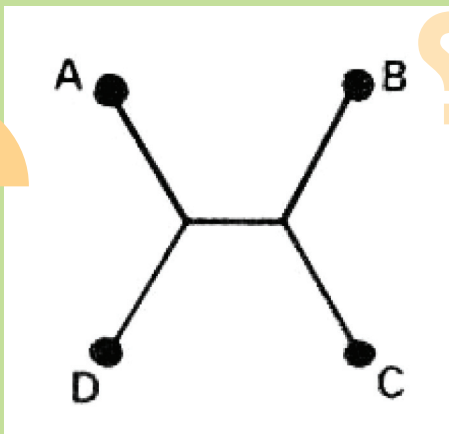


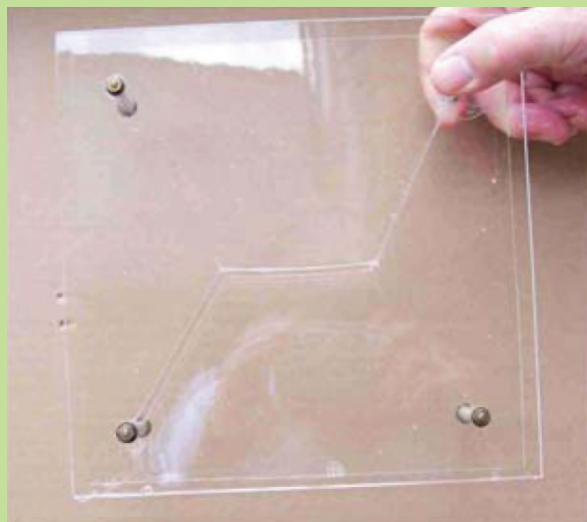
بهینه‌سازی در طبیعت اطراف ما

پرسش: فرض کنید چهار شهر درست در چهار رأس مربعی قرار گرفته باشند. می‌خواهیم با جاده‌هایی این چهار شهر را به هم مرتبط کنیم به گونه‌ای که از طریق این شبکه از هر شهر بتوان به هر شهر دیگر مسافرت کرد. آیا می‌توانید با نگاهی به پدیده‌های اطراف خود، شبکه‌ای را که در آن مجموع طول جاده‌ها کمینه می‌شود حدس بزنید؟
(پرسش آذرماه ۱۳۹۰، باشگاه فیزیک اصفهان)

پاسخ: شکل زیر پاسخ درست را نشان می‌دهد.



در هر یک از دو نقطه‌ی میانی، سه زاویه‌ی یکسان 120° درجه تشکیل می‌شود. این پاسخ را می‌توان به کمک حباب‌های صابون نیز به دست آورد. دو صفحه‌ی شفاف موازی با چهار میله که چهار رأس یک مربع را تشکیل می‌دهند به هم وصل شده‌اند. این مجموعه را در ظرفی محتوی صابون محلول در آب فرو می‌بریم و به آرامی خارج می‌کنیم. شکلی شبیه شکل زیر تشکیل می‌شود.



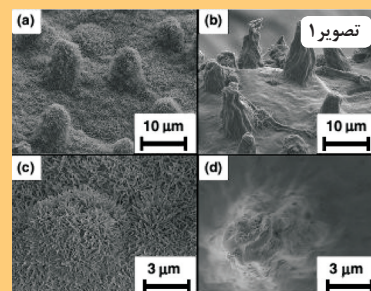
حباب‌ها طوری به هم می‌پیوندند که انرژی سطحی کل آنها کمینه شود. این کمینه‌شدن متناظر است با کمینه‌شدن طول مسیری که چهار نقطه را به هم وصل می‌کند. توضیح کامل‌تر پاسخ این مسئله را می‌توانید در مقاله‌ی دوم همین شماره ببینید.

خاصیت خودتمیزکنندگی برگ نیلوفر آبی

پرسش: قطره‌های آب روی برگ نیلوفر آبی (و برخی گیاهان دیگر) به سطح برگ نمی‌چسبند و به شکل تقریباً کروی باقی می‌مانند. غلتش قطره‌ی آب روی برگ باعث تمیز شدن خودبه‌خود آن می‌شود. علت این پدیده چیست؟
(پرسش نود و یکم باشگاه فیزیک تهران، طرح از خسرو حسینی)

پاسخ: بررسی دقیق‌تر این پدیده نشان می‌دهد قطره‌های باران به برگ نیلوفر نمی‌چسبند و روی آن می‌غلطند. حال آن‌که اگر همین قطره‌ها بر اثر چگالش بخار آب (مثلاً در اثر کاهش دمای هوا) روی برگ شکل بگیرند، پخش می‌شوند و اصطلاحاً به برگ می‌چسبند. در حالتی که قطره روی برگ می‌غلطد، نیروی کشش سطحی آب بر چسبندگی میان برگ و آب غلبه کرده است. در این حالت فاصله‌ی تماس آب با سطح برگ زیاد است. عوامل مؤثر بر زاویه‌ی تماس، زبری میکرومتری سطح برگ و پرزهای نانومتری هستند که سطح برگ را می‌پوشانند. تصویر ۱ ساختار ذره‌بینی برگ نیلوفر را با پرزهای نانومتری نشان می‌دهد.

هنگامی که قطره‌ی باران روی برگ می‌چکد، در فضاهای نانومتری میان پرزها نفوذ نمی‌کند و همین امر به غلتیدن قطره کمک می‌کند. اما هنگامی که قطره در اثر چگالش بخار آب روی برگ تشکیل می‌شود، نخست لایه‌ی پرزها قطرات بسیار ریز به وجود می‌آیند، سپس به هم می‌پیوندند و قطره‌های بزرگ‌تر را می‌سازند و با وجود این‌که ظاهراً زاویه‌ی تماس بزرگ است اما آب در میان پرزها وجود دارد و قطره‌ی آب به جای غلتیدن، به آب میان



تصویر ۱



تصویر ۲

پرزها می‌پیوندند و به آنها گیر می‌کند. در نتیجه به نظر می‌آید که قطره به سطح برگ چسبیده است. با به کار بردن ساختار نانومتری مشابه در سطح شیشه‌ها، رنگ‌ها و ... می‌توان سطوحی طراحی کرد که خودبه‌خود تمیز شوند. به این ترتیب که آب با غلتش روی سطح، بدون آنکه به سطح بچسبد یا در آن نفوذ کند، به ذرات زاید روی سطح می‌چسبد و آنها را با خود می‌برد (تصویر ۲). همچنین با حذف پرزهای نانومتری می‌توان به سطوحی دست یافت که اصطکاک‌شان بسیار کم است.