INTRODUCCIÓN

Las fuerzas intermoleculares (Fuerzas de Van der Waals) son interacciones intermoleculares fundamentales en los estados condensados de la materia como los líquidos y sólidos. Estas fuerzas intermoleculares incluyen interacciones dipolo-dipolo, dipolo inducido y fuerzas de dispersión de London que, aunque son más débiles que los enlaces químicos, son determinantes en propiedades físicas como el punto de ebullición (Chang, 2002, p.419).

Las fuerzas de van der Waals intervienen en fenómenos de adhesión biológica, tal es el caso de los geckos. Estudios demuestran que la capacidad de los geckos para adherirse a superficies es posible gracias a las fuerzas de van der Waals generadas en la estructura microscópica de sus patas (Autumn et al., 2002).

En superficies micromecanizadas, de sistemas tecnológicos, se ha comprobado que, en las superficies de baja rugosidad, la adhesión entre los componentes está principalmente regida por fuerzas de dispersión de London (una parte de las de van der Waals), y su distribución depende de las distancias entre las superficies (Delrio et al., 2005).

En conjunto, las fuerzas de van der Waals se manifiestan en diferentes contextos, naturales y tecnológicos, mostrando que, a pesar de su debilidad, tienen un papel fundamental para poder comprender propiedades de la materia y aplicaciones en las que ellas se derivan.

Dipolo-dipolo

Aparecen cuando dos moléculas polares se atraen por la alineación de sus polos eléctricos. Estas interacciones son más débiles que un enlace químico, pero son más específicas que las fuerzas de dispersión ya que requieren polaridad permanente y no una orientación entre moléculas (Chand, 2002). En la literatura científica estas fuerzas se pueden conocer como interacciones Keensom y se agrupan dentro de las mismas fuerzas de van deer Waals, junto con las de inducción (Debye) y las de dispersión de London (Leite, Bueno, Da Róz, Ziemath, & Oliveira, 2012).

El movimiento térmico hace que las moléculas roten y vibren, por eso ocurre el efecto neto de dipolo-dipolo, que se promedia con la orientación y disminuye con la temperatura. Aun así, en líquidos y sólidos moleculares, aporta una parte clave para la cohesión y explica que sustancias polares tienden a tener puntos de ebullición mayores que otras con una masa similar pero que son apolares (Chang, 2002).

También hay evidencia experimental de componentes dipolo-dipolo de largo alcance en medios biológicos bajo ciertas condiciones, lo que sugiere que una dinámica colectiva sobre dipolos contribuye a una atracción entre micromoléculas, cuando hay un entorno que lo permite (Lechelon et al., 2022).

Las fuerzas de van der Waals representan interacciones, que, aunque son débiles, son fundamentales para explicar el comportamiento de la materia. Estas fuerzas abracan fenómenos desde estabilidad de líquidos y sólidos, hasta la naturaleza como la adhesión de los geckos y aplicaciones tecnológicas en superficies micromecanizadas. Las fuerzas dipolo-dipolo muestran cuando la polaridad y orientación molecular modifican propiedades físicas como el punto de ebullición, además tienen participación en sistemas biológicos bajo ciertas condiciones.

Bibliografía.

Chang, R. (2002). Química (7 ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Autumn K, Sitti M, Liang YA, Peattie AM, Hansen WR, Sponberg S, Kenny TW, Fearing R, Israelachvili JN, Full RJ. Evidencia de adhesión de van der Waals en gecko setae. Proc Natl Acad Sci U S A. 17 de septiembre de 2002; 99(19):12252-6. doi: 10.1073/pnas.192252799. Epub 27 de agosto de 2002. PMID: 12198184; PMCID: PMC129431.

Delrio FW, de Boer MP, Knapp JA, David Reedy E Jr, Clews PJ, Dunn ML. El papel de las fuerzas de van der Waals en la adhesión de superficies micromecanizadas. Nat Mater. Agosto de 2005; 4(8):629-34. doi: 10.1038/nmat1431. Epub 17 de julio de 2005. PMID: 16025121.

Leite FL, Bueno CC, Da Róz AL, Ziemath EC, Oliveira ON. Theoretical models for surface forces and adhesion and their measurement using atomic force microscopy. Int J Mol Sci. 2012 Oct 8;13(10):12773-856. doi: 10.3390/ijms131012773. PMID: 23202925; PMCID: PMC3497299.