



الجدول 4-7	فرق الكهروسالبية ونوع الرابطة
فرق الكهروسالبية	نوع الرابطة
$> 1.7$	أيونية غالباً
$0.4 - 1.7$	تساهمية قطبية
$< 0.4$	تساهمية غالباً
0	تساهمية غير قطبية

اجابة سؤال النص :

ما نسبة الصفة الأيونية  
في رابطة بين ذرتين  
فرق الكهروسالبية  
بينهما ٢,٠٠ ؟ ٦٠%  
تقريباً

أين يمكن رسم LiBr  
على المنحنى البياني؟  
عن يسار NaBr ، عند  
فرق كهروسالبية ١,٩٨

اجابة سؤال ماذا قرأت :

٠% .

**نوع الرابطة** لا يمكن أن تكون الرابطة الكيميائية بين ذرات العناصر المختلفة رابطة أيونية أو تساهمية بالكامل. يعتمد نوع الرابطة على مقدار قوة جذب الذرات للإلكترونات الرابطة. ويبين الجدول 4-7 إمكانية توقع نوع الرابطة باستعمال فرق الكهروسالبية بين العناصر المكونة للرابطة. ويكون فرق الكهروسالبية للإلكترونات الرابطة بين ذرتين متماثلتين صفراً، وهذا يعني أن الإلكترونات موزعة بالتساوي بين الذرتين. وتعد هذه الرابطة تساهمية غير قطبية أو تساهمية نقية. وفي المقابل، ولأن العناصر المختلفة لها قيم كهروسالبية مختلفة لذا لا يتوزع زوج الإلكترونات الرابطة التساهمية بين ذرات العناصر المختلفة بالتساوي. وينتج عن عدم التساوي في التوزيع رابطة تساهمية قطبية. وعندما يكون هناك فرق كبير في الكهروسالبية بين الذرات المترابطة ينتقل الإلكترون من ذرة إلى أخرى، مما يؤدي إلى تكون رابطة أيونية. أحياناً تكون الرابطة غير واضحة ما إذا كانت أيونية أو تساهمية. فإذا كان الفرق في الكهروسالبية 1.7 فإن ذلك يعني أن الرابطة بنسبة 50% أيونية، وبنسبة 50% تساهمية. وعادةً تتكون الرابطة الأيونية عندما يكون فرق الكهروسالبية أكبر من 1.7. ومع ذلك، لا يتفق هذا الحد الفاصل في بعض الأحيان مع التجارب العملية التي يرتبط فيها لافزان معاً. ويلخص الشكل 21-4 مدى الترابط الكيميائي بين ذرتين. ما نسبة الصفة الأيونية في الرابطة التي تنتج عن اتحاد ذرتين فرق الكهروسالبية بينهما ٢,٠٠؟ وأين سيكون مكان LiBr على الرسم البياني؟

✓ **ماذا قرأت؟ حلل** ما نسبة الصفة الأيونية في رابطة تساهمية نقية؟

**الشكل 21-4** يوضح الرسم البياني أن فرق الكهروسالبية بين الذرات المترابطة يحدد نسبة الصفة الأيونية في الرابطة. تكون الرابطة أيونية إذا كانت نسبة الصفة الأيونية فيها أكثر من 50%.

اختبار الرسم البياني

حدد نسبة الصفة الأيونية للرابطة في أكسيد الكالسيوم.



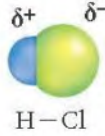
اجابة سؤال اختبار الرسم البياني :

٧٤% تقريباً .



$$\frac{H = 2.20}{= 0.96}$$

الكهروسالبية  
الكهروسالبية  
الفرق



الشكل 22-4 قيمة الكهروسالبية للكلور أعلى منها للهيدروجين، وذلك يقضي زوج الإلكترونات الرابط في جزيء HCl وقت أطول في جزيء Cl منه في جزيء H. وتستخدم الرموز لإبراز الشحنة الجزئية عند كل طرف (ذرة) من الجزيء لبيان عدم تساوي المشاركة في زوج الإلكترونات الرابط.

## الروابط التساهمية القطبية Polar Covalent Bonds

تتكون الروابط التساهمية القطبية نتيجة عدم جذب الذرات للإلكترونات الرابطة المشتركة بالقوة نفسها. وتُشبه الرابطة التساهمية القطبية رياضة شد الحبل بين فريقين غير متساويين القوى، فعلى الرغم من إمساك كل منهما بالحبل إلا أن الفريق الأقوى يسحب الحبل إلى جهته. وعندما تتكون الرابطة القطبية تُسحب أزواج الإلكترونات المشتركة في اتجاه إحدى الذرات، لذا تضي الإلكترونات وقتاً أطول حول هذه الذرة، وينتج عن ذلك شحنة جزئية عند نهايتي الرابطة.

ويستخدم الحرف الإغريقي  $\delta$  ليمثل الشحنة الجزئية في الرابطة التساهمية القطبية. وتمثل  $\delta^-$  شحنة جزئية سالبة، في حين تمثل  $\delta^+$  شحنة جزئية موجبة. وتضاف  $\delta^-$  و  $\delta^+$  إلى الشكل الجزيئي لتوضيح قطبية الرابطة التساهمية، كما في الشكل 22-4. تكون الشحنة الجزئية السالبة عند طرف الذرة ذات الكهروسالبية الأكبر. أما الشحنة الجزئية الموجبة فتكون عند طرف الذرة ذات الكهروسالبية الأقل. وتعرف الرابطة القطبية الناتجة بثنائية القطب.

**القطبية الجزيئية** تُكون الجزيئات ذات الروابط التساهمية قطبية أو غير قطبية، ويعتمد نوع الرابطة على مكان وطبيعة الروابط التساهمية في الجزيء. ومن الخواص المميزة للجزيئات غير القطبية أنها لا تنجذب للمجال الكهربائي، إلا أن الجزيئات القطبية تنجذب للمجال الكهربائي؛ ويعود السبب في ذلك إلى أن الجزيئات القطبية ثنائية الأقطاب، لها شحنات جزئية عند أطرافها، لذا تكون الكثافة الإلكترونية غير متساوية عند الطرفين. وينتج عن ذلك تأثر الجزيئات القطبية بالمجال الكهربائي والانتظام داخله.

**القطبية وشكل الجزيء** يمكنك معرفة سبب كون بعض الجزيئات قطبية وبعضها الآخر غير قطبي بمقارنة جزيء الماء  $H_2O$  وجزيء رباعي كلوريد الكربون  $CCl_4$ ؛ حيث لكلا الجزيئين روابط تساهمية قطبية. وتبعاً لمعلومات الشكل 20-4. فإن الفرق في الكهروسالبية بين ذرتي الهيدروجين والأكسجين يساوي 1.24، والفرق في الكهروسالبية بين ذرتي الكلور والكربون يساوي 0.61. وعلى الرغم من وجود اختلاف في فرق الكهروسالبية إلا أن رابطة H - O وروابط C - Cl جميعها روابط تساهمية قطبية.



واعتاداً على الصيغ الجزيئية نجد أن لكلا الجزيئين أكثر من رابطة تساهمية قطبية، ولكن جزيء الماء فقط قطبي.

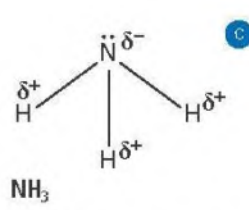
✓ **ماذا قرأت؟ طبق** لماذا ينحني مجرى الماء البطيء من الصنبور عندما يقترب منه بالون مشحون بالكهرباء الساكنة؟

### مهن في الكيمياء

**كيميائيو التغذية** يجب على كيميائي التغذية معرفة كيف تتفاعل المواد وتتغير تحت الظروف المتنوعة. يعمل معظم كيميائيي التغذية لدى الشركات الصانعة للكهات الطعام والشراب. ويتم تدريبهم مدة خمس سنوات في مختبرات التغذية، وعليهم اجتياز اختبار شفوي، ثم العمل تحت إشراف خبير آخر مدة سنتين.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

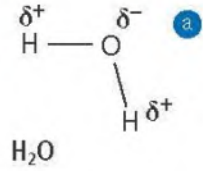
يمتلك الماء جزيئات تساهمية قطبية تتأثر بالمجال الكهربائي الناتج عن بالون مشحون.



يتبع عن شكل جزيء الأمونيا غير المتماثل  
عدم التساوي في توزيع الشحنة لذا يكون  
الجزيء قطبيًا.



يتبع عن تماثل جزيء  $\text{CCl}_4$  تساوي  
في توزيع الشحنة، لذا يكون الجزيء  
غير قطبي.



يتمثل الشكل المنحني جزيء  
الماء قطبيًا.

يكون شكل جزيء  $\text{H}_2\text{O}$ ، كما هو محدد من خلال نموذج VSEPR منحنيًا بسبب وجود زوجين من الإلكترونات غير المرتبطة على ذرة الأكسجين المركزية كما يبين الشكل 23a-4. ولجزيء الماء طرفان دائمان، أحدهما موجب، والآخر سالب؛ لأن روابطه القطبية غير متماثلة، لذا فهو مركب قطبي. أما جزيء  $\text{CCl}_4$  فهو رباعي الأوجه، أي متماثل، كما يظهر في الشكل 23b-4، لذا يكون مقدار الشحنة من أي مسافة عن المركز مساويًا لمقدار الشحنة عند المسافة نفسها من الجهة المقابلة. ويكون مركز الشحنة السالبة على كل ذرة كلور، في حين يكون مركز الشحنة الموجبة على ذرة الكربون. ولأن الشحنات الجزئية متساوية لذا يكون جزيء  $\text{CCl}_4$  غير قطبي. وعادة ما تكون الجزيئات المتماثلة غير قطبية. أما الجزيئات غير المتماثلة فتكون قطبية إذا كانت الروابط قطبية. هل جزيء الأمونيا في الشكل 23c-4 قطبي؟ لهذا الجزيء ذرة نيتروجين مركزية وثلاث ذرات هيدروجين جانبية، وله شكل مثلثي هرمي بسبب أزواج الإلكترونات غير المرتبطة التي توجد على ذرة النيتروجين. وباستخدام الشكل 20-4 نجد أن الفرق في الكهروسالبية بين الهيدروجين والنيتروجين يساوي 0.84، مما يجعل روابط N-H تساهمية قطبية. إن توزيع الشحنة غير متساو؛ لأن الجزيء غير متماثل، لذا يكون الجزيء قطبيًا.

**قابلية ذوبان الجزيئات القطبية** تبين هذه الخاصية الفيزيائية قدرة مادة ما على الذوبان في مادة أخرى. ويحدد نوع الرابطة وشكل الجزيء مدى قابليته للذوبان. وعادة ما تكون الجزيئات القطبية والمركبات الأيونية قابلة للذوبان في المواد القطبية، أما الجزيئات غير القطبية فتذوب فقط في مواد غير قطبية، كما في الشكل 24-4.

#### الشكل 24-4 الجزيئات التساهمية المتماثلة

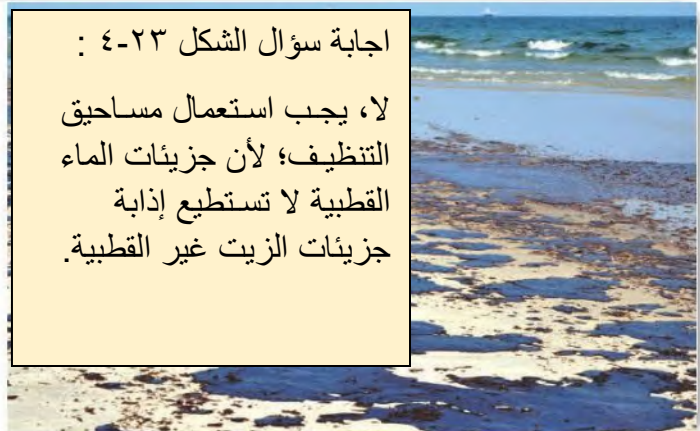
-ومنها الزيت ومعظم المنتجات النفطية-  
مركبات غير قطبية. وتكون الجزيئات غير  
المتماثلة- ومنها الماء- قطبية. ولا تختلط المواد  
القطبية بغير القطبية.

**استنتاج** هل يمكننا إزالة بقعة الزيت عن

الأقمشة باستخدام الماء فقط؟

#### اجابة سؤال الشكل 23-4 :

لا، يجب استعمال مساحيق  
التنظيف؛ لأن جزيئات الماء  
القطبية لا تستطيع إذابة  
جزيئات الزيت غير القطبية.





## خواص المركبات التساهمية Properties of Covalent Compounds

ملح الطعام مادة أيونية صلبة، والسكر مادة تساهمية صلبة، لهما المظهر نفسه، ولكنها يختلفان في خواصهما عند التسخين. فالمالح لا ينصهر، أما السكر فينصهر عند درجات حرارة منخفضة. هل يؤثر نوع روابط المركب في خواصه؟

**القوى بين الجزيئات** تعود الاختلافات في الخواص نتيجة الاختلاف في قوى الجذب. ففي المركبات التساهمية تكون الروابط التساهمية بين الذرات في الجزيئات قوية، في حين تكون قوى الجذب بين الجزيئات ضعيفة نسبياً. وتعرف قوى التجاذب الضعيفة هذه بالقوى بين الجزيئات أو قوى فاندرفال Van der Waals forces. وتختلف هذه القوى في قوتها، ولكنها أضعف من قوى الربط التي تربط بين الذرات في الجزيء أو بين الأيونات في المركب الأيوني.

هناك عدة أنواع من القوى بين الجزيئات، ومنها القوى الضعيفة بين الجزيئات غير القطبية التي تسمى قوى التشتت، وكذلك القوى بين الأطراف المشحونة بشحنات مختلفة في الجزيئات القطبية والتي تسمى قوى ثنائية القطب. وكلما زادت قطبية الجزيء زادت هذه القوى. أما القوة الثالثة فهي الرابطة الهيدروجينية، وهي أقوىها. وتتكون بين ذرة هيدروجين تقع في نهاية أحد الأقطاب وذرة نيتروجين أو أكسجين أو فلور في جزيء آخر.

## مختبر حل المشكلات

### تفسير النتائج

كيف تؤثر قطبية الطور المتحرك في نتائج تحليل بيانات الكروماتوجرام؟

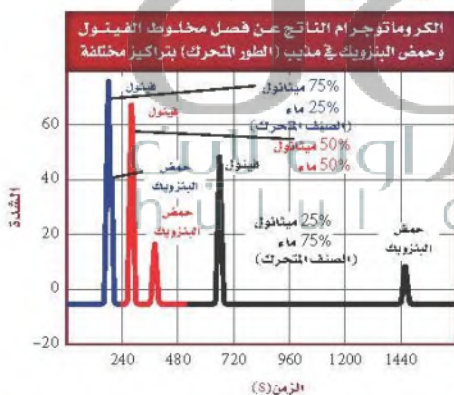
كروماتوجرافيا السائل العالية الكفاءة HPLC تقنية تستخدم لفصل ونقل مكونات مخلوط ما؛ حيث يذاب المخلوط في مذيب ما (الطور المتحرك)، ويمرر عبر أنبوب مبطن بمادة صلبة (الطور الثابت) التي ينجذب إليها بعض مكونات المخلوط أكثر من المكونات الأخرى، وبذلك تمر المكونات الأخرى التي لم تنجذب في الأنبوب وتظل ذائبة في الطور المتحرك، لتخرج أولاً. ويقاس مجس ذلك، بحيث تخرج النتائج على شكل مخطط (كروماتوجرام)، فتشير ارتفاعات قمم المخطط إلى كميات مكونات المخلوط المراد تحليله وفصله.

يستخدم العلماء مخلوط الميثانول مع الماء بوصفه مذيب فصل لمخلوط الفينول - حمض البنزويك.

### التفكير الناقد

1. **فسر** اختلاف أزمنة البقاء في المحلول المبينة على الكروماتوجرام.

### البيانات والملاحظات



2. **استنتج** اعتماداً على الرسم البياني، ما المادة التي كميتها كبيرة: الفينول أم حمض البنزويك؟ فسر إجابتك.
3. **استنتج** أي المواد في المخلوط لها جزيئات ذات قطبية أعلى؟
4. **حدد** تركيب مذيب الطور المتحرك الأكثر كفاءة لفصل الفينول عن حمض البنزويك؟ فسر إجابتك.

1. فسّر اختلاف أزمنة البقاء في المحلول المبيّنة على الكروماتوجرام.

إن فترة احتجاز الفينول في المحلول أقل من فترة احتجاز حمض البنزويك؛ لأن له قوة تجاذب أقل مع الماء.

2. استنتج اعتمادًا على الرسم البياني، ما المادة التي كميتها كبيرة: الفينول أم حمض البنزويك؟ فسّر إجابتك.

يتوافر الفينول بكميات كبيرة؛ لأن له أكبر ارتفاع قمة؛ فالمساحة المحصورة أسفل القمة تمثل كمية المادة الموجودة في المخلوط.

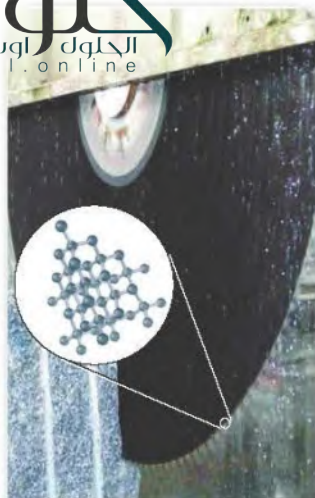
3. استنتج أي المواد في المخلوط لها جزيئات ذات قطبية أعلى؟

لحمض البنزويك جزيئات قطبية أقوى؛ لأنه يظهر قوة تجاذب أكبر مع الماء. وللفينول جزيئات قطبية أضعف.

4. حدّد تركيب مذيب الطور المتحرك الأكثر كفاءة لفصل الفينول عن حمض البنزويك؟ فسّر إجابتك.

ستتنوع الإجابات. الطور المتحرك الأكثر كفاءة مكون من 50% من الميثانول، و 50% من الماء، ويستخلص كمية أكبر من مكونات المخلوط (الفينول وحمض البنزويك) حيث تكون المسافة أكبر (الفصل أفضل) بين ارتفاعات القمم، ويحتاج إلى وقت أقل.  
الهلول اون لاين  
hulul.online





الشكل 4-25 عادة ما تستخدم

المواد الصلبة التساهمية الشبكية

أدوات للقطع بسبب صلابتها

الشديدة، وتبين الصورة شفرة

منشار مغلفة بالأناس لقطع الحجر.

**القوى والخواص** تُعزى خواص المركبات الجزيئية التساهمية إلى القوى التي تربط الجزيئات معاً. ولأن هذه القوى ضعيفة لذا تكون درجات انصهار هذه المواد وغليانها منخفضة مقارنة بالمواد الأيونية. وهذا يفسر سبب انصهار السكر بالتسخين المعتدل في حين لا ينصهر الملح. كما تفسر القوى بين الجزيئات وجود الكثير من المواد الجزيئية في الحالة الغازية، عند درجة حرارة الغرفة. ومن أمثلة الغازات التساهمية الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين. ولأن صلابة المواد تعتمد على القوى بين الجزيئات، لذا يكون الكثير من المركبات التساهمية ليناً في حالة الصلابة. والبرافين المستعمل في الشمع ومنتجات أخرى مثال شائع على المواد الصلبة التساهمية اللينة. وتترتب المركبات الجزيئية في الحالة الصلبة، لتكون شبكة بلورية شبيهة بالشبكة الأيونية الصلبة، إلا أن قوى الجذب بين جسيماتها أضعف. ويتأثر بناء الشبكة بشكل الجزئي ونوع القوى بين الجزيئات، ويمكن تحديد معظم المعلومات عن الجزيئات من خلال دراسة المواد الصلبة الجزيئية.

## المواد الصلبة التساهمية الشبكية

### Covalent Network Solids

هناك بعض المواد الصلبة تسمى بالمواد الصلبة التساهمية الشبكية؛ حيث ترتبط ذراتها بشبكة من الروابط التساهمية، ومن الأمثلة على هذه المواد الألماس والكوارتز.

تكون المواد الصلبة التساهمية الشبكية هشة وغير موصلة للحرارة والكهرباء وشديدة الصلابة، مقارنة بالمواد الصلبة الجزيئية. ويشرح تحليل بناء الألماس بعض هذه الخواص. ففي الألماس، ترتبط كل ذرة كربون بأربع ذرات كربون أخرى. وهذا الترتيب الرباعي الأوجه المنتظم في الشكل 4-25 يشكل نظاماً بلورياً شديد الترابط له درجة انصهار عالية جداً.

## التقويم 4-5

### الخلاصة

68. **الغرض من الدراسة** لخص كيف يؤثر الفرق في الكهروسالبية في خواص الرابطة؟
69. صف الرابطة التساهمية القطبية.
70. صف الجزيء القطبي.
71. عدد ثلاثاً من خواص المركبات التساهمية في الحالة الصلبة.
72. صنف أنواع الروابط مستخدماً الفرق في الكهروسالبية.
73. عَمِّم الخواص العامة للرئيسة للمواد الصلبة التساهمية الشبكية.
74. توقع نوع الرابطة التي ستتكون بين أزواج الذرات الآتية:
 

a. H و S	b. H و C	c. Na و S
----------	----------	-----------
75. تعرف أي مما يأتي يُعد جزيئاً قطبياً؟ وأيها يُعد غير قطبي:  $CF_4$ ،  $CS_2$ ، و  $SCl_2$ .
76. حدد ما إذا كان المركب المكون من الهيدروجين والكبريت قطبياً أو غير قطبي.
77. ارسم تركيب لويس لكل من  $SF_4$  و  $SF_6$ . وحلل كل شكل، وحدد ما إذا كان الجزيء قطبياً أو غير قطبي.

68. لخص كيف يؤثر الفرق في الكهروسالبية في خواص الرابطة؟  
كلما زاد الفرق في الكهروسالبية زادت الخواص الأيونية في الرابطة.

69. صف الرابطة التساهمية القطبية.

تنشأ هذه الرابطة بسبب عدم جذب الذرات للإلكترونات المشتركة بالقوة نفسها؛ حيث تنجذب الإلكترونات نحو إحدى الذرات أكثر، مما يتولد عنه شحنات جزئية عند أطرافها.

70. صف الجزيء القطبي.

هو الجزيء الذي له كثافة إلكترونية أكبر على أحد جانبيه.

71. عدد ثلاثاً من خواص المركبات التساهمية في الحالة الصلبة.

تكون الحالة الصلبة للجزيء بلورية، وتكون المركبات التساهمية في الحالة الصلبة غير موصلة ولينة، ولها درجة انصهار منخفضة.

72. صنف أنواع الروابط مستخدماً الفرق في الكهروسالبية.

إذا كان الفرق صفرًا فإن الرابطة تعد تساهمية غير قطبية، وإذا كان الفرق ما بين صفر و 0.4 فتكون الرابطة تساهمية، أما إذا كان الفرق ما بين 0.4 و 1.7 فإن الرابطة تكون تساهمية قطبية، ولكن إذا كان الفرق أكبر من 1.7 فالرابطة أيونية.

73.

عمم الخواص العامة الرئيسة للشبكة.

هشة، غير موصلة للحرارة والكهرباء، وإسليطة جاذبات لايون

74. توقع نوع الرابطة التي ستتكوّن بين أزواج الذرات الآتية:

a. H و S الكهروسالبية  $S = 2.58$  و  $H = 2.20$

$0.38 =$  الفرق في الكهروسالبية

غالبًا تساهمية

b. H و C الكهروسالبية  $C = 2.55$  و  $H = 2.20$

$0.35 =$  الفرق في الكهروسالبية

غالبًا تساهمية

c. Na و S الكهروسالبية  $S = 2.58$  و  $Na = 0.93$

$1.65 =$  الفرق في الكهروسالبية

تساهمية قطبية

75. تعرّف أيّ مما يأتي يُعدّ جزيئًا قطبيًا، وأيّها يُعدّ غير قطبي؟

$CF_4$ ،  $CS_2$ ، و  $SCl_2$ .

$CF_4$  غير قطبي،  $CS_2$  غير قطبي،  $SCl_2$  قطبي.

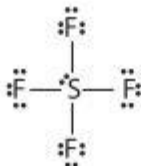
76. حدّد ما إذا كان المركّب المكوّن من الهيدروجين والكبريت

قطبيًا أو غير قطبي.

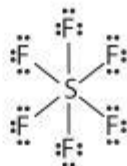
شكل المركّب  $H_2S$  متحن، فالمركب قطبي لأنه غير متماثل.

77. ارسم تركيب لويس لكلّ من  $SF_4$  و  $SF_6$ . وحلّل كلّ شكل،

وحّدّد ما إذا كان الجزيء قطبيًا أو غير قطبي.



قطبي



غير قطبي



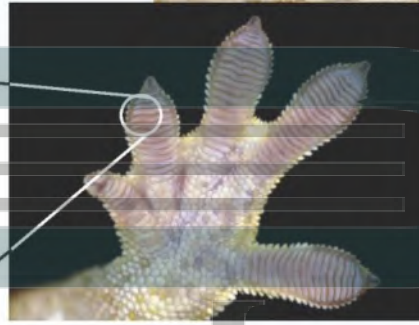
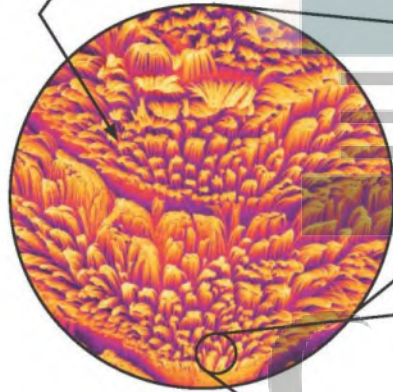
# كيف تعمل الأشياء؟

## الأقدام اللاصقة : كيف تلتصق السحلية؟

إن التصاق الوزغ على الحائط أو السقف ليس بالأمر الصعب، ويكمن سر قوة الالتصاق الباهرة في أصابعها. فقد وجد الباحثون أن قوة الالتصاق تعتمد على قوى تماسك الذرات.



2 أشواك قاسية بطنان أقدام السحلية عبارة عن بناء هيكلي معقد، له تفرعات مجهرية دقيقة تعرف بالشعيرات الدقيقة.



1 إصبع السحلية يغطي أسفل أصابع السحلية ملايين الأطراف تعرف بالشعيرات الدقيقة وتكون مرتبة في صفوف.



3 مساحة السطح تشكل الشعيرات الدقيقة الكثيرة العدد مساحة سطح واسعة.

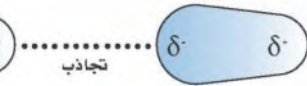
4 التلاصق تتكون قوى فان ديرفال بين المسطحات وشعيرات الأقدام الدقيقة. وتكون هذه القوى كثيرة جداً، تتغلب محصلة قوى فان ديرفال على قوة الجاذبية الأرضية وتبقى السحلية في مكانها.

شعيرة الأقدام



استقطاب مؤقت

السطح

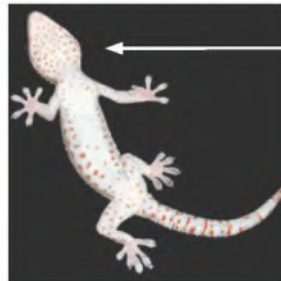


استقطاب مؤقت

تجاذب

## الكتابة في الكيمياء

اختراع يقوم العلماء بتطوير تطبيقات لمواد لاصقة تستند إلى معلوماتهم عن قوى التلاصق التي تستعملها السحالي. ومن التطبيقات المحتملة تصميم روبوت قادر على تسلق الجدران، وأشرطة لاصقة تعمل تحت الماء. هل تتوقع أن تكون استخدامات المواد اللاصقة الجديدة كذلك التي لدى السحلية؟



5 الانتقال والحركة يحدثان عند قيام السحلية بثنى أصابع رجليها مما يقلل من مساحة الجزء اللاصق بالسطوح فتقل قوى فان ديرفال، وتقل قوة التماسك، فتنتقل من مكانها.