

NO LO SUDES

Cómo las telas que absorben la humedad le mantienen fresco y seco

Por Brian Rohrig

Visite su tienda local de artículos deportivos y se encontrará con una variedad vertiginosa de opciones en ropa de rendimiento deportivo y ropa para actividades al aire libre. Una camisa que crees que puede costar \$20 cuesta \$60. ¿Qué tal?

Bienvenido al mundo de la tecnología textil. En 2020, las personas gastaron \$160 billones en ropa deportiva en todo el mundo. El objetivo no es solo lucir bien, sino también sentirse cómodo. Las prendas de compresión están diseñadas para masajear y apoyar los músculos, mejorando el flujo sanguíneo. Los zapatos para correr ofrecen abundante amortiguación y tracción.

Los tejidos absorbentes de sudor están diseñados para mantenerte fresco y seco. ¿Realmente funcionan? ¿Valen la pena el costo?

Si sale a correr en un día caluroso con una camiseta de algodón, rápidamente se empapará de sudor. Esto no solo es incómodo, sino que una camisa saturada de sudor puede causar una gran irritación en la piel.

Si bien las telas de algodón son suaves y cómodas, no son la mejor opción para la mayoría de las actividades deportivas. La tela de algodón absorbe y retiene el agua como una esponja.

Los ingenieros textiles (ingenieros que trabajan con fibras, hilos y telas) han acuñado un término para la cantidad de agua que retiene una tela cuando está mojada: **la humedad recupera** valor. Este valor se encuentra dividiendo la masa de agua en un tejido saturado por la masa del tejido seco.

Por ejemplo, si una muestra de tela de 100 gramos (g) tiene una masa de 110 g cuando está mojada, su recuperación de humedad es del 10 % (masa de agua/masa de tela seca).

Los valores de recuperación de humedad para algunas telas comunes son los siguientes:

Algodón » 8,5% | Lana » 16% | Algodón-poliéster (50/50) » 4,45% | Nilón » 4% | Poliéster » 0.4%



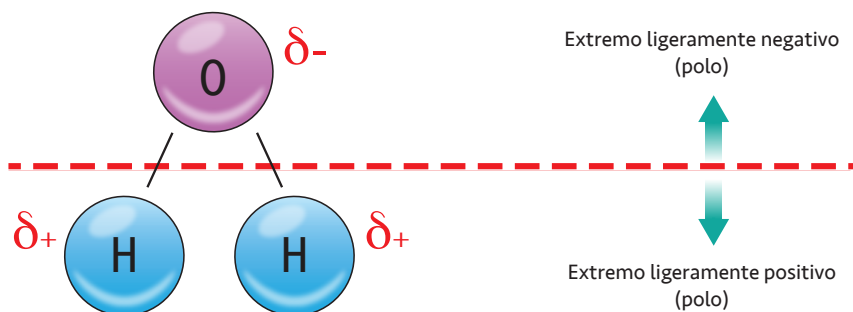


Para entender por qué algunas telas absorben mejor el agua que otras, echemos un vistazo más de cerca al agua, desde la perspectiva de un químico.

Las moléculas de agua son polares—sus cargas están divididas. La palabra polar se deriva de la palabra “polo”; las cargas se distribuyen como en los dos extremos de un palo. En general, la molécula es neutra, pero sus cargas negativas se congregan en un lado mientras que el exceso de cargas positivas permanece en el otro.

Los átomos forman enlaces al compartir sus electrones externos (de valencia), pero este intercambio no siempre es parejo. En el agua, el oxígeno tiene una mayor atracción por los electrones compartidos que el hidrógeno. El lugar donde los electrones compartidos pasan más tiempo está controlado por una propiedad conocida como electronegatividad. La electronegatividad es una medida de la capacidad de un átomo para atraer electrones compartidos en un enlace químico.

Debido a que el átomo de oxígeno tiene una mayor electronegatividad, atrae a los electrones más cerca de sí mismo y el lado del oxígeno de la molécula se vuelve ligeramente más negativo. Los electrones ahora están más cerca del oxígeno, lo que expone los núcleos positivos de los áto-



Una diferencia en la atracción de los electrones conduce a la naturaleza polar de las moléculas de agua.

mos de hidrógeno, lo que hace que el lado del hidrógeno de la molécula sea ligeramente positivo.

El agua no tiene cargas completas, como en los compuestos iónicos, sino cargas negativas parciales (δ^-) y positivas parciales (δ^+). Usamos cargas parciales porque, aunque los electrones pasan la mayor parte de su tiempo con el átomo de oxígeno, todavía pasan parte de su tiempo con los hidrógenos. Las moléculas no polares comparten sus electrones de manera uniforme o simétrica, por lo que no hay un lado positivo o negativo parcial.

La polaridad del agua contribuye a todo tipo de fenómenos interesantes. Las gotas de agua se forman porque billones y billones de moléculas de agua se unen a través de una fuerza de atracción intermolecular conocida como enlace de hidrógeno. El enlace de hidrógeno es la atracción entre el lado positivo del hidrógeno de una molécula de agua y el lado negativo del oxígeno de otra molécula de agua. La atracción de cosas semejantes se denomina cohesión. Debido a la fuerte atracción entre las moléculas debido a los enlaces de hidrógeno, se dice que el agua es altamente cohesiva.

La adhesión, en la que cosas diferentes se pegan entre sí, está más involucrada. Las gotas de agua que se pegan a la punta del dedo cuando lo sumerges en agua se mantienen por adhesión. Esto sucede porque hay suficientes cargas polares en la piel para atraer la molécula de agua.

Uno de los fenómenos más significativos que depende de la polaridad de las moléculas es la solubilidad de un tipo de molécula en otra. La

polaridad de las moléculas determina lo que las atrae, de acuerdo con el principio de “lo similar disuelve lo similar”. La sal y el azúcar se disuelven en agua. La sal y el azúcar son polares. Las cosas polares se sienten atraídas por otras cosas polares.

El aceite, al ser no polar, no se disolverá en una sustancia polar. Sin embargo, las sustancias no polares tenderán a disolverse en otras sustancias no polares. El aceite se disolverá en aceite de oliva, pero no en agua.

Otro fenómeno basado en la polaridad es cómo un líquido puede esparcirse sobre una superficie. Si un líquido polar se coloca sobre una superficie no polar, tiende a formar gotas. Es posible que haya visto esto cuando cae agua en un automóvil recién encerado. El agua se convierte en gotitas. Cuando el automóvil está sucio, el agua se esparce mucho más, debido a todas las moléculas polares de la suciedad.

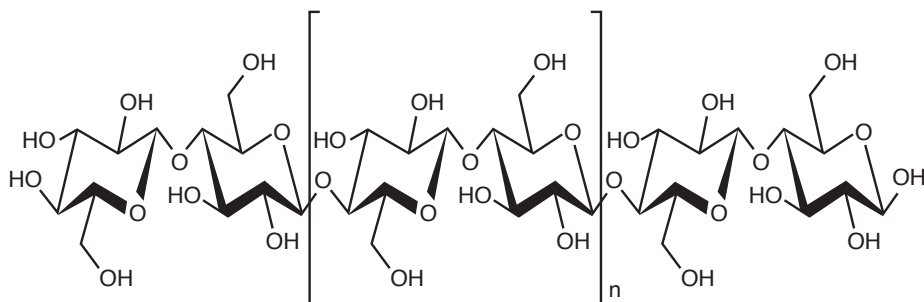
Un último ejemplo de un fenómeno basado en estas fuerzas es la acción capilar. La acción capilar ocurre cuando las fuerzas de adhesión son más fuertes que las fuerzas de cohesión. Si las moléculas de agua tienen una atracción más fuerte hacia los lados de un tubo angosto que entre sí, se arrastrarán hacia arriba.

La acción capilar es responsable de una variedad de fenómenos, desde el movimiento del agua en las plantas hasta el llenado de nuestros conductos lagrimales. Las toallas de papel hacen uso de la acción capilar, conteniendo pequeños canales por los que pasa el agua, lo que aumenta en gran medida su capacidad de absorción. Coloque una tira de papel toalla en agua y el agua absorberá la tira.

¿Puedes explicar ahora por qué esa camisa de algodón se empapa tanto? Si adivinaste que las fibras de algodón son polares, estás en lo cierto, algo así. El algodón está hecho principalmente de celulosa, un polímero (o macromolécula) formado por muchas moléculas de glucosa fuertemente unidas entre sí, con la fórmula básica $(C_6H_{10}O_5)_n$.

La celulosa es una fibra que se encuentra en todas las plantas. Pero la celulosa no es soluble en agua, de lo contrario esa camisa de algodón se disolvería al mojarse.

Hay partes de la celulosa que son polares. Si te

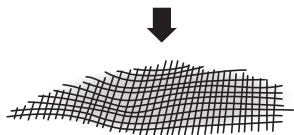


Los grupos -OH (hidroxilo) salientes dan a partes de la celulosa su naturaleza polar.

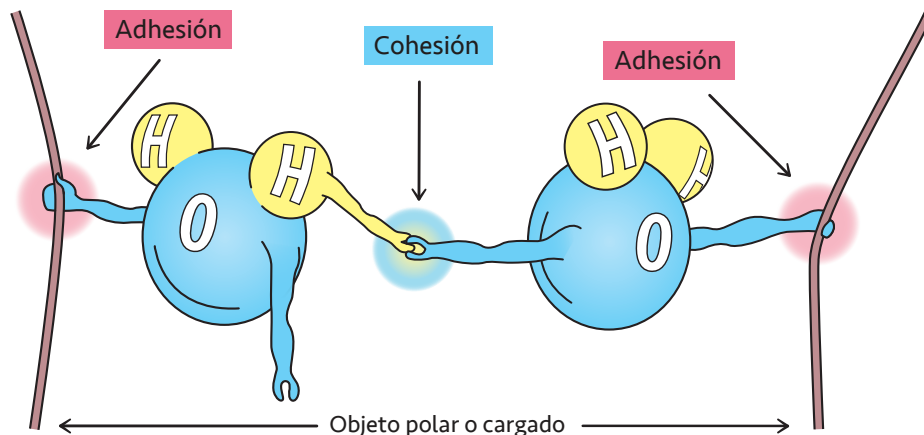
Las **fibras** son la materia prima utilizada para fabricar artículos textiles. Se hilan o se retuercen para hacer hilos.



Los **hilos** están hechos de fibras de fuentes naturales o sintéticas. Se entrelazan, intercalan o se unen para hacer telas.



Las **telas** están hechas de hilos. Los diferentes tipos de telas se producen mediante diferentes métodos de unir los hilos.



La adhesión es cuando cosas diferentes se pegan entre sí, la cohesión es cuando cosas iguales se pegan entre sí.

Las telas que absorben el sudor funcionan debido a la acción capilar—la tendencia de un líquido a moverse hacia arriba en un tubo o espacio estrecho, en aparente desafío a la gravedad.

El primer paso para diseñar un tejido absorbente de sudor es encontrar la fibra adecuada. Una fibra es el material base del que se fabrica la ropa, y puede ser natural como el algodón o la lana, o sintético como el nilón o el poliéster.

Una fibra es una hebra parecida a un hilo. Si un montón de fibras se retuercen juntas, tienes una hebra de hilo. Cuando las hebras de hilo se tejen juntas, tienes tela o paño. Luego, la tela se corta y se cose para hacer la ropa que usamos.

Es importante que la fibra no sea demasiado hidrófila, como el algodón, que no absorbe la humedad en absoluto. Pero las fibras puramente hidrofóbicas que repelen el agua tampoco funcionarán. Como el objetivo es que ocurra la acción capilar, debe haber cierta atracción por el agua—pero no demasiada.

Una tela popular que se usa en la ropa absorbente de sudor es el poliéster. Al ser a base de petróleo, el poliéster es bastante hidrofóbico, con una recuperación de humedad de solo el 0.4 %. Para hacerlo un poco menos, se puede tratar químicamente con un recubrimiento hidrofílico. O las fibras de poliéster se pueden entretejer con fibras hidrofílicas, formando una mezcla que puede crear una excelente prenda que absorbe la humedad.

El nilón es una opción popular para la ropa

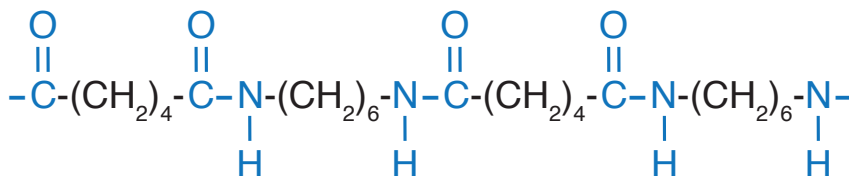
acercas al nivel molecular, notarás un montón de pequeños -OH, conocidos como grupos hidroxilo, que sobresalen, como espinas en el tallo de una rosa.

Cada grupo hidroxilo está compuesto por un átomo de oxígeno y un átomo de hidrógeno. Dado que el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, estos grupos son polares y tienen una fuerte atracción por el agua. Como resultado, la celulosa es fuertemente atraída por el agua.

Entonces, si no queremos ejercitarnos en un tejido hidrofílico, ¿queremos ejercitarnos en una hidrofóbica (sin afinidad por el agua)? Si alguna vez ha resistido una tormenta con un impermeable de plástico, pronto se dio cuenta de que estaba tan mojado por dentro como por fuera.

Esto deja su transpiración sin lugar a donde ir, por lo que simplemente se asienta contra su piel, lo que explica por qué tiene esa sensación húmeda y pegajosa. Si coloca una gota de agua sobre el plástico y se repele, demostrando su hidrofobicidad, definitivamente no absorbe el sudor.

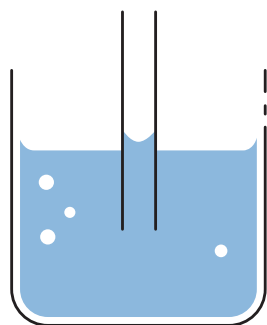
¿No sería genial si hubiera una tela que permitiera el paso de la transpiración, que no la mantuviera pegada a la piel pero que tampoco la absorbiera? Eso es exactamente para lo que están diseñadas las telas absorbentes de sudor.



Los grupos N-H (amida) son polares y hacen que el nilón atraiga el agua.

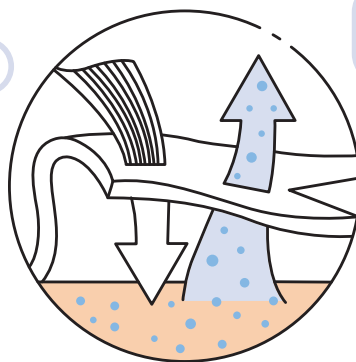


CÓMO FUNCIONA EL HILO ABSORBENTE

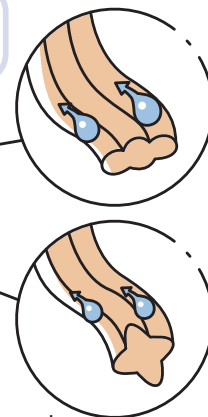


Ponga un tubo en agua, el agua en el tubo es más alta debido a la acción capilar.

Respirable



Absorber y evaporar



Pequeños tubos en el hilo absorben el sudor, que puede evaporarse en el aire.

RS GRAPHX, INC.

absorbente de sudor. El nilón también se conoce como poliamida porque está compuesto por unidades repetitivas de amidas, cada una de las cuales contiene un grupo carbonilo (C=O) unido por un enlace simple a un átomo de nitrógeno. Dado que los grupos amida son polares, el nilón es hidrofílico—atrae el agua.

Pero el nilón no es tan hidrofílico como el algodón, que contiene el grupo hidroxilo altamente polar. Un grupo amida contiene nitrógeno, que no es tan electronegativo como el oxígeno en el grupo hidroxilo, por lo que el nilón no es tan hidrofílico como el algodón. Pero es lo suficientemente hidrofílico.

El spandex, el tejido elástico que se encuentra comúnmente en las mallas y los pantalones cortos para ciclistas, solo tiene una capacidad de absorción moderada. El spandex está hecho principalmente de poliuretano, pero nunca encontrará una prenda hecha de spandex puro—generalmente se usa junto con nilón o poliéster. Por lo tanto, los pantalones de yoga no solo permiten la libertad de movimiento, sino que también te mantienen seco, incluso durante los entrenamientos intensos.

Algunos tipos de prendas que absorben el sudor tienen una capa interna junto a la piel que es algo hidrofóbica y una capa externa que es hidrofílica, lo que crea un efecto de empujar y jalar. Como la capa hidrofóbica repele el agua, la humedad es empujada hacia arriba en la capa hidrofílica, donde puede evaporarse.

La lana, especialmente la lana Merino, tiene excelentes propiedades de absorción de la humedad. Las fibras de lana son hidrofílicas por dentro, pero hidrofóbicas por fuera, debido a la presencia de lanolina, un material ceroso secretado por las glándulas sebáceas de las ovejas, que permite que su pelaje rechace el agua.

El siguiente paso en la creación de una tela absorbente de sudor requiere el mayor ingenio: el hilo debe construirse de tal manera que permita que ocurra la acción capilar. La mayoría de los hilos tienen una sección transversal circular. Cuando se tejen juntos, se ajustan cómodamente. Hay poco espacio para que el agua viaje entre las hebras. Su capacidad para absorber la humedad es limitada.

Pero si el hilo está diseñado con espacios entre las hebras, entonces la humedad puede viajar a través de estos espacios a través de la acción capilar. Esta asombrosa pequeña hazaña de ingeniería se logra mediante la construcción de hilos con secciones transversales no circulares—pueden ser triangulares, en forma de cruz o de alguna otra forma extraña.

Cuando estas hebras de hilo se colocan juntas, no encajan bien. Hay espacio entre ellos. Estos pequeños espacios crean microporos que tienen el tamaño justo para facilitar la acción capilar. La humedad puede viajar libremente a través de estos poros hacia la superficie exterior—casi como magia, el sudor se elimina.

Sin embargo, la magia no sucede sin muchas pruebas rigurosas. Antes de llegar al mercado, se realizará una serie de pruebas para asegurarse de que la tela funcione según lo previsto. Estos experimentos son bastante fáciles de realizar usted mismo—todo lo que necesita es agua y algunas muestras de tela.

En una prueba de absorción vertical, se suspenden dos tiras de tela con sus extremos en agua. La tela en la que el agua se desplace más rápido tendrá la mayor capacidad de absorción.

En una prueba de absorción horizontal, se gotea una cantidad predeterminada de agua sobre el tejido y se mide la dispersión horizontal del agua. Las telas con mayor capacidad de absorción mostrarán mayores extensiones en un período de tiempo determinado.

Una prueba de absorción transversal imita más de cerca para lo que está diseñada una prenda que absorbe la humedad. El agua se absorbe desde debajo de la tela y se mide su velocidad de propagación a través de la tela y a lo largo de su superficie. Cuanto más rápido se propague, mejor.

Para que la ropa te mantenga fresco y seco, el sudor debe evaporarse una vez que llega a la superficie de la prenda. El sudor en sí mismo no te refresca, es la evaporación del sudor lo que te refresca. Y debido a que la evaporación es endotérmica, debe absorber energía.

Cuando el agua líquida se vaporiza, los enlaces cohesivos débiles entre las moléculas de agua se rompen. Se necesita energía para romper un enlace. Esta energía proviene de tu cuerpo, así te enfría.

Tomar decisiones para que se sienta fresco y cómodo cuando hace ejercicio es mucho más fácil con la llegada de telas de alta tecnología que permiten que la humedad se elimine. Gracias a una buena comprensión de las telas y la naturaleza del agua, hay muchas opciones. Verse bien es otro asunto. ¡Todavía estás solo para eso!

Brian Rohrig es profesor de química en Columbus, Ohio.

REFERENCES

- Priyalatha, S.; Dhanakodi, D. R. Un instrumento de absorción multidireccional para medir las características de absorción de los tejidos bajo movimientos dinámicos. *Revista de la Institución de Ingenieros (India)*, septiembre de 2018: https://www.researchgate.net/publication/327712897_Wicking_Instrument [consultado en agosto de 2022].
- Miao, M.; Xin, JH, Eds. *Ingeniería de Textiles de Alto Rendimiento*. Reino Unido: Elsevier Science, septiembre de 2017: <https://www.elsevier.com/books/engineeringof-high-performance-textiles/miao/978-0-08-101273-4> [consultado en agosto de 2022].
- Crow, R.; Dewar, M. Transporte de líquidos a través de capas de tela. *Establecimiento de Investigación de Defensa Ottawa, Informe No. 1002*, marzo de 1989: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a209567.pdf> [consultado en agosto de 2022].