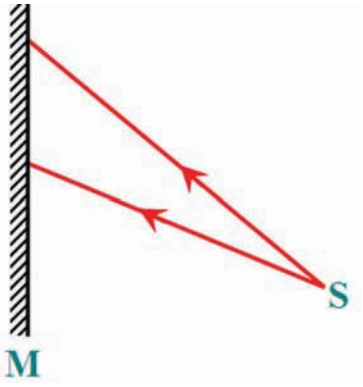
ملاحظة:

يُرمز دائما إلى المرآة المسطحة كما ورد آنفا وكما هو مشار إليه في الشكل.6

الشكل 6

أقيّم مكتسباتي

أنسخ الشكل المقابل (الشكل7) ثمّ أرسم مسار الحزمة الضوئيّة الناتجة عن انعكاس الحزمة الضوئيّة المنبعثة من المصدر النقطي S على المرآة المسطّحة M.



الشكل 7

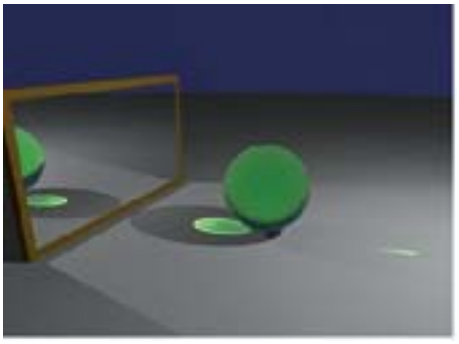
المرآة المسطّحة

24

أتـأمّل وأتسـاءل

الشكل 1

◈ لماذا تكتب عبارة "AMBULANCE" معكوسة كما يلي "AMBULANCE" وكما هي في الشكل 1 على الواجهة الأماميّة لسيارة إسعاف؟



الشكل 2

◈ بِمَ أفسّر مشاهدة صورتي كلّما نظرت في مرآة كما هو الشأن لتلك الأشياء في الشكل2؟

الشكل 3

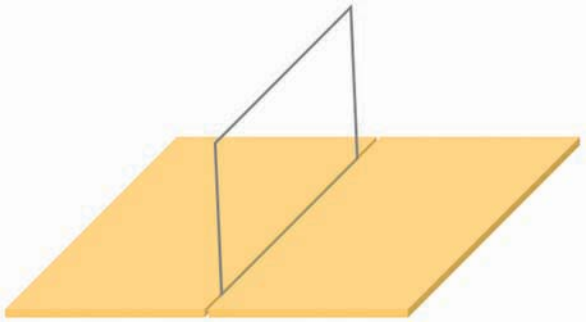
◈ ما هي خاصيّة المرآة العاكسة التي تمكّن سائقَ سيّارة رؤية ما خلفه كما هو في الشكل3؟

أجـــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:

* شمعتان (ش1) و (ش2) متطابقتان شكلا وطولا.
* صفيحة من الزجاج الرقيق.
* مِنصَب مُسطَّح أُحدِث فيه أخدود يسمح بتثبيت صفيحة الزجاج شاقوليّا.
* كوس، مسطرة ودبّوسان اثنان ملوَّنان.

◈ أضع المنصب على الطاولة وأثبّت عليه صفيحة الزجاج. (شكل4).

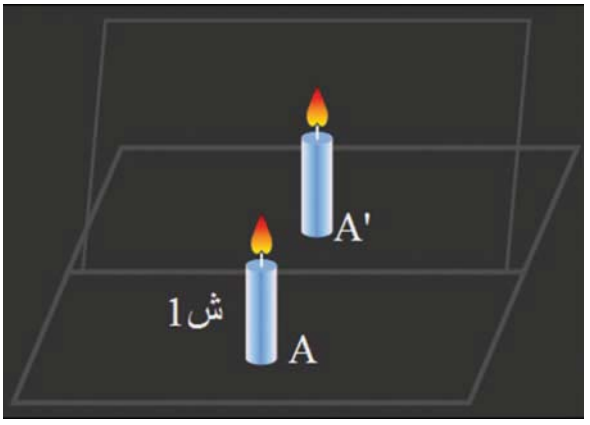


الشكل 4

◈ أضع الشمعة (ش1) على المِنصَب في النقطة A ثمّ أشعلها في الظُلمَة.

◈ أنظر من ناحية الشمعة المشتعلة، فأشاهد من خلال صفيحة الزجاج صورة لتلك الشمعة المضيئة في النقطة 'A (الشكل5). أحاول مسكها فلا أجد شيئا.

ما هي إذن طبيعة هذه الصورة؟

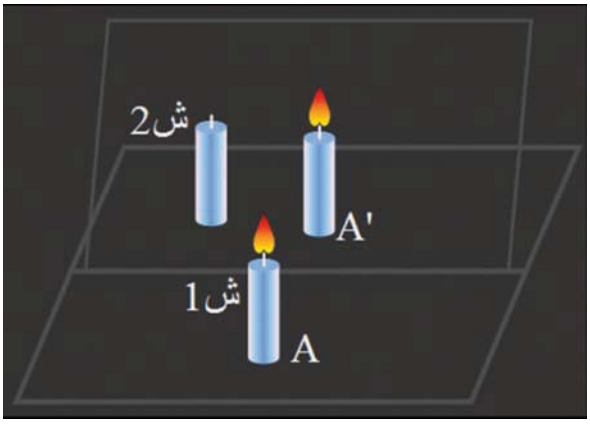


الشكل 5

◈ للتعرّف إلى كلّ صفات صورة الشمعة (ش1):

– آخذ الشمعة (ش2) غير مشتعلة (الشكل6) وأحرّكها عموديّا على المِنصَب من الناحية الأخرى لصفيحة الزجاج محاولا تقريبها من الصورة فيحصل تطابق بينهما عندما يوافق موضع الشمعة (ش2) النقطة 'A ، فيتراءى لي وكأنّ هذه الأخيرة مشتعلة.

– للتأكّد من ذلك، أطفىء الشمعة (ش1) فيختفي لهب الشمعة (ش2).

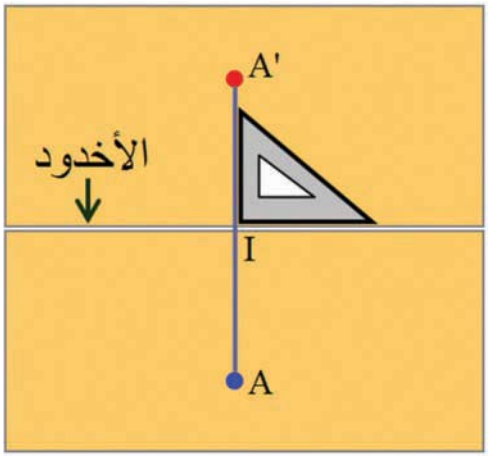


الشكل 6

– أُعلّم الموضعيْن A و 'A بواسطة الدبّوسيْن، أزيل الشمعتين وصفيحة الزجاج من على المنصب ثمّ أرسم المستقيم الواصل بين النقطتين A و 'A فألاحظ أنّ المستقيم ('A A) والأخدود متعامدان في النقطة I. (الشكل7)

– أقيس طول كلّ من قطعتي المستقيم [AI] و['IA] بالمسطرة فألاحظ تساويهما.

إذن فالنقطتان A و'A متناظرتان بالنسبة للأخدود.



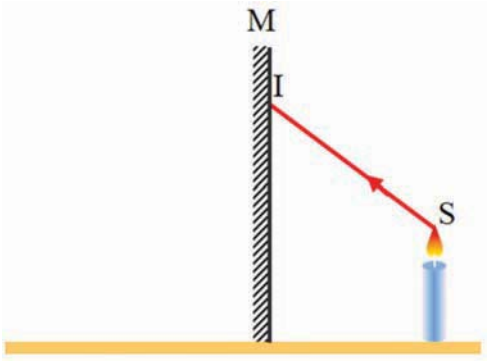
الشكل 7

أحلّل وأفسّر

مُشاهدةُ صورة الشمعة المشتعلة (ش1) عبر صفيحة الزجاج دليلٌ على ورود ضوء على شبكة العين متأتٍّ من الشمعة (ش1) بعد انعكاسه على الصفيحة. وبالتالي لعبت صفيحة الزجاج دور المرآة المسطّحة.

لِرسْمِ مسارِ ذلك الضوء انطلاقا من المصدر (لهب الشمعة):

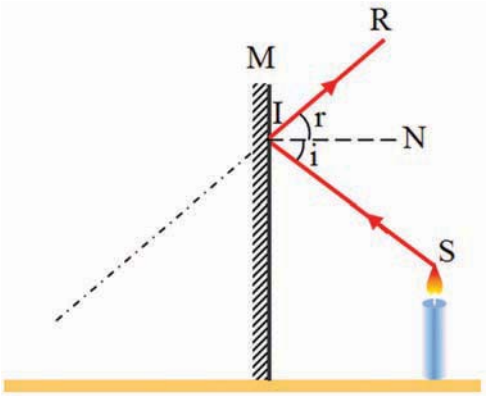
– أبدأ مثلا برسم الشعاع SI المنبعث من النقطة S والوارد على المرآة في النقطة I.(الشكل8)



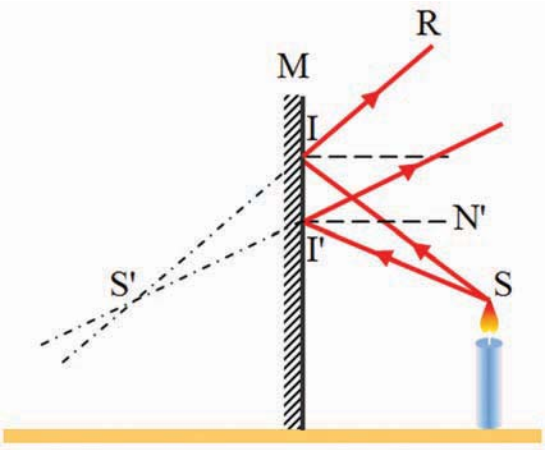
الشكل 8

– أرسم الشعاع المنعكس IR بالاعتماد على قانونَيْ الانعكاس ثمّ امتدادَه خلف المرآة (الشكل9).

– أقوم بنفس الشيء بالنسبة للشّعاع SI' فألاحظ أنّ امتداد الشعاع المنعكس I'R' يتقاطع مع امتداد الشعاع IR في النقطة S' المتناظرة مع S بالنسبة لمستوي المرآة. وهذا يُعمَّم على كلّ الأشعّة المنبعثة من النقطة S.

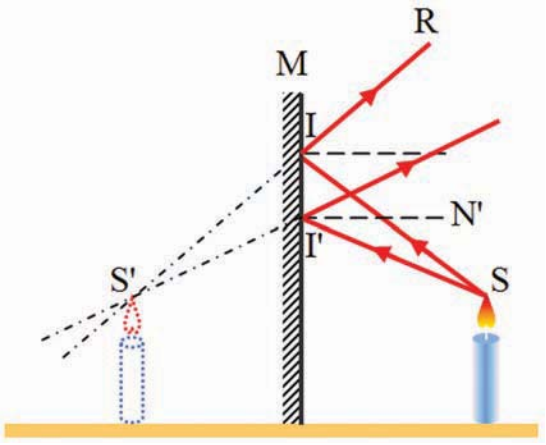


الشكل 9



الشكل 10

وبالتالي تبدو الحزمة الضوئيّة المنعكسة على المرآة والواردة على العين كأنّها منبعثة من النقطة 'S (الشكل10).



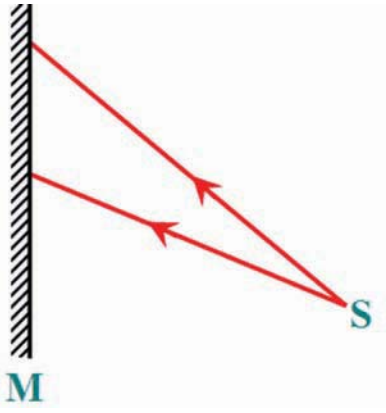
الشكل 11

وكَذا لكلّ النقاط الضوئيّة للشمعة فتكوِّن النقاطُ المتناظرةُ لها الصُّورةَ الافتراضيّة التي تشاهدها العين للشمعة (الشكل11).

أستنتج

تعطي المرآة المسطّحة لجسم حقيقيّ صورةً افتراضيّةً متناظرةً معه بالنسبة لها.

أقيّم مكتسباتي



الشكل 12

أنسخ الشكل المقابل (الشكل12) ثمّ أرسم مسار الحزمة الضوئيّة الناتجة عن انعكاس الحزمة الضوئيّة المنبعثة من المصدر النقطي S على المرآة المسطّحة M دون تطبيق مباشر لقانونَيْ الانعكاس.

الخلاصة

◈ على عكس الانتشار، انعكاسُ الضوء هو تغيّرٌ لمسار الضوء في منحى معيَّن دون غيره.

◈ انعكاس الضوء ظاهرةٌ فيزيائيّةٌ تخضع لقانونين اثنين :

* القانون الأوّل (قانون المستويات) :

ينتشر الشعاع المنعكس في مستوي الورود

* القانون الثّاني (قانون الزوايا) :

قيمة زاوية الانعكاس تساوي قيمة زاوية الورود $\mathbf{r = i}$ <=>

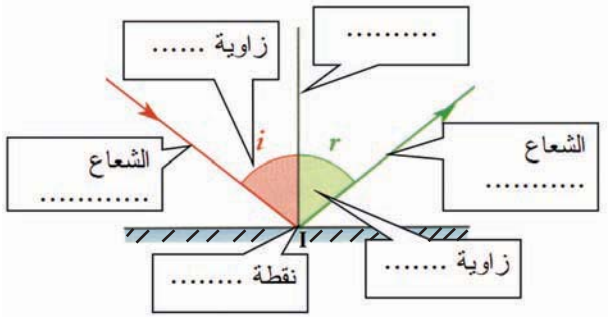
◈ ينتج عن انعكاس الضوء المنبعث من جسم حقيقيّ على مرآة مسطّحة صورةٌ افتراضيّةٌ متناظرةٌ لذلك الجسم بالنسبة لمستوي المرآة.

أعوّل على نفسي :

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

أعد رسم الشكل التالي ثمّ أكمل الفراغات بالعبارات المناسبة:



تمـرين رقم 2

اختَر الإجابة الصحيحة من بين الاختيارات المتعددة التالية:

1. شعاع وارد في منحى مائل بزاوية قدرها 66° مع مرآة مسطّحة ينعكس تحت زاوية انعكاس ذات قيمة:
   - *أكبر من 66°.
   - *تساوي 66°.
   - *تساوي 24°.

2. تعطي المرآة المسطّحة لكلّ جسم حقيقيّ AB:
   - *صورة حقيقيّة A'B' متطابقة مع الجسم AB.
   - *صورة حقيقيّة A'B' أكبر من الجسم AB.
   - * صورة افتراضيّة A'B' متطابقة مع الجسم AB.
   - *صورة افتراضيّة A'B' متناظرة مع الجسم AB بالنسبة للمرآة.

تمـرين رقم 3

أعد كتابة البيانات التالية وأكمل الفراغات الموجودة فيها بما يناسب من العبارات:

الجسم– الانتشار– وارد– الحقيقيّ– صورة– سطح –منحى– متناظرا – الافتراضيّة – الضوء المنعكس– الانعكاس–

1. يَحدث..... عوضا عن..... لمّا يرد الضوء على..... صقيل.
2. يتميّز.....على مرآة بانتشاره في منحى وحيد مرتبط بـ..... الضوء الوارد عليها.
3. تُعطي المرآةُ المسطّحة لكلّ شعاع ضوئيّ ..... عليها شعاعا منعكسا..... مع الشعاع الوارد بالنسبة إلى العمود على نقطة الورود.
4. تختصّ..... الجسم..... المتكوّنةُ عبر مرآة مسطّحة بصفتها..... وبتناظرها مع..... بالنسبة إلى المرآة.

تمـرين رقم 4

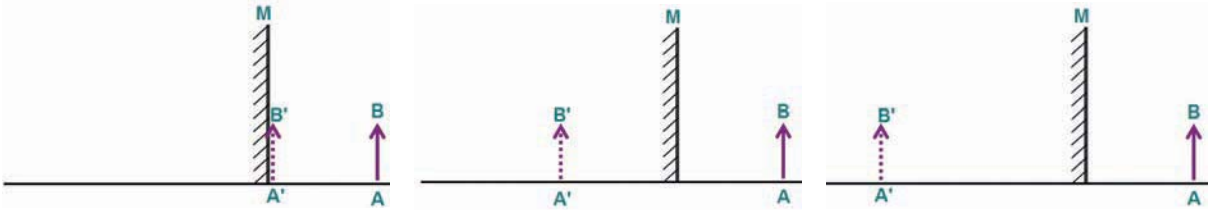
أعِدْ كتابة البيانات التالية ثمّ ضَعْ علامة أمام كلّ مقترح صحيح منها:

1. يحدث الانعكاس كلّما ورد الضوء على سطح جسم صلب.
2. يمكن أن ينعكس شعاع ضوئيّ على مرآة في نفس منحى الورود.
3. تتصف صورة جسم حقيقيّ في مرآة مسطّحة بتناظرها بالنسبة إلى العمود المقام على المرآة.
4. تحصل في المرآة صورة لكلّ جسم حقيقيّ نتيجة مرور الضوء من خلالها.
5. يظهر الضوء المنعكس على مرآة مسطّحة وكأنّه منبعث من صورة مصدره.

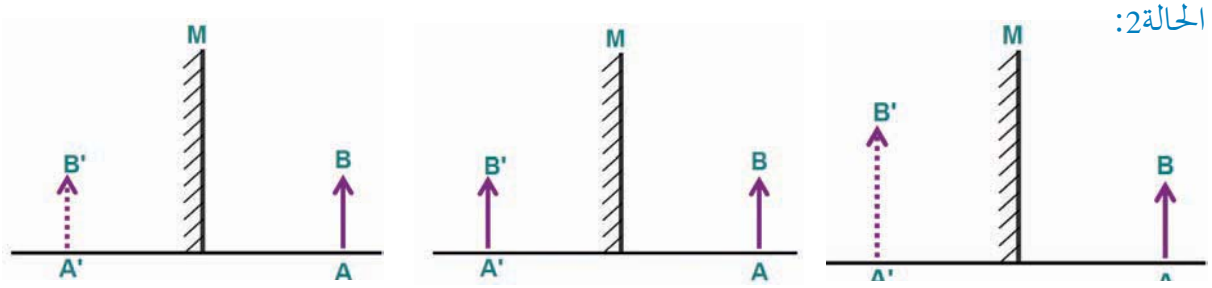
تمـرين رقم 5

اختر الرسم الصحيح من بين الرسوم التالية الممثّلة لصورة جسم حقيقي AB عبر مرآة مسطّحة M علما أنّ كلّ ما هو افتراضيّ رُسِمَ بخطّ مُنقَّط.

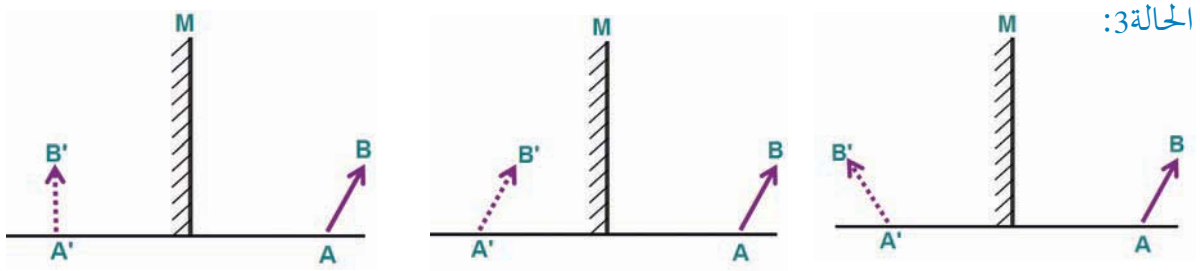
الحالة1:



الحالة2:

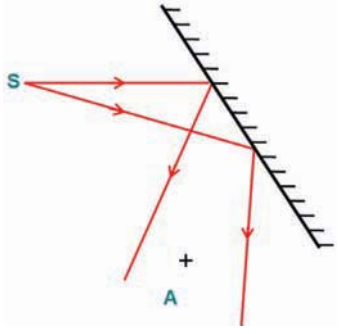


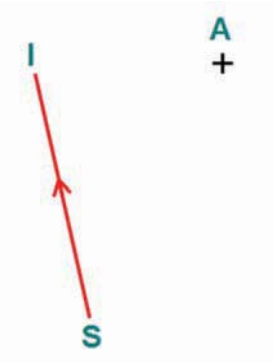
الحالة3:



تمـرين رقم 6

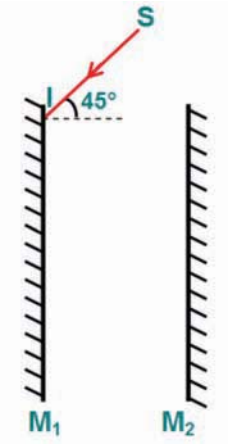
انسخ رسم الشكل المقابل ثمّ أُرسُمْ من بين أشعّة الحزمة الضوئيّة المنبعثة من المصدر S مسارَ الشعاع الضوئي المارّ من النقطة A إثرَ انعكاسه على المرآة المسطّحة M.





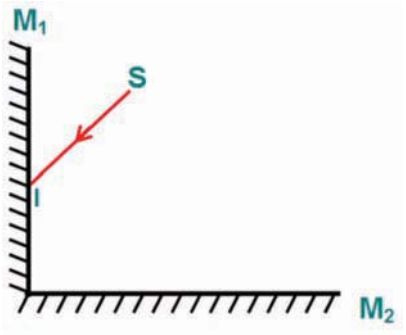
تمـرين رقم 7

انسخ رسم الشكل المقابل ثمّ أُكمِلْهُ برسم مستوي سطح المرآة M في المنحى الذي يضمن مرور الشعاع الوارد (SI) بالنقطة A بعد انعكاسه في النقطة I.



تمـرين رقم 8

1. انسخ رسم الشكل المقابل ثمّ أُكمِلْ مسار الشعاع SI الناتج عن انعكاساته المتتالية بالتناوب على المرآتين المسطّحتين M_1 و M_2 عِلمًا وأنّهما متطابقتان ومتوازيتان.
2. سواء بالترفيع أو بالتنقيص من قيمة زاوية الورود SI بيّن أنّه يمكن جعل الشعاع المنبثق من بين المرآتين موازيا للشعاع الوارد SI .



تمـرين رقم 9

أعِدْ رسم الشكل المقابل ثمّ أكمِلْ مسار الشعاع SI الناتج عن انعكاسه بالتوالي على المرآتين المسطّحتين M_1 و M_2 والمتعامدتين على حافة من حافتيهما.

أستغلّ وثيقة

المرآة المسطّحة

تتكوّن المرآة العاديّة المستعمَلة في حياتنا اليوميّة من طبقة رقيقة من القصدير الممزوج بالزئبق مبسوطة على السطح الخلفي للوح من الزجاج ومحميّة بطلاء من مادّة داكنة اللون.
إلاّ أنّ هذا النوع من المرآة لا يُستعمل في صناعة الأجهزة البصريّة الدقيقة مثل المجهر والتلسكوب وغيرها لعدّة أسباب منها أنّ جزءا من الضوء ينعكس على السطح الأمامي للزجاج قبل أن يصل إلى الطبقة المعدنية العاكسة.لذلك تُصنَع المرايا لمثل هذه الأجهزة بصقل السطح الزجاجي صقلا جيّدا

ليصل إلى درجة عالية من النعومة ثم يتمّ طليُه بطبقة معدنيّة رقيقة جدّا من الفضّة أو الألومنيوم قادرة على عكس معظَم الأشعّة الواردة عليها.

الأسئلة

1. استخرج من النصّ ما يدلّ على أنّ العنصر الذي يراد به عكس الضوء في المرآة العاديّة هو الطبقة المعدنيّة ولا لوح الزجاج.
2. فيمَ يتسبّب انعكاس الضوء على الوجه الأمامي للوح الزجاج لمرآة عاديّة ؟

أجرّب بنفسي

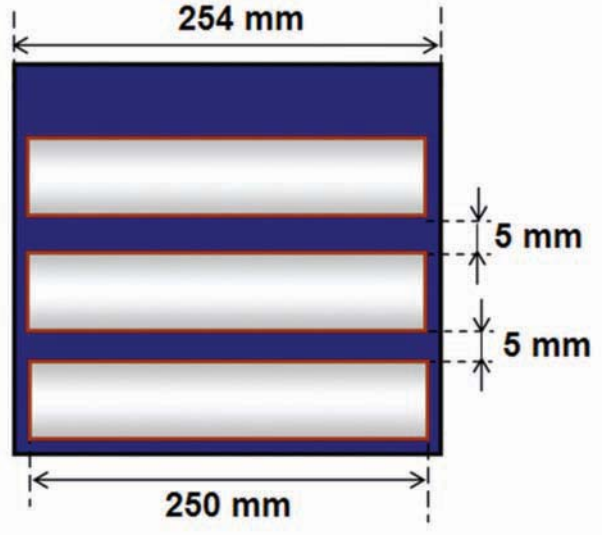
المُشاكِل
(أو منظار النماذج المتغيّرة)

هو لعبة تمكّن من مشاهدة نماذج صور متغيّرة وخلاّبة لمناظر طبيعيّة وغيرها يمكن صنعها كما يلي:

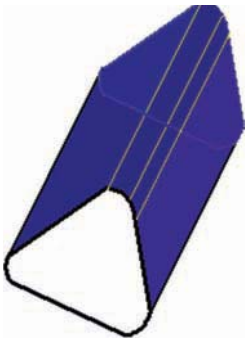
◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:

* ثلاث مرايا مستطيلة الشكل (250mm x 50mm)
* ورق مقوّى متين (200mm x 254mm)
* أنبوب غراء شديد

◈ أطلي قفا إحدى المرايا بالغراء ثمّ ألصقها على طرفي الورق المقوّى تاركا 2mm من كلّ ناحية ثمّ ألصق المرآة الثانية بنفس الطريقة على بعد 5mm من الأولى ثمّ المرآة الثالثة على بعد 5mmمن الثانية (شكل1).

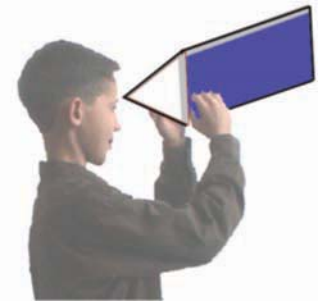


الشكل 1



الشكل 2

◈أطوي الورق المُقوّى على مستوى الفراغ الفاصل بين المرآة والأخرى ثم ألصق الجزء المتبقّي من الورق بعد ثنيه (شكل2)



الشكل 3

وهكذا أكون قد حصلت على مُشاكل يُمكنني أن أنظر من خلاله (شكل3) إلى مشاهد أختارها وأستمتع برؤية أشكال جميلة.

ملاحظة

يمكنني صنع مُشاكِل ذي خمسة وجوه عوضا عن ثلاثة وأقارن ما سأشاهد بما رأيت بالمُشاكل الأوّل.

هل من مزيد ؟

كتاب المناظر لابن الهيثم

يُعتَبر كتاب المناظر لأبي الحسن بن الهيثم موسوعة فيزيائية من أنفس ما أنتج العلماء المسلمون في مجال البصريات في القرن الحادي عشر الميلادي. وممّا قدّم مؤلّف الكتاب دراسَة لخصائص الضوء في الإنتشار المستقيمي والانعكاس وغيرها قائمة كلّها على التمشّي العلمي التجريبي.

ومن أبرز ما جاء به ابن الهيثم من جديد في كتابه هذا نظرية الإبصار التي تدحض نظرية من سبقوه من العلماء، فقد زعم بطليموس أنّ الرؤية تتمّ بواسطة أشعّة تنبعث من العين إلى الجسم المرئي، وقد تبنّى العلماء ذلك من بعده إلى أن جاء ابن الهيثم وأثبت أنّ الرؤية تتمّ بواسطة الأشعّة المنبعثة من الجسم المرئي باتجاه عين المبصر، وتوصّل إلى نظريات جديدة غدَتْ نواةَ علم البصريات الحديث من أهمّها تلك التي تتعلّق بتفسير ظاهرة انعكاس الضوء.

انكسار الضّوء

25

أتـأمّل وأتسـاءل

◈عندما أغمس جسما صلبا مستقيما (محراك، مسطرة، قلم...) في كأس به ماء، يبدو لي ذلك الجسم وكأنّه مُنكسر. ما سبب ذلك؟

نفس القلم في كأس فارغة على اليمين وفي كأس بها ماء على اليسار

◈ عندما أنظر من فوق إلى جسم فى قاع حوض أو إناء به ماء أرى الجسم على عمق أقل من العمق الحقيقي. بما أفسّر ذلك؟

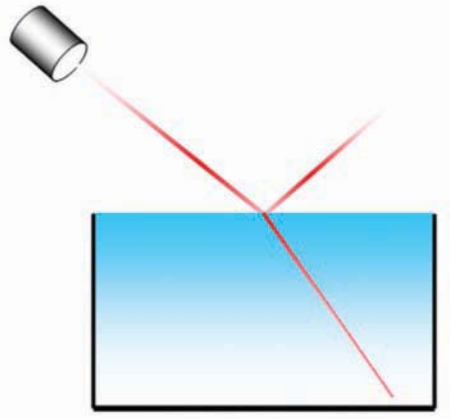
ظاهرة الإنكسار

أجـــرّب وألاحظ

◈أتزوّد بالمعدّات التالية:

* مصدر لأشعّة ليزر (أو فانوس مع مُكثّف يسمح بإرسال حزمة ضوئيّة متوازية).
* حويض به ماء ملوّن.

◈أضع المصدر الضوئي في مكان يسمح للحزمة الضوئيّة المنبعثة منه بالورود على سطح الماء في منحى معيَّن.

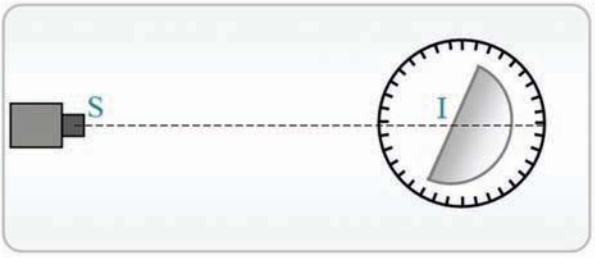


الشكل 1

عندما ترد الحزمة الضوئيّة المنبعثة من المصدر تواصل انتشارها في السائل بشيء من الانحراف. وفي نفس الوقت يرتدّ جزء منها على السطح في منحى متناظر مع منحى الحزمة الواردة بالنسبة إلى العمود على سطح الماء في نقطة الورود.(الشكل1)

◈ أقوم بتجربة مماثلة ولكن بتعويض الماء بمادّة شفّافة أخرى ومستعملا الجهاز المخبري والمتكوّن من:

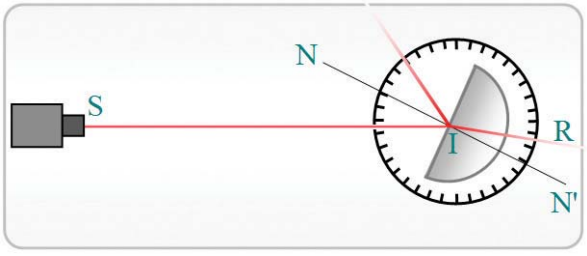
* مصدر حزيمة ضوئيّة S لتجسيم شعاع ضوئي
* قرص أبيض مدرّج
* نصف اسطوانة من البلاستيك الشفّاف (بليكسيقلاس) (P).



الشكل 2

– أضع نصف الاسطوانة (P) على القرص الأبيض المدرّج بحيث يكون مركزها I موافقا لمركز القرص كما في الشكل 2 .

– عند تشغيل المصدر الضوئي ألاحظ أنّه كما حصل في التجربة الأولى تخترق الحزمة الضوئيّة مادّة البلاستيك بشيء من الانحراف على مستوى نقطة الورود وينعكس جزء منها.(الشكل3)



الشكل 3

أحلّل وأفسّر

تنتشر الحزمة الضوئيّة المنبعثة من المصدر المستعمَل في الهواء ولكنّ مسارها ينحرف عند اختراقها الماء أو البليكسيقلاس على مستوى السطح الفاصل بين كلّ من هذين الوسطين الشفّافين والهواء. وهذا يعني أنّ مرور الضوء من الهواء إلى الماء أو من الهواء إلى البليكسيقلاس تسبّب في تغيير مساره، وتعرف هذه الظاهرة بانكسار الضوء.

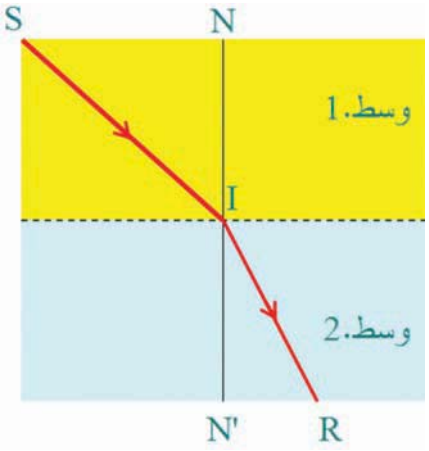
زيادة على ظاهرة الانكسار حصل للضوء انعكاس في كلتا الحالتين وكان ذلك متوقّعا في التجربة الثانية لأنّ البليكسيقلاس جسم صُلبٌ ذو سطحٍ صَقيلٍ، أمّا في التجربة الأولى رغم أنّ الماء ليس بالجسم الصلب فقد أمكن لسطحه لعب دور العاكس.

أستنتج

عند ورود الضوء على السطح الفاصل بين وسطين شفّافين ينعطف إلى الوسط الثاني ولا ينفذ على استقامته، وتسمّى هذه الظاهرة انكسار الضوء.

تعريف :

انكسار الضوء هو التغيّر الذي يحصل لمساره عند مروره من وسط شفّاف إلى وسط شفّاف آخر



تعريفات أخرى :

* يسمّى الضوءُ (الحزمة الضوئيّة، الشعاع الضوئي SI) المتّجِهُ نحو السطح الفاصل بين الوسطين الشفّافين ضوءا واردا (حزمةً واردةً، شعاعا واردا)
* يسمّى الضوءُ (الحزمة الضوئيّة، الشعاع الضوئي IR) المُنعطف في مستوى السطح الفاصل بين الوسطين الشفّافين ضوءا منكسرا (حزمةً منكسرة، شعاعا منكسرا).
* تسمّى نقطةُ التقاء الشعاع الوارد والسطح الفاصل بين الوسطين الشفّافين نقطةَ الورود (I)

قانونا انكسار الضّوء

القانون الأوّل : قانون المستويات

أجـــرّب وألاحظ

أعيد التجربة الأخيرة مع الإهتمام بمسار الضّوء المنكسر في البليكسيقلاس .

أحلّل وأفسّر

بالقياس مع ما قمت به من تحليل في الفقرة المماثلة والخاصّة بظاهرة الإنعكاس يتبيّن أنّ البقعة المستقيمة IR هي أثر الحُزَيْمَة الضّوئيّة المنكسرة على سطح البليكسيقلاس P والنّاتجة عن ورود الحزيمة SI في النّقطة I .

بما أنّ الحزيمة المتوازية تمثّل شعاعا ، نقول إنّ البقعة المستقيمة تمثّل أثر الشّعاع المنكسرIR والنّاتج عن ورود الشّعاع SI على السّطح الفاصل بين الهواء والبليكسيقلاس في النّقطة I . بالتّالي فإنّ الشّعاع المنكسرIR يوجد في المستوي الحاوي للشّعاع الوارد SI و للعمودNI والمعروف بمستوي الورود (SI,NI) (الشّكل3).

أســتنــتــج

نص القانون الأوّل للانكسار (قانون المستويات):

ينتشر الشعاع المنكسر في مستوي الورود

القانون الثّاني :قانون الزّوايا

بعد أن تعرّفت إلى القانون الأوّل الذي يضبط منحى انتشار الشعاع المنكسر فمن الوجاهة أن أهتمّ الآن بتأثير كلّ من طبيعة الوسط الشفّاف الذي يتمّ فيه الانكسار وتغيير منحى الشعاع الوارد على منحى الشعاع المنكسر.

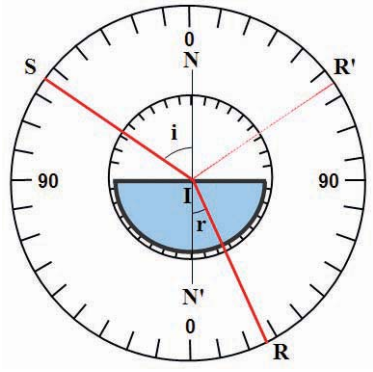
أجـــرّب وألاحظ

- أتزوّد بنفس المعدّات التي استعملتها في التجربة السابقة.
- أضع نصف اسطوانة البليكسيقلاس كما في التجربة السابقة.
- أشغّل الفانوس فأحصل على شعاع وارد SI وعلى شعاع منكسر IR وكذلك على شعاع منعكس 'IR ولكن لن أهتمّ إلاّ بالشعاع المنكسر.

◈ أعيّن العمود (NI) المقام على السطح المستوي لنصف اسطوانة البليكسيقلاس بنقطة الورود (I) فألاحظ وجود زاويتين :

– زاوية i ناتجة عن تقاطع الشعاع الوارد (SI) مع العمود (NI) في نقطة الورود وتسمّى زاوية الورود.

– زاوية r ناتجة عن تقاطع الشعاع المنكسر (IR) مع العمود (NI) في نقطة الورود وتسمّى زاوية الانكسار.(الشكل4)



الشكل 4

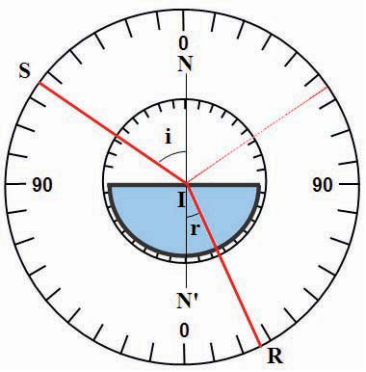
◈ أبدأ بتدوير القرص في الاتجاه الذي ينتج عنه ترفيع في قيمة زاوية الورود i ثمّ أعكس اتجاه تدوير القرص، وأتابع في الحالتين وبالتوازي مع تدوير القرص كيفيّة تطوّر قيمة زاوية الانكسار r فألاحظ أنّ الشعاع IR ينعطف نحو العمود ويزداد هذا الانعطاف كلّما كان منحى الشعاع الوارد مقتربا أكثر من سطح البليكسيقلاس والعكس بالعكس.

◈ أختار مقادير معلومة لزاوية الورود i وأقيس في كلّ مرّة مقدار زواية الانكسار r فأحصل مثلا الجدول التالي :

i(°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	89
r(°)	0	6.5	13	19	26	31	36	39	41	41.8

أقارن مقدار كلّ زاوية r بمقدار الزاوية i الموافقة لها فألاحظ أنّ قيمة زاوية الانكسار ترتفع بارتفاع قيمة زاوية الورود i إلاّ أنّها تبقى دائما هي الصغرى دون أن تتجاوز قيمة 42° (يشار عادة إلى هذه القيمة القصوى بالحرف اللاتيني λ).

◈ بإعادة نفس التجربة مع كميّة الماء في وعاء نصف دائري بدلا من نصف اسطوانة البليكسيقلاس (شكل5) أسجّل نفس الملاحظات إلاّ أنّ انكسار الضوء صار أقلّ حدّة وبالتالي فإنّ زاوية الانكسار بقيت دائما أصغر من زاوية الورود i ولكنّ الفرق بينهما صار أقلّ ممّا كان عليه في التجربة الأولى مع البليكسيقلاس ممّا انجرّ عنه الحصول على زاوية انكسار قصوى λ' = 49° أكبر من λ = 42° . لهذه الأسباب نقول إنّ البليكسيقلاس وسط شفّاف يتميّز بانكساريّة أهمّ من انكساريّة الماء.



الشكل 5

أستنتج

نص القانون الثّاني للانكسار (قانون الزوايا):

في كلّ انكسار ينتج عن مرور الضوء من الهواء إلى وسط شفّاف آخر تنعطف الأشعّة نحو العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين بحدّة مرتبطة بانكساريّة ذلك الوسط $r < i <=>$

عند انعطاف الضوء من الهواء إلى وسط شفّاف آخر يكون الانكسارُ أكثرَ حِدّة وبالتالي تكون القيمة القصوى لزاوية الانكسار أصغرَ كلّما كان الوسط الثاني أكثر انكساريّة.

أمثلة:

أقيّم مكتسباتي

من أجل مقارنة انكساريّة الزجاج مع انكسارية الماء أقوم بتجربة الانكسار وذلك بالتوالي من الهواء إلى الماء ثمّ من الهواء إلى الزجاج باستعمال حزمة ضوئيّة متوازية.

1. هل أتمكّن من المقارنة المقصودة إذا ما ورد الضوء في منحى العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين الشفّافين؟ لماذا؟

2. إذا ما كانت قيمة زاوية الورود تساوي $i=30°$ أحصل على حزمة ضوئيّة منكسرة ذات زاوية انكسار $r = 22°$ بالنسبة إلى الماء و$r =19°$ بالنسبة إلى الزجاج.

أحدّد إذن من بين الوسطين (الماء والزجاج) أيّهما الأكثر انكساريّة.

الإنكسار الحدّي والإنعكاس الكلّي

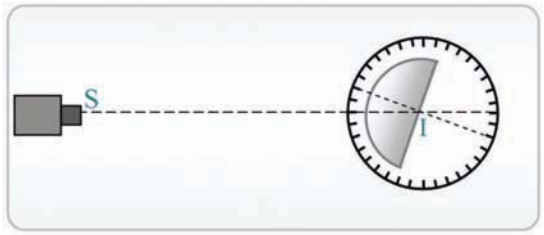
26

الإنكسار من وسط شفّاف ما إلى الهواء

أجـــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالجهاز المخبري الخاص بدراسة الانكسار والمتكوّن من :
* مصدر حزيمة ضوئيّة S لتجسيم شعاع ضوئي
* قرص أبيض مدرّج
* نصف اسطوانة من البلاستيك الشفّاف (بليكسيقلاس) (P).

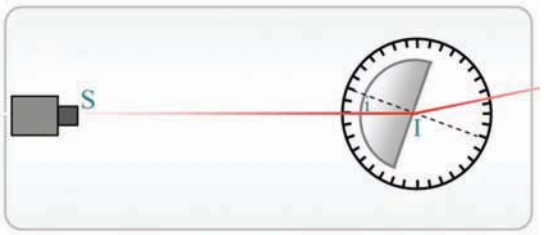
◈ أضع نصف الاسطوانة (P) على القرص الأبيض المدرّج بحيث يكون مركزها I موافقا لمركز القرص في وضع يسمح بورود الحزيمة الضوئيّة المنبعثة من المصدر S عموديّا على الوجه الاسطواني لينفذ الضوء في البليكسيغلاس على استقامته دون أيّ انحراف ويصل إلى المركز I من الوجه المستوي للبليكسيقلاس تحت زاوية ورود صغيرة ($i=20°$ مثلا) كما في الشكل1.



الشكل 1

◈ عند تشغيل المصدر الضوئي ألاحظ أنّ الحزمة الضوئيّة تنفذ فعلا في البليكسيقلاس عبر الوجه الاسطواني على استقامتها في حين أنّها تنعطف إلى الهواء في النقطة I ولكن نحو السطح الفاصل بين البليكسيقلاس والهواء (الوجه المستوي لنصف الأسطوانة) عكس ما حصل سابقا في الانعطاف من الهواء إلى البليكسيقلاس. (الشكل2)

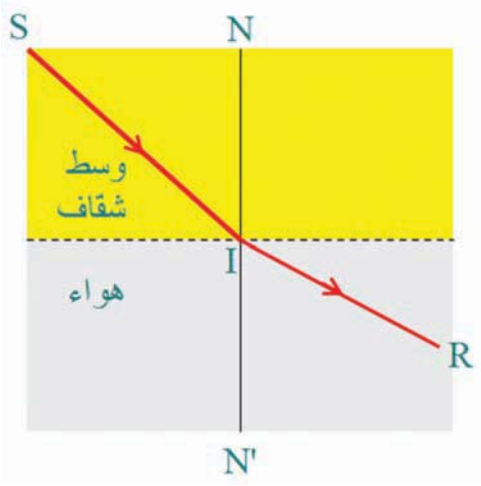
◈ أعيد نفس التجربة مستعملا الماء في وعاء نصف دائري عوضا عن البليكسيقلاس فأسجّل نفس الملاحظات ولكن مع انعطاف أقلّ حدّة ممّا كان عليه مع البليكسيقلاس.



الشكل 2

أستنتج

➢ كما هو الشأن للانكسار من الهواء إلى وسط شفّاف آخر يحصل للضوء انكسار كلّما مرّ من وسط شفّافٍ مَا إلى الهواء ولكن بانعطاف نحو السطح الفاصل بين الهواء والوسط الشفّاف الآخر. <=> $r > i$ (الشّكل3)



الشكل 3

➢ في كلّ انكسار ناتج عن مرور الضوء من وسط شفّاف ما إلى الهواء تنعطف الأشعّة الضوئيّة نحو السطح الفاصل بين الهواء والوسط الشفّاف بحدّة مرتبطة بانكساريّة ذلك الوسط .

تأثير منحى الورود على الإنكسار

◈ أعيد نفس التجربة مستبدلا الماء بنصف اسطوانة البليكسيقلاس كما في الأوّل.

◈ أدير القرص في الاتجاه الذي ينتج عنه ترفيع في قيمة زاوية الورود i انطلاقا من الدرجة الصفر ($i = 0°$)، وأتابع ما يحدث فألاحظ:

– حياد الحزيمة المنكسرة IR عن العمود المقام IN أكثر من حياد الحزيْمة الواردة عن نفس العمود، وهذا يعني أنّ قيمة زاوية الانكسار r ترتفع مع ارتفاع قيمة زاوية الورود i ولكن دائما مع $r > i$

– في الوقت نفسه ومع الحزيْمَة المنكسرة ظهُورَ حزيْمة منعكسة يزداد إشراقها مع ارتفاع قيمة زاوية الورود i على حساب إشراق الحزيْمة المنكسرة.

– اقترابا شديدا للحزيْمة المنكسرة من الوجه المستوي للبليكسيقلاس($r \approx 90°$) عندما تقارب قيمة زاوية الورود i القيمة الحرجة $\lambda = 42°$ ثمّ اختفاءً كلّيّا لها عندما تتجاوز قيمة i القيمة λ في حين أنّ الحزيْمَة المنعكسة تبقى شديدة الإشراق.

◈ أعيد نفس التجربة مستبدلا البليكسيقلاس بالماء فأسجّل نفس الملاحظات ولكن مع اختلاف وحيد يتمثّل في الاختفاء الكلّيّ للحزيمة المنكسرة عند بلوغ قيمة زاوية الورود i القيمَةَ الحرجة $\lambda' = 49°$ عوضا عن القيمة $\lambda = 42°$.

أستنتج

- كما يحصل عند المرور من الهواء إلى وسط شفّاف آخر يحصل صحبةَ الانعكاس انكسارٌ للضوء عند مروره من وسط شفّافٍ مَا إلى الهواء، إلاّ أنّ الانكسار يصبح مستحيلا عندما تبلغ قيمة زاوية الورود قيمةً حرِجة مرتبطةً بانكساريّة ذلك الوسط الشفّاف وتسمّى هذه الظاهرةُ الانكسارَ الحدّي.
- يترتب عن الانكسار الحدّي انعكاسٌ كلّي للضوء في مستوى السطح الفاصل بين الوسط الشفّاف والهواء.

الخلاصة

◈الانكسار هو مثال آخر لتغيّر مسار الضوء ولكن عند مروره من وسط شفّاف إلى وسط شفّاف آخر.

◈ انكسار الضوء ظاهرةٌ فيزيائيّة تخضع لقانونين اثنين:

– القانون الأوّل (قانون المستويات)

ينتشر الشعاع المنكسر في مستوي الورود

– القانون الثّاني (قانون الزوايا)

في كلّ انكسار ينتج عن مرور الضوء من الهواء إلى وسط شفّاف آخر(الحالة الأولى) أو من ذلك الوسط الشفّاف إلى الهواء (الحالة الثانية) تنعطف الأشعّة بحدّة مرتبطة بانكساريّة ذلك الوسط:

– نحو العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين في الحالة الأولى $r < i$ <=>

– نحو السطح الفاصل بين الوسطيْن في الحالة الثانية $r > i$ <=>

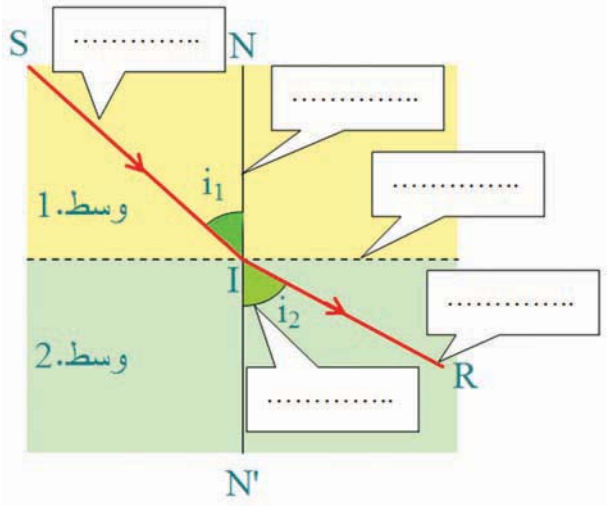
◈ يتمثّل الانكسار الحدّي في استحالة الانكسار عند مرور الضوء من وسط شفّاف إلى الهواء إذا تجاوزت قيمة زاوية الورود قيمة الزاوية الحرجة ويترتّب عن ذلك انعكاس كلّي للضوء.

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

1. أعِدْ رسم الشكل التالي ثمّ أكمل الفراغات بالعبارات المناسبة:



2. حدّد من بين الوسطين 1 و2 أيّهما الهواء.

تمـرين رقم 2

اختَر الإجابة الصحيحة من بين الاختيارات المتعددة التالية:

1. عندما تمرّ حزمة ضوئيّة من الهواء إلى وسط شفّاف آخر تقترب الحزمة المنكسرة من:
   * السطح الفاصل بين الهواء والوسط الشفّاف.
   * العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين في نقطة الورود.
   * الحزمة الضوئيّة المنعكسة.
2. عندما تمرّ حزمة ضوئيّة من وسط شفّاف إلى الهواء تقترب الحزمة المنكسرة من:
   * السطح الفاصل بين الهواء والوسط الشفّاف.
   * العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين في نقطة الورود
   * الحزمة الضوئيّة المنعكسة.
3. عندما تمرّ حزمة ضوئيّة من الهواء إلى وسط شفّاف آخر أكثر انكساريّة تكون:
   *قيمة زاوية الانكسار أكبر من قيمة زاوية الورود.
   * قيمة زاوية الانكسار أقلّ من قيمة زاوية الانعكاس.
   * قيمة زاوية الانكسار مساوية لقيمة زاوية الانعكاس.

تمـرين رقم 3

أعِدْ كتابة البيانات التالية وأكمل الفراغات الموجودة فيها بما يناسب من العبارات:
تنعكس– تنكسر–الانكسار–أكبر– الورود– الهواء– وسط شفّاف–انكساريّة– زاوية الورود – أقلّ.

1. عندما تعترض مرآة مسطّحة مسار حزمة ضوئيّة ..... هذه الأخيرة في حين أنّها تنعكس و..... في الآن نفسه عندما تمرّ من ..... إلى وسط شفّاف آخر.

2. عندما تمرّ حزمة ضوئيّة من وسط شفّاف إلى ..... تكون قيمة زاوية الانكسار ..... من قيمة زاوية ..... ومن قيمة زاوية الانعكاس، وإذا ارتفعت قيمة زاوية الورود ارتفعت قيمة زاوية ..... وعند بلوغ قيمة.....قيمة الزاوية الحرجة ..... الحزمة الضوئيّة كليّا.

تمـرين رقم 4

أعد كتابة البيانات التالية ثمّ ضع علامة أمام كلّ مقترح صحيح منها:

☐ 1.عندما تمرّ حزمة ضوئيّة من وسط شفّاف إلى وسط شفّاف آخر تنعطف وتنعكس في الآن نفسه مهما كانت قيمة زاوية الورود.

☐ 2. عندما تمرّ حزمة ضوئيّة من الهواء إلى وسط شفّاف آخر تكون قيمة زاوية الانكسار دائما أصغر من قيمة زاوية الورود

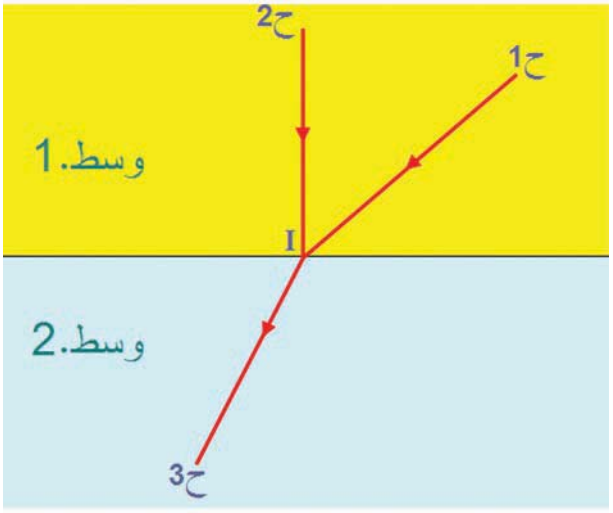
☐ 3. ينتج الانكسار الحدّي للضوء عن انعكاسه الكلّي.

☐ 4. يمكن أن يَحْصُل الانكسار الحدّي سواء مرّ الضوء من الهواء إلى وسط شفّاف آخر أو من هذا الأخير إلى الهواء.

☐ 5. عند مرور الضوء من الماء إلى الهواء يصبح الانعكاس كليّا عند بلوغ زاوية الورود قيمة أكبر من قيمتها التي تحصل بها نفس الظاهرة عند مرور الضوء من الزجاج إلى الهواء.

تمـرين رقم 5

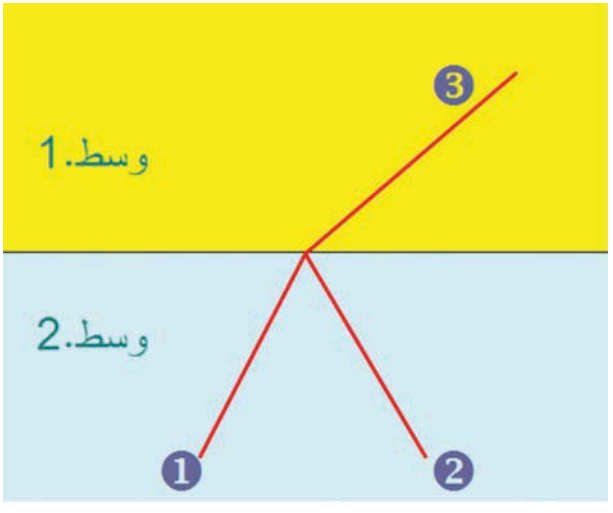
يمثّل الشكل التالي رسما غير تامّ لمسار كلّ من حزيمتين (ح1) و(ح2) وردتا في نفس النقطة I على سطح فاصل بين الهواء ووسط شفّاف آخر.



1. هل الحزيمة الضوئيّة (ح3) هي الحزيمة الناتجة عن انكسار الحزيمة (ح1) أم (ح2) ؟
2. أنسخ الرسم ثمّ أكمله برسم الحزيمة الناقصة.
3. حدّد من بين الوسطين 1 و2 أيّهما الهواء.

تمـرين رقم 6

عند مرور حزمة ضوئيّة متوازية بسطح فاصل بين وسطين شفّافين أحدهما الهواء والآخر الماء نشاهد الأشعّة كما هو مبيّن في الشكل التالي:



1. هل يمكن للحزيْمة 3 أن تكون هي الحزيْمة الواردة ؟ لماذا؟
2. تَعرَّف إذَنْ على الحزيْمة الواردة وحدّد الحزيْمة المنكسرة والحزيْمة المنعكسة.
3. حدّد من بين الوسطين 1 و2 أيّهما الماء.

تطبيقات
لتغيّر مسار الضّوء

27

النّافورة المضيئة

أتـأمّل وأتسـاءل

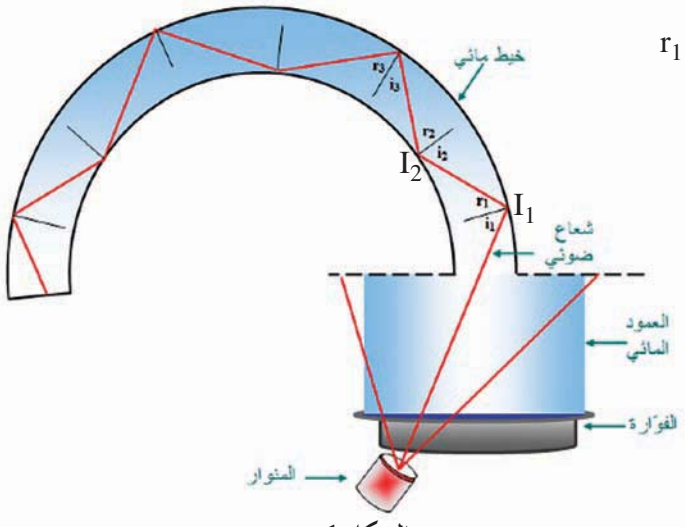
- بم أفسّر قدرة النافورة «المضيئة» على الإضاءة ؟

أفسّر قدرة النّافورة على الإضاءة

يتدفّق الماء شاقوليّا من الفوّارة في شكل عمود ليتفرّع بعد ذلك إلى باقة دائريّة جميلة من الخيوط المائيّة. وتزداد هذه الباقة جمالا في الليل بالضوء الصادر من المنوار المثبّت بجانب الفوّارة.

حتّى أتمكّن من تفسير قدرة تلك الخيوط المائيّة على الإضاءة سأهتمّ بخيط مائي واحد وبما يحدث للضوء عند نفاذه فيه.

ينتشر الضوء المنبعثُ من المنوار على استقامته في العمود المائي. عندما يسقط الشعاع الواحد منه على السطح الفاصل بين الهواء وخيط مائي في النقطة I_1 بزاوية ورود i_1 ذات قيمة أكبر من قيمة الزاوية الحرجة λ ($i_1 > \lambda$)، لا ينعطف في الهواء بل ينعكس كليّا في الماء بزاوية انعكاس r_1 متقايسة مع i_1 حسب قانون الزوايا الخاص بالانعكاس ليرتدّ ثانية على السطح الفاصل بين الماء والهواء في النقطة I_2 من الناحية المقابلة للنقطة I_1 بزاوية i_2 متقايسة مع i_1 إذا اعتبرنا الخيط ذا شكل إسطواني، بالتالي يرتدّ الشعاع مرّة أخرى في الماء كما في الحالة الأولى ولنفس السبب.(الشكل1)



الشكل 1

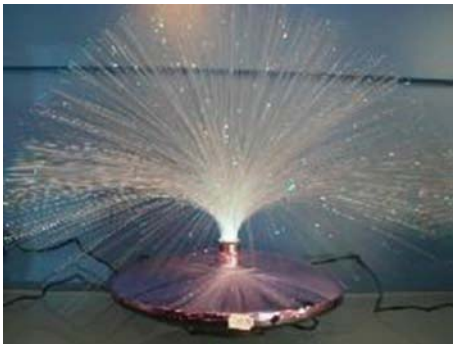
وهكذا يتمكّن الضوء من اختراق الخيط المائي نتيجة انعكاسات كُلّية متتالية حتّى يصل إلى الطّرف الثاني للخيط على مستوى سطح البركة.

أجـــرّب وأتأكّد

◈ لمزيد التأكّد من صحّة التفسير الذي قمت به آنفا أقوم بتجربة توضيحيّة ممثّلا الخيط المائي بليفة بلاستيكية شفّافة رقيقة (ذات قطر يناهز واحد ملّيمتر)

◈ ألامس بأحد طرفيه المنبِّه المشعَّ لأحد التجهيزات الكهربائيّة في حالة اشتغال (صمّام مشعّ مثبَّت عادة في الواجهة الأماميّة للجهاز) أو أيّ مصدر ضوئي آخر فيظهر في التوّ على الطرف الثاني وميضٌ برّاق (شكل2) لا يُفَسّرُ إلاّ كما سبق.

الشكل 2


تحفة

الألياف البصريّة

أتـــأمّل وأتســـاءل

كوابل تستعمل الألياف البصرية

كثر الحديث في السنوات الأخيرة عن اللألياف البصرية في ميادين الاتصالات والطبّ وغيرها.
ما هي هذه الألياف البصريّة؟ ما هو دورها في تلك الميادين؟ وما هو مبدأ اشتغالها؟

أبـحث وأتـــأكّد

للإجابة على كلّ تلك التساؤلات، أقوم ببحث وثائقي (بالاعتماد على مراجع علميّة من كتب ومجلاّت ، بالإبحار في الانترنات ...) وببحث ميداني (بزيارة فرع جهوي لوكالة تونس للاتصالات مثلا).

أستنتج

ليفة بصريّة

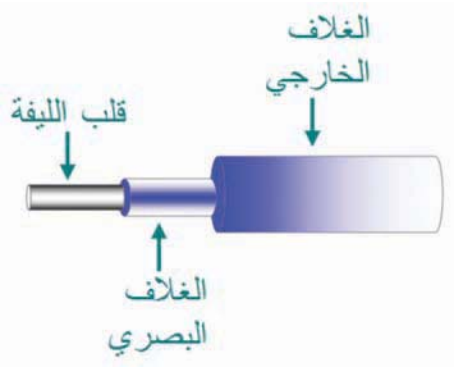
- تستعمل الليفة البصريّة للنقل الموجَّه والدقيق للإشارات الضوئيّة على مسافات قريبة أو بعيدة حسب الحاجة.

- تتكون الليفة البصريّة من ثلاثة أجزاء اسطوانيّة متّحدة المحور:

– جزء مركزي ذو قطر في سمك شعرة الرأس (0,001mm) يسمّى قلب الليفة، مصنوع من زجاج يختصّ بانكساريّة كبيرة.

– جزء محيط بالقلب يسمّى الغلاف البصري، في شكل قشرة رقيقة جدّا (ذات سمك 0,05mm)، وهو مصنوع من زجاج نقيّ يختصّ بانكساريّة أصغر بقليل من انكساريّة زجاج القلب.

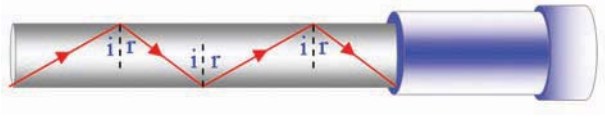
– غلاف خارجي مصنوع من مادّة عاتمة ومتينة، يحيط بالغلاف البصري وذلك لحمايته ولتفادي أيّ تسرّب خارج الليفة.



الشكل 3

(الشكل3)

- ينفذ الضوء في الليفة البصريّة ويَرِد على السطح الفاصل بين القلب والغلاف البصري تحت زاوية ورود أكبر من الزاوية الحرجة، وبما أنّ زجاج القلب أكثر انكساريّة من الغلاف البصري فإنّ الضوء ينتشر في الليفة من طرف إلى آخر نتيجة انعكاسات كلّيّة متعاقبة (الشكل4) كما في التجربة الخاصّة بمحاكاة النافورة المضيئة.



الشكل 4

- بفضل مرونتها وقدرتها على نقل الضوء بدون امتصاص تقريبا تُستعمَل الألياف البصرية في عدّة مجالات هامّة نذكر منها:

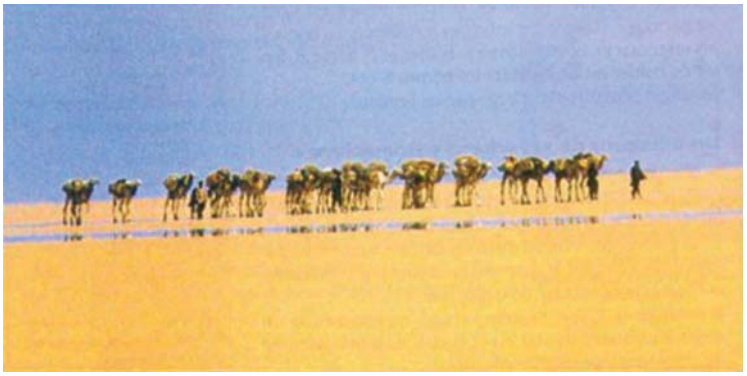
– ميدان الاتصال وذلك لبثّ المعلومات عبر مسافات طويلة (كوابل الهاتف، كوابل البث التلفزي...) أو مسافات قصيرة (كوابل ربط بين الحسوب الرئيسي والحواسيب الجانبية أو الطابعة في شبكة محليّة...)

– ميدان الطب، وذلك لفحص أعضاء باطنيّة لجسم إنسان (القناة الهضميّة، الكبد، الأمعاء، المجاري البوليّة..) بواسطة المجواف.

السّراب

أتــأمّل وأتســاءل

◈ في الأيّام شديدة الحر يشاهِد عابرُ الصحراء على مسافة بعيدة لمعانًا على الرمل يحسبه برَكًا من الماء وكلّما ظنّ أنّه اقترب منها ابتعدت عنه وتبقى المسافة ثابتة بينه وبين تلك البرك الخادعة.



◈ في يوم من أيّام الصيف الشديدة الحرّ يتراءى لسائق السيّارة أمامه في الطريق وعلى مسافة بعيدة بقَعٌ من الماء على الإسفلت «تهرب» منه كلّما تقدّم. بِمَ أفسّر الظاهرة الموصوفة في كلتا الوضعيتين والتي تُعرَف بالسراب؟

أبــحث وأتــأكّد

للإجابة على كلّ تلك التساؤلات، أقوم ببحث وثائقي
(بالاعتماد على مراجع علميّة من كتب ومجلاّت ، بالإبحار في الانترنات ...) حول ظاهرة السراب
(تعريفه، خاصيّاته، الظروف المناخيّة الملائمة لظهوره، تفسيره...)

أجــرّب وألاحظ

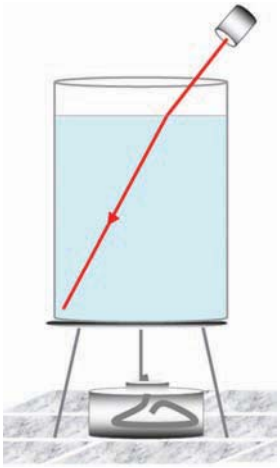
لمحاكاة ظاهرة السراب أقوم بتجربة توضيحيّة ممثّلا الهواء بالماء. لذلك أقوم بالعمليات التالية :

◈ أتزوّد بالمعدّات والموادّ التالية:

* كأس اختبار كبير الحجم (سعة 500 mL مثلا)
* جهاز تسخين معتدل (موقد كحولي مثلا)
* محراك
* مصدر لأشعّة ليزر.
* ماء حنفيّة.
* مادّة ملوّنة للماء (مسحوق الفلوروسين، حليب...)

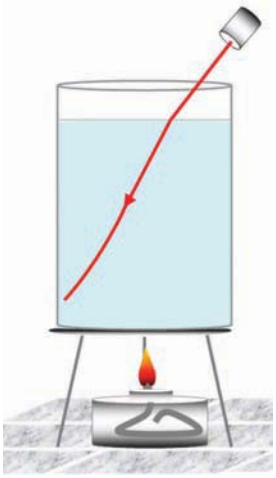
- أملأ كأس الاختبار ماءً.
- لكي أتمكّن من مشاهدة مسار الضوء عبر الماء بوضوح أضيف إلى كميّة الماء عدّة قطرات حليب أو كميّة صغيرة من مسحوق الفلوروسين وأحرّك المزيج ليصبح متجانسا.
- أضع كأس الاختبار فوق الموقد، أشغّل المصدر الضوئي وأوجّه أشعّة الليزر نحو السطح الحارّ للسائل في منحى غير شاقوليّ كما في الشكل 5 .

شاقولي شاقولي كما في الشكل5.



الشكل 5

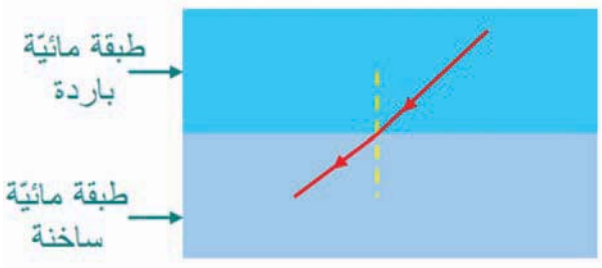
- أُشعِل فتيل المصباح الكحولي فألاحظ بعد ردهة من الزمن أنّ تغيّر مسار الضوء المنكسر في الماء يصير منحنيا مع اِنعطاف إلى الأعلى. (الشكل6)



الشكل 6

أفسّر ما حدث

عند التسخين، تقلّ كثافة الماء كلّما اقتربنا من مصدر الحرارة وبالتالي تقلّ انكسارية الماء من الأعلى إلى الأسفل. وعندما ينفذ الضوء في الماء من فوق فإنّه يمرّ من وسط شفّاف إلى وسط شفّاف آخر أقلّ انكساريّة فيخضع حسب قانونَيْ الانكسار إلى تغيّر في مساره نحو الأعلى. (الشكل7)

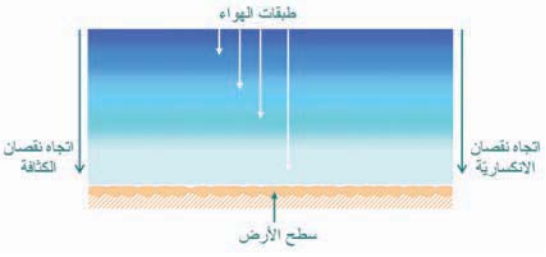


الشكل 7

أستنتج

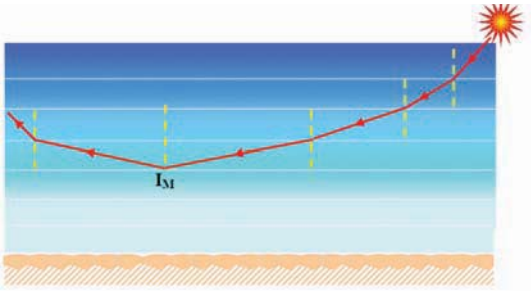
السراب هو ظاهرة طبيعيّة تتمثّل في مشاهدة برَكِ ماءٍ وهميّة على مسافة بعيدة في الأيّام شديدة الحرّ تضمحلّ أوتبعدكلّما ظنّ المشاهد أنّه اقترب منها وتبقى المسافة ثابتة بينه وبينها.

تشاهد ظاهرة السراب عادة في الصحراء وعلى الطرق المعبّدة بالخرسانة الاسفلتيّة.



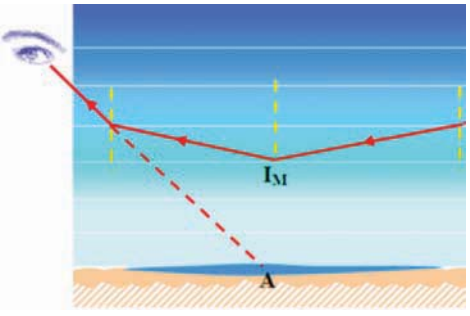
الشكل 8

في الطقس الحارّ ترتفع درجة الحرارة كلّما اقتربنا من سطح الأرض فيكون الهواء في الجوّ على طبقات ذات كثافة متفاوتة تنقص من الأعلى إلى الأسفل فينتج عن ذلك انخفاض في الانكساريّة. بالتالي يمكن اعتبار أنّ كلّ طبقة هواء تتميّز بانكساريّة أهمّ من انكساريّة الطبقة التي تحتها وأقلّ من انكساريّة الطبقة التي تعلوها.(الشكل8)



الشكل 9

لذلك عندما يرد ضوء الشمس من الطبقات العليا للهواء يخضع إلى انكسارات متتالية على مستوى السطح الفاصل بين طبقة وأخرى ينتج عنها ارتفاع تدريجيّ في قيمة زاوية الورود إلى أن يتعدّى قيمة الزاوية الحرجة فيترتّب عن ذلك انعكاس كلّيّ يرتدّ بسببه الضوء إلى أعلى في نقطة ورود معيّنة I_M ليواصل الخضوع إلى انكسارات متتالية (الشكل9) حتّى يصل إلى عين المشاهد فيحسبه متأتيّا على استقامة من النقطة A وهكذا تتراءى له «بركة ماء» ولكنّها في الواقع هي صورة افتراضيّة لزرقة السماء(الشكل10).



الشكل10

أقيّم مكتسباتي

أبيّن لماذا:

– تتسبّب الانكسارات المتتالية لضوء الشمس المتأتّي من الطبقات العليا للهواء في ارتفاع تدريجيّ لقيمة زاوية الورود.

– لا يترتّب عن تعدّي قيمة زاوية الورود لقيمة الزاوية الحرجة الناتج عن تلك الانكسارات إلاّ انعكاس كلّي واحد.

أعوّل على نفسي

أستغلّ وثيقة

مميّزات الألياف البصرية وبعض ميادين استعمالها

تُعتبَر الألياف البصريّة من أحد التطبيقات الهامة لظاهرة الانعكاس الكلّي حيث تقوم «ليفة» من الزجاج أو البلاستيك في سمك شعرة الرأس بنقل الضوء من مكان إلى آخر.

ولقد أحدثت الألياف البصريّة ثورةً في عالم الاتصالات لتميّزها على أسلاك التوصيل العادية فهي بالإضافة إلى صغر حجمها وخفّة وزنها هي الأكثر قدرة على حمل المعلومات إذ يمكن وضع عدد كبير من الألياف داخل الحزمة الواحدة مما يزيد عدد خطوط الهاتف أو عدد قنوات البث التلفزيوني في حبل واحد.

كما تتميّز الألياف البصريّة بمحافظتها على الإشارات المرسَلة (محادثة هاتفيّة، بثّ تلفزي...) وعدم تداخلها ممّا يضمن وضوحها كما لا تتعرّض للتداخلات الكهرمغناطيسية مما يجعل الإشارة تنتقل بسرية تامة، وهذا ما يفسّر الاهتمام بها لأغراض عسكرية.

وتتميّز الألياف البصرية أيضا بعدم قابليتها للاشتعال ممّا يقلّل من خطر الحرائق، وهي لا تحتاج إلى طاقة كبيرة في عملية توصيل الإشارات.

بفضل هذه المميزات فإن الألياف البصريّة دخلت في الكثير من الصناعات وخصوصا الاتصالات وشبكات الحواسيب، كما تُستخدم في التصوير الطبي بأنواعه والتنقيب في باطن الأرض.

أجهزة تستعمل الألياف البصريّة

ونتيجة لمرونتها ودقّتِها ظهرت استخدامات أخرى عديدة ومهمّة لهذه الألياف فدخلت مثلا في صناعة الكاميرات الرقمية المتعددة والمستعمَلة في التصوير الطبي والمناظير كما دخلت في تصنيع الكاميرات المستعملة في التصوير الميكانيكي لفحص اللحام والوصلات في الأنابيب والمولِدّات.

كما تستخدَم الألياف البصريّة أيضا كمجسّات لتحديد التغير في درجات الحرارة والضغط حيث تُفضَّل على المجسّات العادية لصغر حجمها وحساسيتها للتغيرات الصغيرة وَدقّةِ أدائها، فنذكر مثلا إدخالها في صناعة جدار بعض الطائرات قصد تحذير الطيّار من الضغط الواقع على أجنحة الطائرة أو هيكلها.

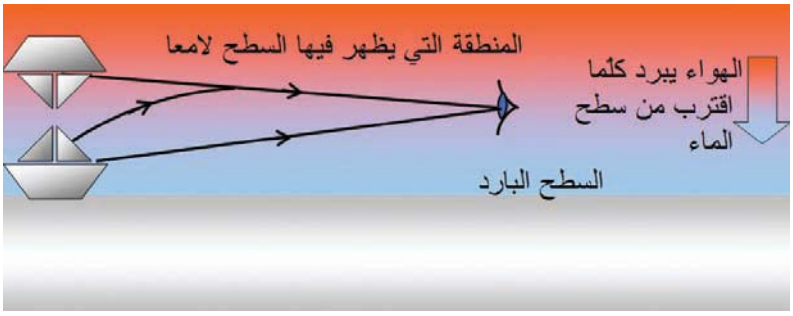
أسئلة

1. حدّد وظيفة ليفة بصريّة.
2. أذكر أهمّ مميزات الألياف البصريّة.
3. عدّد مجالات استعمالات الألياف البصريّة.

هل من مزيد ؟

السراب المعكوس

يمكن مشاهدة صورة للجسم الطافي على سطح الماء كسفينة راسية على الشاطيء مثلا فنراها مقلوبة ومعلّقة في الفضاء فوق الماء. وتحدث هذه الظاهرة عندما تكون طبقات الهواء السفلى الملامسة للماء والقريبة منه باردة، بينما تهبّ في الطبقات العليا تيّارات هوائيّة دافئة أو ساخنة نسبيّا أي أنّ كثافة الهواء تقلّ تدريجيّا وبالتالي انكساريته كلّما ارتفعنا عن سطح الماء. فإذا تتبّعنا شعاعا ضوئيّا صادرا من الجسم الطافي (السفينة) نلاحظ أنّه ينكسر عند انتقاله من طبقة إلى أخرى أعلى منها مبتعدا عن العمود المقام على السطح الفاصل بين الطبقتين ويتّخذ مسارا منحنيا حتّى تصبح زاوية الورود في إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة بالنسبة إلى الطبقة التي تعلوها فيحصل انعكاس كلّي للشعاع وينحني مساره إلى أسفل ويصل إلى عين المشاهد الذي يقف على الشاطيء فيرى هذا الأخير صورة السفينة مقلوبة ومعلّقة في الهواء.ولذلك تسمّى هذه الظاهرة السراب المعكوس.



والشمس التي تتراءى مسطّحة في الأفق، الشخصُ الذي يختفي وهو أمام جدار أبيض وقشّةُ التبن المنحنية في كأس به ماء أمثلةٌ أخرى لظاهرة السراب المعكوس.

28 الأضواء المرئيّة والضّوء الأبيض

أتـأمّل وأتسـاءل

قرص مضغوط

◈ من بين المصابيح المنزليّة ومصابيح التنوير العمومي ما هي تلك التي تشعّ ضوءا أبيض؟ لماذا يسمّى ضوءا أبيض؟

◈ بم أفسّر ظهور بقعة متعدّدة الألوان (من الأحمر إلى البنفسجي) على السطح الحسّاس للقرص المضغوط عندما يُوجَّهُ إلى الشمس بشيء من الإمالة ؟

قوس قزح

◈ بم أفسّر احتواء قوس قزح لكلّ تلك الألوان الزاهية؟ لماذا لا يظهر إلاّ بعد نزول المطر وبعيدا عن منتصف النهار؟ هل يظهر من نفس الجهة في الصباح وفي المساء؟ أيّ جهة؟ لماذا؟

انتشار الضّوء عبر موشور

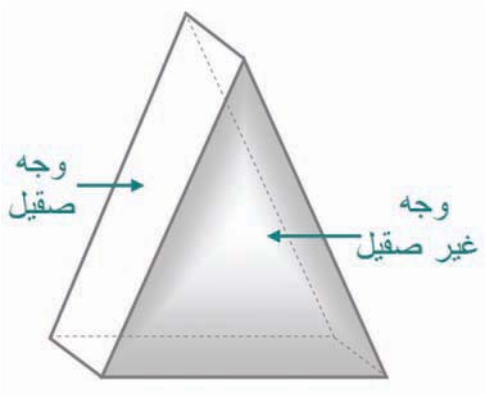
أجـــرّب وألاحظ

◈ أتزوّد بالمعدّات التالية:

* موشور زجاجي
* مصدر لأشعّة ليزر (أشعّة حمراء)
* الجهاز الخاصّ بدراسة الانكسار.

◈ أقلّب الموشور وأتعرّف إلى خاصياته:

هكذا أتثبّت من أنّه قطعة من الزجاج الشفّاف ذات ثلاثة وجوه صقيلة ومستطيلة الشكل ووجهين غير صقيلين (على شكل مثلّث متساوي الساقين) ومتوازيين مع المقطع القائم للموشور (أي متعامدين مع حروف الموشور). (الشكل1)

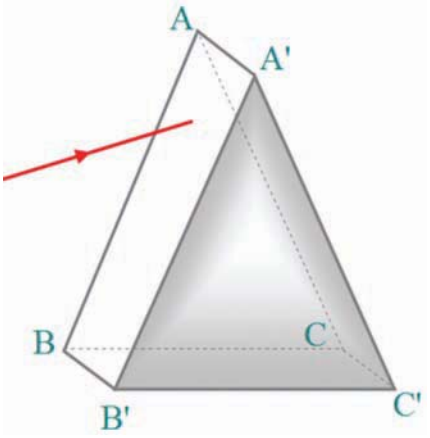


الشكل 1

هام جدّا:

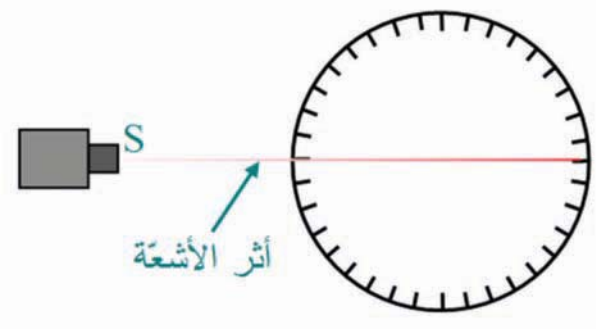
في التعامل مع الموشور لا يجب أن نلمسَ الوجوه الصقيلة حتّى لا نفقده خاصياته البصريّة. عند تقليبه نمسكه من الوجهين المتوازيين وعند استعماله نضعه على واحد منهما ونوجّهه بحيث يرد الضوء على واحد من الوجهين الصقيلين المتناظرين على قرب من حرف التقاطع 'AA.

يسمّى المثلّث الذي يوضع عليه الموشور قاعدة الموشور(الشكل 2).



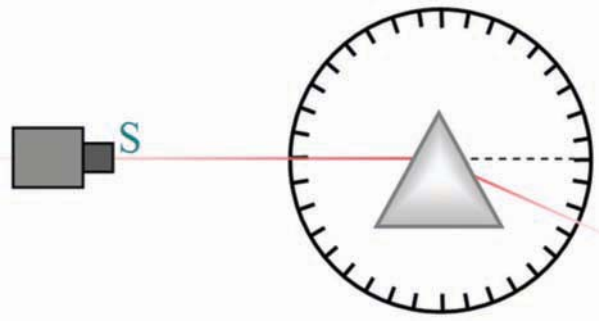
الشكل 2

◈ أعوّض فانوس جهاز الانكسار بمصدر أشعّة الليزر وأوجّه القرص الأبيض بصورة أجعل بها أثر الأشعّة المنبعثة من المصدر الضوئي S منتشرا على قطر منه. (الشكل 3)



الشكل 3

◈ أضع الموشور على القرص الأبيض كما في الشكل 4 وأتابع مسار الضوء ثمّ أسجّل ما ألاحظ.

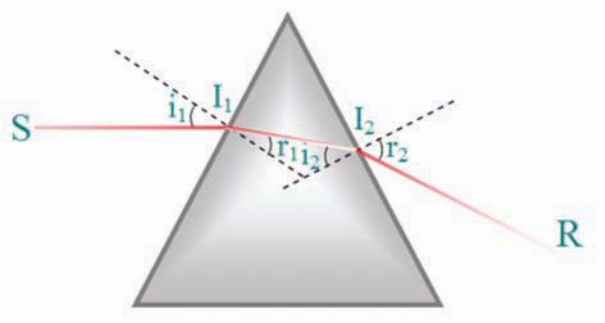


الشكل 4

ملاحظة

يمكن إنجاز نفس التجربة باستعمال موشور مائيّ عوضا عن موشور زجاجي.

أفسّر ما حدث



الشكل 5

– عندما يرد الضوء على وجه من الوجهين المتناظرين للموشور في النقطة I_1 يجد نفسه على سطح يفصل بين وسطين شفّافين، الهواء والزجاج، فينفذ في الموشور خاضعا للانكسار، وبما أنّه ورد في مستوي المقطع القائم للموشور يبقى حسب القانون الأوّل للانكسار في نفس المستوي، لذلك يُرسَم الموشور دائما في شكل مثلّث يمثّل مستوي المقطع القائم (أومستوٍ متوازٍ مع الوجهين المثلّثيْن للموشور) كما في الشكل 5 .

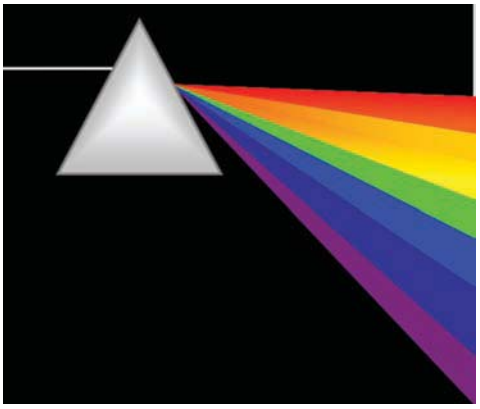
– عندما يصل الضوء إلى الوجه المقابل في النقطة I_2 يخضع إلى الانكسار مرّة ثانية لينتشر من جديد في الهواء في المنحى I_2R منحرفا أكثر عن المنحى الأصلي SI_1 (الشكل5)

أستنتج

يخضع الضوء عبر موشور إلى انحراف في مساره نتيجة لانكسارين متتاليين الأوّل على وجه الدخول هواء–زجاج والثاني على وجه الخروج زجاج–هواء.

تشتّت الضّوء الأبيض

أجرّب وألاحظ


الشكل 6

◈ أقوم بنفس التجربة السابقة مع الابقاء على فانوس الجهاز (مصباح متوهّج) كمصدر ضوئي S .

◈ عند تشغيل الفانوس S قبل وضع الموشور على قرص الجهاز أحصل على نفس النتيجة مع اختلاف وحيد يتمثّل في لون أثر الأشعّة الذي يصبح أبيض(به مسحة من الاصفرار) طبعا.

◈ عندما أضع الموشور كما في التجربة السابقة ألاحظ أنّ الأثر الضوئي الذي يظهر على القرص من الجانب المقابل للموشور ليس منحرفا فقط عن منحى الحزيمة الواردة بل هو في شكل بقعة ملوّنة يزيد عرضها كلّما ابتعدنا عن الموشور وتتوزّع الألوان فيها تدريجيّا من الأحمر (الأثر الأقلّ انحرافا) إلى البنفسجي (الأثر الأكثر انحرافا) مرورا بالبرتقالي فالأصفر، الأخضر، الأزرق، النّيلي. (الشكل7)

◈إذا وضعت حاجزا خلف الموشور في مستوٍ شاقولي بحيث يقطع البقعة الملوّنة، أشاهد بقعة ضوئيّة مستطيلة الشكل في امتداد الأثر الموجود على القرص محتوية لنفس الألوان وفي نفس الترتيب. (الشكل8)

الشكل 7

أفسّر ما حدث

كلّ لون من ألوان البقعة الضوئيّة المتكوّنة على الحاجز برهانٌ على انبثاق ضوء بذلك اللون من الموشور.

بالتالي نفذت عبر الموشور أضواءٌ متعدّدة الألوان صادرة من الفانوس S، وكما كان الشأن بالنسبة إلى أشعّة الليزر الحمراء في التجربة السابقة، خضع كل ضوء من تلك الأضواء إلى انعطاف بقيمة مرتبطة بلونه، ممّا تسبّب في تشتّت الضوء الأبيض عبر الموشور.

أستنتج

➢ يحتوي الضوء الأبيض على مجموعة لا متناهية من الإشعاعات أحاديّة اللون تمتدّ من الأحمر إلى البنفسجي لذلك نقول إنّ الضوء الأبيض إشعاعة متعدّدة الألوان.

➢ تشتّتُ الضوء الأبيض عبر موشور ظاهرةٌ ناتجةٌ عن خضوع كلّ إشعاعة أحادية اللون منها إلى انحراف في مسارها ولكن بقيمة مرتبطة بلونها ترتفع من الأحمر إلى البنفسجي مرورا بالبرتقالي فالأصفر، الأخضر، الأزرق، النّيلي.

➢ تسمّى البقعة الضوئيّة متعدّدةُ الألوان، الناتجة عن تشتّت الضوء الأبيض طيفَ الضوء الأبيض.

➢ طيف الضوء الأبيض طيفٌ متواصلٌ يحتوي على كلّ ألوان قوس قزح.

➢ المصباح المتوهّج مثالٌ لمصدر ضوء أبيض.

أقيّم مكتسباتي

أقوم بنفس التجربة السابقة ولكن مستعملا مصباح نيون (tube néon) عوضًا عن المصباح المتوهّج فأحصل على الطيف المرسوم في الشكل 8.

الشكل 8

1. أقارن طيف الشكل 8 مع طيف الشكل 7 وأحدّد إن كان ضوء مصباح نيون ضوءا أبيضَ أم لا.
2. ما هي الأضواء المرئيّة المكوّنة لضوء مصباح نيون إن لم يكن ضوءا أبيضَ؟

ظاهرة قوس قزح

أستغلّ وثيقة

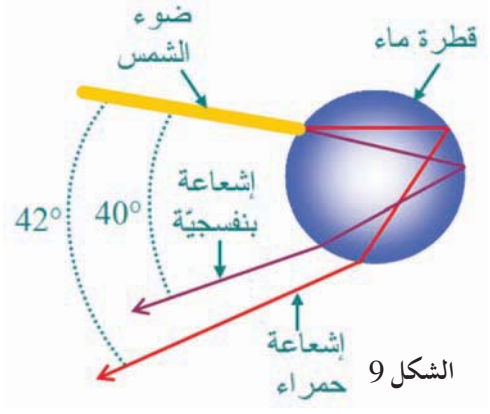
قوس قزح هو ظاهرة طبيعية تتمثّل في قوس من أضواء متعدّدة الألوان يُشاهَد في السماء قبالةَ الشمس بعد انتهاء المطر أو في الرذاذ الذي يصدر من شلالات المياه، وهو يحتوي على نفس ألوان طيف الضوء الأبيض وبنفس الترتيب بحيث يكون فيها اللون الأحمر هو اللون الخارجي في حين أنّ اللون البنفسجي يكون اللونَ الداخلي، الأقربَ إلى سطح الأرض.

إذا ظهر في الصباح يُشاهَد غربًا ويعني في هذه الحالة قدوم سحاب كثيف من تلك الناحية وهذا يساعد على التكهّن بيوم ممطر، أمّا بعد الظهر فيُشاهَد شرقًا ويعني في هذه الحالة ابتعاد السحب نحو الشرق وهذا يساعد على التكهّن بتحسّن الطقس، وهو ما يتّفق مع ما جاء في المثل الشعبي القائل «إذا قوس قزح ظهر في الصباح هبّط حملك وارتاح ويذا ظهر في العشيّة هز حملك وشد الثنيّة».

رغم أنّ ظاهرة قوس قزح ليست جديدة لم تُفسَّر إلاّ في القرن الحادي عشر ميلادي (الخامس هجري) ولأوّل مرّة من قبل العالم العربي ابن الهيثم، فذكر في كتابه المناظر «إنّ قوس قزح يحدث من انعطاف الضوء عند اعتراضه هواء غليظا ورطبا بين البصر وبين جرم مضيء، وكان الجرم المضيء في وضع خاص وفي طبقة من الهواء أكثف من الطبقة التي يقف فيها الناظر. وبما أن السحاب على شكل كروي، فإن البصر يدرك مواضع الانعكاس على هيئة قوس مضيئة».

وفي القرن الثالث عشر الميلادي (السابع الهجري) استطاع الشيرازي تعليل قوس قزح تعليلا دقيقا فقال: «ينشأ قوس قزح من وقوع أشعة الشمس على قطرات الماء الصغيرة الموجودة في الجو عند سقوط الأمطار، وحينئذ تعاني الأشعة انعكاسا داخليا، وبعد ذلك تخرج إلى الرائي».

عندما يخترق ضوء الشمس قطرة مطر تنكسر فعلا كلّ إشعاعة أحادية اللون بزاوية خاصّة مختلفة عن زوايا انكسار الإشعاعات الأخرى الأحاديّة اللون، وعند ورود هذه الإشعاعات على السطح الداخلي للقطرة تنعكس وتنكسر مرّة أخرى عند خروجها من القطرة إلى الهواء (الشكل9)



الشكل 9

والواقع أن المشاهد يمكنه رؤية الألوان من قطرات معيَّنة عندما تكون زاوية الانعكاس بين الشمس وقطرة الماء وخط رؤية من يشاهد هذه الألوان تتراوح قيمتها بين°40 و°42 أي أنّه بالرغم من أنّ كل قطرة تُشتِّتُ الضوءَ الأبيض إلى جميع إشعاعاته الأحاديّة اللون فإنّ المشاهد لا يرى إلا لونا واحدا من قطرة معينة. وذلك لأن لونا واحدا فقط من الألوان التى تخرج من القطرة تكون له الزاوية المناسبة ليردَ على عين المشاهد. ولذلك فإن المشاهد يستشعر الألوان برؤية الضوء من عدد هائل من القطرات و التي تشكّل من وجهة نظره قوسا في السماء.

يرتبط وضوح قوس قزح كما ترتبط هيئته بحجم قطرات المطر، بحيث كلّما كبر حجم القطرة كان تشتّت الضوء أفضل وقوس قزح أوضح، وإذا كانت القطرات صغيرة كقطرات الرذاذ (المطر الخفيف) يكون قوس قزح خافتا، مع العلم أنّه لا ينتج أبدا عن تساقط الثلوج. لذلك نلاحظ أنّ أجمل أقواس قزح هي تلك التي تظهر إثر زخّة مطر أو إعصار.

أسئلة:

1. بيّن من خلال النص ما يدلّ على أنّ ضوء الشمس ضوءٌ أبيضُ.
2. ممّا ينتج قوس قزح؟ ما هو العنصر الذي يلعب في ظهوره دور الموشور؟
3. لماذا لا يظهر قوس قزح في يوم صحوٍ؟
4. لماذا لا يمكن مشاهدة قوس قزح في منتصف النهار؟

أستنتج

- **ضوء الشمس مثال آخر للضوء الأبيض.**
- **قوس قزح ظاهرة طبيعيّة تمثّل طيف ضوء الشمس، ناتجة عن انكسارات وانعكاسات عبر قطرات المطر في الجوّ.**
- **لا يُشاهد قوس قزح إلاّ تحت زاوية تتراوح قيمتها بين°40 و°42 فيظهر عاليا نسبيّا عندما تكون الشمس منخفضة في السماء ويظهر منخفضا عندما تكون الشمس مرتفعة.**

الخلاصة

- لانكسار الضوء بصفة عامّة وللانكسار الحدّي وللانعكاس الكلّي بصفة خاصّة تطبيقات كثيرة، من أهمّها الألياف البصريّة
- السراب ظاهرة طبيعيّة ناتجة عن انكسارات متتالية وانعكاس كلّي في الجوّ الحارّ.
- يحتوي الضوء الأبيض على عدد لا متناهٍ من الأضواء المرئيّة تمتدّ من الأحمر إلى البنفسجي.
- طيف الضوء الأبيض طيف متواصل توافق ألوانه ألوانَ قوس قزح.
- تشتّت الضوء الأبيض ناتج عن ارتباط انكساريّة الوسط الشفّاف بلون الإشعاعة التي تنفذ فيه
- قوس قزح ظاهرة طبيعيّة ناتجة عن تشتّت ضوء الشمس عبر قطرات الماء في الجوّ.

أعوّل على نفسي

أتمرّن على حلّ المسائل

تمـرين رقم 1

تبيّن المقترح الصحيح من ضمن البيانات التالية:

1. يُستعملُ الموشور لـ:
   * التعرّف إلى طيف الضوء.
   * تشتيت الضوء الأبيض فقط.
   * تحليل الأضواء.
   * مزج الأضواء أحاديّة اللون.

2. الضوء الأبيض:
   * لا ينبعث إلاّ من الشمس.
   * متكوّن من مزيج لعدد لا متناهٍ من إشعاعات أحاديّة اللون.
   * يُنعَت بالأبيض لأنّه متكوّن من أشعّة أحادية اللون الأبيض.

3. ظاهرة قوس قزح ناتجة عن:
   *تشتّت ضوء الشمس عبر قطرات ماء المطر.
   *انكسارات متعدّدة عبر قطرات الماء في الجوّ.
   * انكسارات وانعكاسات عبر قطرات الماء في الجوّ

تمـرين رقم 2

أعِدْ كتابة البيانات التالية وأكمِل الفراغات الموجودة فيها بما يناسب من العبارات:

لا متناهية– تشتّتُ– عاليا– أحادي اللون– طيف متواصل – الليزر –منخفضا – الشمس.

1. تغيّرُ مسار ضوءٍ..... عبر موشور مرتبط بلون الضوء.
2. أشعة..... إشعاعةٌ أحاديّة اللون، أمّا ضوء .....فهو إشعاعة متعدّدة الألوان.
3. كلّ إشعاعة متعدّدة الألوان تحتوي على مجموعة..... من الإشعاعات أحاديّة اللون.
4. طيف الضوء الأبيض.....يحتوي على ألوان قوس قزح.
5. يظهر قوس قزح..... نسبيّا عندما تكون الشمس منخفضة في السماء ويظهر..... عندما تكون الشمس مرتفعة.

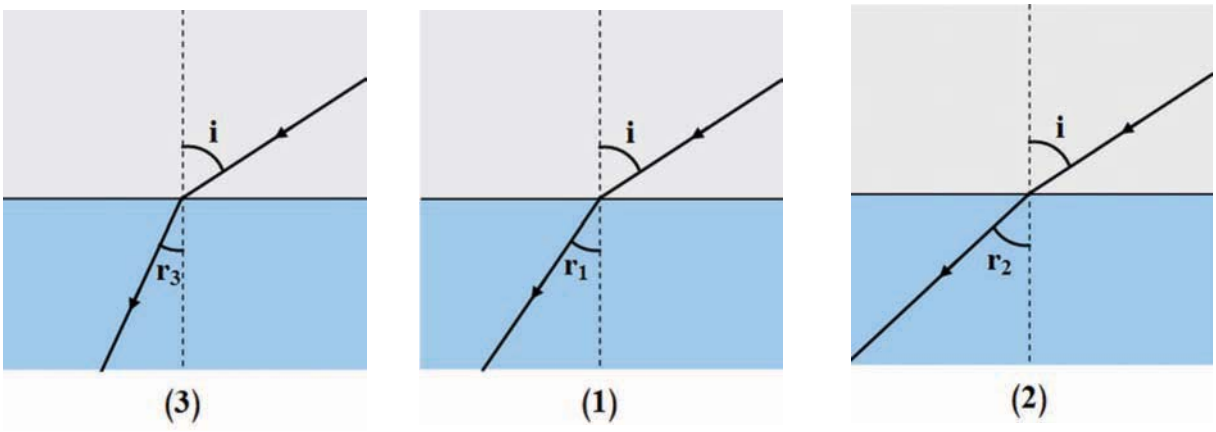
تمـرين رقم 3

أعِدْ كتابة البيانات التالية ثمّ ضعْ علامة أمام كلّ مقترح صحيح منها:

1. يظهر قوس قزح دائما من ناحية الغرب.
2. ظهور قوس قزح شرقا ينبئ بالطقس الجميل.
3. ضوء مصباح متأجّج مثال للضوء الأبيض.
4. لا تخضع أشعّة الليزر عبر موشور للانحراف.
5. الموشور قادر على تغيير مسار الضوء بنسبة تزداد من الأحمر إلى البنفسجي.
6. يخضع الضوء الأبيض عبر موشور إلى انحراف في مساره نتيجة انكسارين اثنين.

تمـرين رقم 4

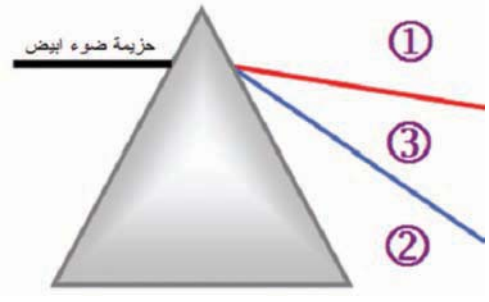
كلّ رسم من الرسوم الثلاثة الموالية يمثّل مسار حزيْمة ضوئيّة أحاديّة اللون (برتقاليّة أم حمراء أم زرقاء) عند مرورها من الهواء إلى الماء تحت نفس زاوية الورود i.



1. قارن بيانيّا زوايا الانكسار r_1 وr_2 وr_3 فيما بينها.
2. حدّد لكلّ رسم من الرسوم (1) و(2) و(3) لون الضوء المستعمَل مع تعليل الإجابة.

تمـرين رقم 5

يمثل الشكل التالي رسما لشعاع أحمر وشعاع أزرق من أشعّة الضوء الأبيض بعد تشتّتهما عبر موشور.



بالاعتماد على شكل طيف الضوء الأبيض حدّد من بين المناطق ① و② و③ ، تلك التي تمرّ بها:

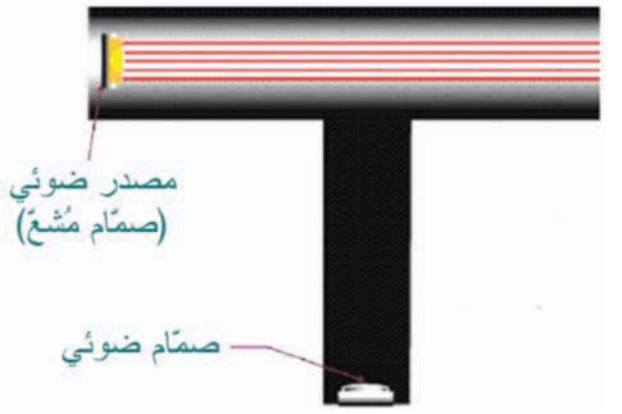
– الإشعاعة الضوئيّة البنفسجيّة.

– الإشعاعة الضوئيّة الخضراء.

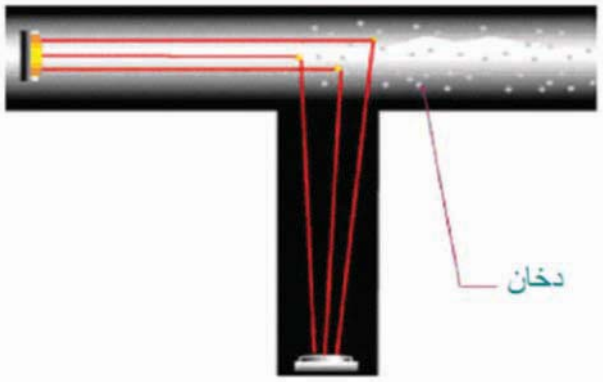
أستغلّ وثيقة

جهاز كشف الدخّان هو من الأجهزة الهامّة والضروريّة للتحذير من اندلاع حريق في غرفة أو مبنى، فهي تَقِي من نشوب حريق قد يقضي على ممتلكات مؤسّسة بكاملها.

يتكوّن جهاز كشف الدخّان من جزئين أساسيين أوّلهما مِجَسّ حسّاس للضوء وهو الصمّام الضوئي، والجزء الثاني هو جهاز الكتروني يُصدر صوتا منبّها مرتفعا.



يعتمد هذا النوع من كاشف الدخّان على خليّة كهرضوئيّة خاصّة تتمثّل في صمّام حسّاس للضوء (صمّام ضوئي) بحيث إذا ورَدَ الضوء عليه يولّد تيّارا كهربائيّا قادرا على تشغيل جرس منبّه بإرسال صوت عالٍ. لذلك تنتشر في جهاز الإنذار أشعّة ضوئيّة عاديّة تصدر من صمّام مشعّ (LED) مثبَّت في نهاية أنبوب اسطواني الشكل، وعلى زاوية 90° يتفرّع أنبوب اسطواني آخر ثُبِّتَ الصمّامُ الضوئي في نهايته كما في الشكل التوضيحي المقابل.



في حالة تواجد دخان كثيف في الغرفة فإنّ حبّات الدخان ستدخل من الجهة المقابلة للاسطوانة المثبّت بها المصدر الضوئي (الصمّام المشعّ) وسيعمل على تغيير مسار الضوء ليَرِدَ على الخليّة الكهرضوئيّة (الصمّام الضوئي) كما في الشكل التوضيحي المقابل، وبالتالي سيتمّ تفعيل الدارة الكهربائيّة التي بدورها ستُطلق صفّارة الإنذار.

عن تفسير للدكتور حازم فلاح سكيك (بتصرّف)

سؤال:

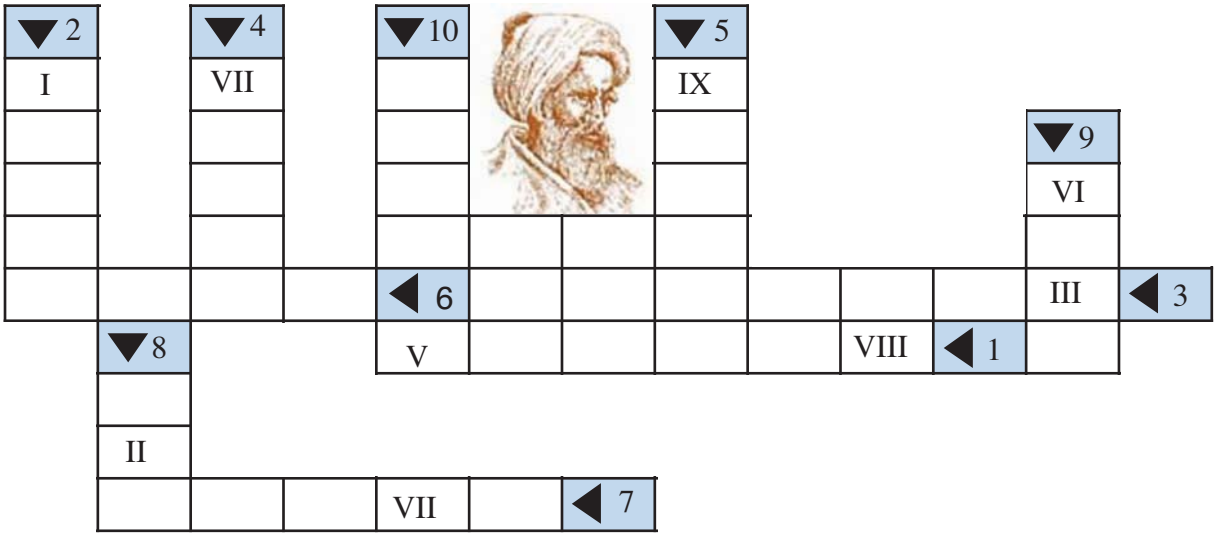
إذا سلّمنا بأنّ حبّات الدخان كرويّة الشكل وشفّافة مثل قطرات المطر، اقترحْ تفسيرا لانعطاف الضوء نحو الصمّام الضوئي كما هو مبيّن في الشكل التوضيحي الثاني المرسوم أعلاه.

أتسلّى

1. كلمات متقاطعة

أبحث عن المفاهيم أو المصطلحات التي تدلّ عليها العبارات التالية، ثمّ أكمل بها الشبكة:

1 ◄	إحدى تطبيقات الانعكاس الكلّي	6 ◄	جسم مسطّح يعكس الضوء
2 ▼	تكون عليها المسافة بين السراب والمشاهد	7 ◄	جمع ليفة
3 ◄	واحدة من ظواهر تغيّر مسار الضوء	8 ▼	شيء نحصل عليه بتشتّت الضوء الأبيض
4 ▼	جسم يمكّن من تشتّت الضوء الأبيض	9 ▼	جسم شفّاف يحيط بنا
5 ▼	ظاهرة ارتداد الضوء في منحى وحيد	10 ▼	أشعّة حمراء اللون



2. من هو صاحب الصورة ؟

هو عالم عربي اهتمّ بدراسة قائمة على التمشّي العلمي لخصائص الضوء في الانتشار المستقيمي والانعكاس والانكسار. أحصل على اسمه بترتيب الحروف المتواجدة بالخانات المرقّمة رومانيّا من I إلى IX كما يلي:

IV	I	II	VI	VII	VIII	IX	V	III

3. هل تعلم أنّ الكثير من المعتقدات والأساطير صاحبت قوس قزح ونذكر منها:

- « إيذا قوس قزح ظهر في الصباح هبّط حملك وارتاح ويذا ظهر في العشيّة هز حملك وشد الثنيّة». (مثل شعبي تونسي)
- كان يمثّل قوس قزح علامة اتفاق بين الربّ ونوح لكي لا تتحول الأمطار الغزيرة التي تلي ظهوره إلى طوفان جارف. (أسطورة قديمة)
- كان يمثل قوس قزح ثعبانا كبيرا يحمل سوء الطالع للمنزل الذي يلمسه (أسطورة إفريقيّة)
- كان البعض يعتقد أنّ قوس قزح جسر نحو الجنّة.
- كان الألمان يتفاءلون في العصور الوسطى بقوس قزح لأنّهم كانوا يعتقدون أنّه لن يظهر في السنوات الأربعين الأخيرة قبل فناء الكون.

أستعين بعناوين

الموضوع	العنوان
انعكاس وانكسار الضوء	www.proftnj.com/opt-refr.htm
	www.espace-sciences.org
	www.ostralo.net/3_animations/swf/descartes.swf
	www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/index.html
	www2.fsg.ulaval.ca/opus/physique534/resumes/12b.shtml
	fr.encarta.msn.com/encyclopedia_761576625/optique.html
	http://www.forum2.math.ulg.ac.be/viewsection.html
السراب والألياف البصريّة	www2.fsg.ulaval.ca/opus/physique534/optique/fibre10.shtml
	fr.encarta.msn.com/encyclopedia_761566545/fibre_optique.html
	http://www.er.uqam.ca/nobel/m162130/Utilisation.html
	www.telcite.fr/fibre.htm
	ophtasurf.free.fr/mirages/mirages.htm
	www.linternaute.com/science/divers/pourquoi/06/pourquoi-mirage/mirage.shtml
	giik.net/cheminlepluscourt/explications.php
	lamap.inrp.fr/?Page_Id=33&Action=3&Element_Id=803&DomainScience Type_Id=14&hemeType_Id=30
تشتّت الضوء الأبيض وقوس قزح	pagesperso-orange.fr/guy.chaumeton/2d03ph.htm
	un.arc.en.ciel.free.fr
	www.espace-sciences.org
	www.spc.ac-aix-marseille.fr/labospc/spip.php?article95
	www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/index.html
	agora.qc.ca/encyclopedie.nsf/Categories/Sciences_et_techniques

قائمة في مصطلحات علمية مترجمة

مدخل فرنسي

مدخل عربي

I	
Image optique	صورة بصريّة
Image réelle	صورة حقيقيّة
Image virtuelle	صورة افتراضيّة
Installation domestique	تركيب منزلي
Instant	لحظة
Ion	شاردة
Ion négatif	شاردة سالبة
Ion positif	شاردة موجبة
Ionique	شاردي
J	
Jaillir	بجس
Jet d'eau	انبجاس ماء
L	
Laiton	شبهان (أو نحاس أصفر)
Lanterne	فانوس
Luminosité	إشراقة (أو نورانية)
M	
Masse d'appareil électrique	هيكل جهاز كهربائي
Méthanier	ميتانيّة
Mica	ميكا
Mirage	سراب
Miroir plan	مرآة مسطّحة
Multiple	مضاعف
Modèle moléculaire	نموذج هبائي
N	
Neutre (solution)	متعادل (محلول)
Negligeable	قابلة للإهمال
Normale	عمود
Noyau	نواة
Nylon	نيلون
O	
Objet virtuel	جسم افتراضي
Orbite	مدار
Oscillogramme	رسم تذبذبي
Oscilloscope	مشواف الذّبذبات

P	
Paratonnerre	دافع الصواعق
Particule	جسيم
Pendule Electrique	نواس كهربائي
Période	دورة
Photoélectrique	كهرضوئي
Photosynthèse	تركيب ضوئي
Pinceau lumineux	حُزيمة ضوئيّة
Plan d'incidence	مستوي الورود
Plaque signalétique	علامة
Plexiglas	بليكسيقلاص
Pointillé	مُنقَّط
Prise de courant	منشب تيّار
Prisme	موشور
Probabilité	احتمال
Produit d'une réaction chimique	منتِج تفاعل كيميائي
Q	
Quartz	مَرْو (بلّور الصخر)
R	
Radiation	إشعاعة
Rainure	أُخدود
Rayon	شُعاع
Rayon incident	شُعاع وارد
Rayon réfléchi	شُعاع منعكس
Rayon réfracté	شُعاع منكسر
Rayonnement	إشعاع
Réactif	متفاعل
Réaction chimique	تفاعل كيميائي
Réflecteur	عاكس
Réflexion de la lumière	انعكاس الضّوء
Réflexion totale	انعكاس كلّي
Réfraction de la lumière	انكسار الضّوء
Réfraction limite	انكسار حدّي
Réfringence	انكساريّة
Réfringent	كاسر
Réseau électrique	شبكة كهربائيّة
Résine	راتنج
Rétroprojecteur	منوار عاكس
Rétroviseur	مرآة عاكسة
Répulsion	تنافر
Rotor	دوّار

S	
Sachet	كِيَيْس
Secteur	قطاع
Section principale	مقطع أصلي
Simulation	محاكاة
Sinusoïdal (courant alternatif)	جيبيّ (تيّار متناوب)
Sacle	مِنْصب
Sonde	مِسيَر
Soude caustique	صودا كاوية
Spatule	مِلْوَق (مِسْوط)
Spectre de la lumière blanche	طيف الضّوء الأبيض
Spectroscopie	طيْفيّة (دراسة الأطياف الضّوئيّة)
Spire	لوْلبَة
Spot lumineux	بقعة ضوئيّة
Stator	ساكن
Sureau	بَيْلُسَان
Symétrique	متناظر
T	
Tension du secteur	توتّر القطاع
Tournevis	مِحَكّ لوالب
Tournevis testeur	مِفَكّ لوالِب مِخبار
Transformateur	محوّل
Trombone	شِكْلة
Turbine	تُربينة
U	
Uniforme	منتظم
Universel	عامّ
V	
Valeur critique	قيمة حرجة
Valeur efficace	قيمة فعّالة
Valeur maximale	قيمة قصوى
Vernis	بَرنيق
Verre dépoli	زجاج (أو بلّور) أغْبش
Verre poli	زجاج صَقيل (أو ألمَس)
Virtuel	افتراضي

قائمة في مصطلحات علمية مترجمة

مدخل عربي

أ	
احتكاك (تدليك)	Frottement
احتمال	Probabilité
أخْدُود	Rainure
أسيتيلين	Acétylène
إشراقة (أو نورانيّة)	Luminosité
إشعاع	Rayonnement
إشعاعة	Radiation
أغبشُ (زجاج)	Dépoli (verre)
افتراضيّ	Virtuel
آلكترون	Electron
انْبجاسُ ماءٍ	Jet d'eau
انحراف	Déviation
انتشار الضوء	Diffusion de la lumière
انعكاس كلّي	Déviation
انكسار الضوء	Réflexion de la lumière
انكسار حَدّيّ	Réfraction limite
انكساريّة	Réfringence
أنيون/أنيونات	Anion (s)
إبونيت (مطاط صلب معالج بالكبريت)	Ebonite
ب	
بَجَس	Jaillir
بَرْنيق	Vernis
بقعة ضوئيّة	Spot lumineux
بكرة دينامو	Galet de dynamo
بليكسيقلاص	Plexiglas
بيكربونات الصّوديوم	Bicarbonate de sodium
بيْلُسان	Sureau

ت	
Attraction	تجاذب
Turbine	تُربينة
Fréquence	تردّد
Photosynthèse	تركيب ضوئي
Installation domestique	تركيب منزلي
Focalisation de la lumière	تركيز الضوء
Dispersion de la lumière	تشتّت الضّوء
Electroneutralité	تعادل كهربائي
Réaction chimique	تفاعل كيميائي
Electrisation	تكهرب
Répulsion	تنافر
Tension du secteur	توتّر القطاع
Courant du secteur	تيّار القطاع
Courant continu	تيّار مستمرّ
ج	
Arbre d'un moteur	جذع مُحرّك
Objet virtuel	جسم افتراضي
Corps pur simple	جسم نقيّ بسيط
Corps pur composé	جسم نقيّ مركّب
Particule	جسيم
Alimentation (en électricité)	جهاز تغذية
Sinusoïdal (courant alternatif)	جيبي (تيّار متناوب)
ح	
Ecran	حاجز (أو حائل)، شاشة
Acide acétique	حامض الخَلّيك
Acide sulfurique	حامِض الكِبْرِيتيك
Acide chlorhydrique	حامض الكلورهيدريك
Acide (solution)	حامِضيّ (أو حِمْضيّ)
Pinceau lumineux	حُزَيمْة ضوئية
Acidité	حُموضة

قائمة في مصطلحات علمية مترجمة
مدخل فرنسي

A	
Acétylène	أسيتيلين
Acide (solution)	حامضي أو (حمضي)
Acide acétique	حامض الخليك
Acide chlorhydrique	حامض الكلورهيدريك (ماء فرق)
Acide sulfurique	حامض الكبريتيك
Acidité	حموضة
Alimentation (en électricité)	جهاز تغذية
Alternateur	مناوب
Alternatif	متناوب
Ammoniac	نُشادر
Ammoniacal	نُشادريّ
Ammoniaque (ou solution d'ammoniac)	محلول النُشادر
Angle critique	زاوية حرجة
Angle de réflexion	زاوية الانعكاس
Angle de réfraction	زاوية الانكسار
Angle d'incidence	زاوية الورود
Anion	شاردة مصعديّة (أو أنيون)
Aplati	مسطّح
Arbre d'un moteur	جِذع محرّك
Arc-en-ciel	قوس قزح
Atome	ذرّة
Atomicité	ذُريْريّة
Attraction	تجاذب
Axes des abscisses, des ordonnées	محور الفاصلات، الترتيبات
B	
Balai	مِشكاة
Balayage	مسح
Bandelette	شُريط
Basicité	قلويّة
Basique (solution)	قلوي (محلول)
Bicarbonate de sodium	بيكربونات الصوديوم
Bobinage	ملفّ
Bobine longue	وشيعة
Boule	كُربة أو كُويرة
Brûleur	مِحراق

C	
Cadran	مينا (أو مِرْقَم)
Calibrage	معايرة
Calibré	معايرَ
Carbonate de soduim	كاربونات الصّوديوم
Cation	شاردة مهبطيّة (أو كاتيون)
Causticité	كاويّة
Centrale hydraulique	محطّة هيدروليكيّة
Charge Electrique élémentaire	شحنة كهربائيّة بسيطة
Charge négative	شحنة سالبة
Chargé négativement	مشحون سلبا
Charge positive	شحنة موجبة
Chargé positivement	مشحون إيجابا
Chlorure	كلورير
Chlorure d'aluminium	كلورير الألومنيوم
Chlorure de sodium	كلورير الصوديوم (ملح الطّعام)
Crépitement	طقطقة أو فرقعة
Coaxial	متحد المحور
Collecteur	مجمّع
Compteur	عدّاد
Condenseur	مكثّف
Conductibilité	ناقليّة
Convergent (faisceau)	متجمّعة (حزمة)
Corps pur composé	جسم نقيّ مركّب
Corps pur simple	جسم نقيّ بسيط
Coulomb	كولون
Courant continu	تيّار مستمرّ
Courant secteur	تيّار القطاع
Courbe	مُنحى
D	
Dépoli (verre)	أغبشُ (زجاج)
Déviation	انحراف
Diagramme	مخطّط (أو رسم) بيانيّ
Diffusion de la lumière	انتشار الضّوء
Direction	منحى
Disjoncteur (différentiel)	فاصل (تفاضليّ)
Dispersion de la lumière	تشتّت الضوء
Dispositif	عدّة (أو جهاز)
Divergent (faisceau)	متباعدة (حزمة)

Douille	غِمد
Dynamo (ou génératrice) de bicyclette	دينامو أو (مُولّدة) درّاجة
E	
Ebonite	إبونيت (مطاط صلب معالج بالكبريت)
Ecran	حاجز (أو حائل) شاشة
Efficace (tension)	فعّال (توتّر)
Electricité résineuse	كهرباء راتنجيّة
Electricité vitreuse	كهرباء زجاجيّة
Electrisation	تكهرب
Electroaimant	كهرمغنط (أو مغنط كهربائي)
Electrocution	صعْق
Electrode	مَسْرَى (أو إلكتْرود)
Electron	ألكترون
Electroneutralité	تعادل كهربائي
Electroscope	مكشاف كهربائي
Electrostatique	كهرباء ساكنة
Electrovanne	سِكْر كهربائي
Endoscope	مِجْواف (كاشف الأجواف)
Etrier	ركاب
Equation d'une réaction chimique	معادلة تفاعل كيميائي
Extincteur d'incendie	مطفأة الحرائق
G	
Fibre optique	ليفة بصريّة
Fiche	نشيبة
Fil de phase	سلك الطّور
Fil de terre	سلك التّأريض
Fil dénudé	سلك عار
Fil neutre	سلك محايد
Fil sous tension	سلك مكهرب
Filtre de lumière	مرشّح ضَوْء
Flash d'appareil photo	ومّاض مصوّرة
Focalisation	تركيز
Formule chimique	صيغة كيميائيّة
Fréquence	تردّدُ
Frottement	احتكاك (تدليك)
Frotter	دلك
E	
Galet de dynamo	بكرة دينامو
Génératrice (ou dynamo) de bycyclette	مولدة (أو دينامو) درّاجة
Gicleur	نضّاحة

I	
Image optique	صورة بصريّة
Image réelle	صورة حقيقيّة
Image virtuelle	صورة افتراضيّة
Installation domestique	تركيب منزلي
Instant	لحظة
Ion	شاردة
Ion négatif	شاردة سالبة
Ion positif	شاردة موجبة
Ionique	شاردي
J	
Jaillir	بجس
Jet d'eau	انبجاس ماء
L	
Laiton	شبهان (أو نحاس أصفر)
Lanterne	فانوس
Luminosité	إشراقة (أو نورانية)
M	
Masse d'appareil électrique	هيكل جهاز كهربائي
Méthanier	ميتانيّة
Mica	ميكا
Mirage	سراب
Miroir plan	مرآة مسطّحة
Multiple	مضاعف
Modèle moléculaire	نموذج هبائي
N	
Neutre (solution)	متعادل (محلول)
Negligeable	قابلة للإهمال
Normale	عمود
Noyau	نواة
Nylon	نيلون
O	
Objet virtuel	جسم افتراضي
Orbite	مدار
Oscillogramme	رسم تذبذبي
Oscilloscope	مشواف الذّبذبات

P	
Paratonnerre	دافع الصواعق
Particule	جسيم
Pendule Electrique	نواس كهربائي
Période	دورة
Photoélectrique	كهرضوئي
Photosynthèse	تركيب ضوئي
Pinceau lumineux	حُزيمة ضوئيّة
Plan d'incidence	مستوي الورود
Plaque signalétique	علامة
Plexiglas	بليكسيقلاص
Pointillé	مُنقَّط
Prise de courant	منشب تيّار
Prisme	موشور
Probabilité	احتمال
Produit d'une réaction chimique	منتِج تفاعل كيميائي
R	
Radiation	إشعاعة
Rainure	أُخدود
Rayon	شُعاع
Rayon incident	شُعاع وارد
Rayon réfléchi	شُعاع منعكس
Rayon réfracté	شُعاع منكسر
Rayonnement	إشعاع
Réactif	متفاعل
Réaction chimique	تفاعل كيميائي
Réflecteur	عاكس
Réflexion de la lumière	انعكاس الضّوء
Réflexion totale	انعكاس كلّي
Réfraction de la lumière	انكسار الضّوء
Réfraction limite	انكسار حدّي
Réfringence	انكساريّة
Réfringent	كاسر
Réseau électrique	شبكة كهربائيّة
Résine	راتنج
Rétroprojecteur	منوار عاكس
Rétroviseur	مرآة عاكسة
Répulsion	تنافر
Rotor	دوّار

S	
Sachet	كِيَيْس
Secteur	قطاع
Section principale	مقطع أصلي
Simulation	محاكاة
Sinusoïdal (courant alternatif)	جيبيّ (تيّار متناوب)
Sacle	مِنْصب
Sonde	مِسيَر
Soude caustique	صودا كاوية
Spatule	مِلْوَق (مِسْوط)
Spectre de la lumière blanche	طيف الضّوء الأبيض
Spectroscopie	طيْفيّة (دراسة الأطياف الضّوئيّة)
Spire	لوْلبَة
Spot lumineux	بقعة ضوئيّة
Stator	ساكن
Sureau	بَيْلُسَان
Symétrique	متناظر
T	
Tension du secteur	توتّر القطاع
Tournevis	مِحَكّ لوالب
Tournevis testeur	مِفَكّ لوالِب مِخبار
Transformateur	محوّل
Trombone	شِكْلة
Turbine	تُربينة
U	
Uniforme	منتظم
Universel	عامّ
V	
Valeur critique	قيمة حرجة
Valeur efficace	قيمة فعّالة
Valeur maximale	قيمة قصوى
Vernis	بَرنيق
Verre dépoli	زجاج (أو بلّور) أغْبش
Verre poli	زجاج صَقيل (أو ألمَس)
Virtuel	افتراضي
Q	
Qaurtz	مروْ (بلّور الصخر)

قائمة في مصطلحات علمية مترجمة

مدخل عربي

أ	
احتكاك (تدليك)	Frottement
احتمال	Probabilité
أخْدُود	Rainure
أسيتيلين	Acétylène
إشراقة (أو نورانيّة)	Luminosité
إشعاع	Rayonnement
إشعاعة	Radiation
أغبشُ (زجاج)	Dépoli (verre)
افتراضيّ	Virtuel
آلكترون	Electron
انْبجاسُ ماءٍ	Jet d'eau
انحراف	Déviation
انتشار الضوء	Diffusion de la lumière
انعكاس كلّي	Déviation
انكسار الضوء	Réflexion de la lumière
انكسار حَدّيّ	Réfraction limite
انكساريّة	Réfringence
أنيون/أنيونات	Anion (s)
إبونيت (مطاط صلب معالج بالكبريت)	Ebonite
ب	
بَجَس	Jaillir
بَرْنيق	Vernis
بقعة ضوئيّة	Spot lumineux
بكرة دينامو	Galet de dynamo
بليكسيقلاص	Plexiglas
بيكربونات الصّوديوم	Bicarbonate de sodium
بيْلُسان	Sureau

ت	
Attraction	تجاذب
Turbine	تُربينة
Fréquence	تردّد
Photosynthèse	تركيب ضوئي
Installation domestique	تركيب منزلي
Focalisation de la lumière	تركيز الضوء
Dispersion de la lumière	تشتّت الضّوء
Electroneutralité	تعادل كهربائي
Réaction chimique	تفاعل كيميائي
Electrisation	تكهرب
Répulsion	تنافر
Tension du secteur	توتّر القطاع
Courant du secteur	تيّار القطاع
Courant continu	تيّار مستمرّ
ج	
Arbre d'un moteur	جذع مُحرّك
Objet virtuel	جسم افتراضي
Corps pur simple	جسم نقيّ بسيط
Corps pur composé	جسم نقيّ مركّب
Particule	جسيم
Alimentation (en électricité)	جهاز تغذية
Sinusoïdal (courant alternatif)	جيبي (تيّار متناوب)
ح	
Ecran	حاجز (أو حائل)، شاشة
Acide acétique	حامض الخَلّيك
Acide sulfurique	حامِض الكِبْرِيتيك
Acide chlorhydrique	حامض الكلورهيدريك
Acide (solution)	حامِضيّ (أو حِمْضيّ)
Pinceau lumineux	حُزَيمْة ضوئية
Acidité	حُموضة

د	
Paratonnerre	دافع الصواعق
Frotter	دلّك
Rotor	دَوّار
Période	دَوْرَة
Dynamo (ou génératrice) de bicyclette	دينامو أو (مُولّدة) درّاجة
ذ	
Atome	ذرّة
Atomicité	دُرَيْرِيَّة
ر	
Résine	راتنج
Oscillogramme	رسم تذبذبي
Etrier	ركاب
ز	
Angle de réflexion	زاوية الإنعكاس
Angle de réfraction	زاوية الإنكسار
Angle d'incidence	زاوية الوُرود
Angle critique	زاوية حَرِجة
Verre dépoli	زجاج (أو بلّور) أغْبش
Verre poli	زجاج صَقيل (أو ألمَس)
س	
Stator	سَاكِنْ
Mirage	سراب
Electrovanne	سِكْر كَهْرَبَائي
Fil de terre	سِلْك التأريض
Fil de phase	سلك الطّوْر
Fil dénudé	سلك عارٍ
Fil neutre	سِلْك مُحايد
Fil sous tension	سِلْك مُكَهْرَب
ش	
Ion	شاردة
Ion négatif	شاردة سالبة
Ionique	شاردة مصعديّة (أنيون)
Cation	شاردة مهبطيّة
Ion positif	شاردة موجبة
Ionique	شاردِيّ
Réseau électrique	شبَكة كَهربَائية

Laiton	شَبَهان (أو نحاس أصفر)
Charge négative	شحنة سالبة
Charge Electrique élémentaire	شحنة كهربائيّة بيسطة
Charge positive	شحنة موجبة
Bandelette	شُرَيْط
Rayon	شُعاع
Rayon réfléchi	شُعاع مُنعكِس
Rayon réfracté	شعاع مُنكسِر
Rayon incident	شُعاع وارد
Trombone	شِكْلة
ص	
Radiation	صعق
Rainure	صودا كاوية
Image virtuelle	صورة افتراضيّة
Image optique	صورة بصريّة
Période	صورة حقيقيّة
Photoélectrique	صيغة كيميائيّة
ط	
Crépitement	طقطقة أو فرقعة
Radiation	طيف الضّوء
Rainure	طيفيّة (دراسة الأطياف الضّوئيّة)
ع	
Réflecteur	عاكِس
Universel	عامّ
Compteur	عَدّاد
Dispositif	عُدّة (أو جهاز)
Plaque signalétique	علامة
Normale	عمود
غ	
Douille	غِمْد
ف	
Disjoncteur (différentiel)	فاصِل (تفاضُلي)
Lanterne	فانوس
Efficace(tension)	فعّال (توتّر)

ق	
Negligeable	قابلة للإهمال
Secteur	قِطاع
Basique (solution)	قِلْويّ (محلول)
Basicité	قِلْويّة
Arc-en-ciel	قوْس قُزَح
Valeur critique	قيمة حَرِجَة
Valeur efficace	قيمة فعّالة
Valeur maximale	قيمة قُصوَى
ك	
Cation (s)	كاتيون/كاتيونات
Réfringent	كاسِر
Causticité	كاويّة
Boule	كرية (كويرة)
Carbonate de sodium	كربونات
Chlorure	كلُورير
Chlorure d'aluminium	كلُورير الألومِنْيوم
Chlorure de sodium	كلورير الصُوديوم (ملح الطعام)
Electrostatique	كهرباء ساكنة
Electricité résineuse	كهرباء راتنجيّة
Electricité vitreuse	كهرباء زجاجيّة
Photoélectrique	كهرضوئي
Electroaimant	كَهْرَ مِغْنَط (أو مِعنَط كهربائيّ)
Sachet	كَيَيْس
Coulomb	كولون
ل	
Instant	لحظة
Spire	لولبة
Fibre optique	لِيفة بصريّة
م	
Orbite	مَدار
Divergent (faisceau)	متباعِدة (حزمة)
Convergent (faisceau)	متجمّعة (حزمة)
Coaxial	متّحد المحور
Neutre (solution)	متعادِل (محلول)
Réactif	مُتَفاعِل
Symétrique	مُتناظِر

Alternatif	مُتناوِب
Collecteur	مُجمِّع
Endoscope	مِجْواف (كاشف الاجواف)
Simulation	مُحاكاة
Brûleur	محراق
Centrale hydraulique	محطّة هيدروليكيّة
Ammoniaque (ou solution d'ammoniac)	محلول النُّشادر
Axe des abscisses, des ordonnées	محور الفاصلات، الترتيبات
Transformateur	مُحوِّل
Diagramme	مخطَّط (أو رسم) بيانيّ
Rétroviseur	مرآة عاكسة
Miroir plan	مرآة مسطّحة
Filtre de lumière	مرشّح ضوء
Quartz	مرو (بلار الصخر)
Sonde	مِسْبر
Plan d'incidence	مستوي الورود
Balayage	مَسْح
Electrode	مَسْرَى (أو إلكترود)
Aplati	مسطَّح
Chargé positivement	مشحون إيجابا
Chargé négativement	مشحون سلبا
Balai	مِشْكاة
Oscilloscope	مِشواف الذبذبات
Multiple	مضاعف
Extincteur d'incendie	مِطفَأة الحرائق
Equation d'une réaction chimique	مُعادَلة تفاعُل كيميائيّ
Calibré	مُعايَر
Calibrage	معايَرة (أو مِرقَّم)
Tournevis	مِفَكّ لوالب
Tournevis testeur	مِفَكّ لوالب مِخبار
Section principale	مَقْطع أصلِيّ
Condenseur	مُكثِّف
Electroscope	مكشاف كهربائي
Bobinage	مِلَفّ
Spatule	مِلْوَق (مِسوطَ)

Alternateur	مُناوب
Produit d'une réaction chimique	مُنْتَج تفاعُل كيميائي
Uniforme	منتظِم
Courbe	مُنحَنَى
Direction	مَنْحَى
Prise de courant	مَنْشَب تيّار
Socle	مِنْصَب
Pointillé	مُنقَّط
Rétroprojecteur	مِنوار عاكِس
Prisme	مَوْشور
Génératrice (ou dynamo) de bicyclette	مُولِّدة (أو دينامو) درّاجة
Méthanier	ميتانيّة
Cadran	مينًا
Mica	ميكا
ن	
Conductibilité	ناقليّة
Ammoniac	نُشادِر
Ammoniacal	نشادريّ
Fiche	تَشِيبة
gicleur	نضّاحة
Modèle moléculaire	نموذج هَبائيّ
Noyau	نواة
Pendule Electrique	نواس كهربائي
Nylon	نيلون
هـ	
Masse d'appareil électrique	هيكَل جهاز كهربائي
و	
Bobine longue	وَشِيعة
Flash d'appareil photo	ومّاض مصوّرة