



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

## Nasce ROAR, il primo nanomotore rotante "made in Italy": è azionato dalla luce e ha anche la "retromarcia"

*Progettato, costruito e collaudato da un gruppo di ricerca dell'Università di Bologna, è l'unico al mondo capace di invertire il senso di rotazione cambiando il colore della sorgente luminosa che lo alimenta*

È il primo nanomotore rotante "made in Italy" e l'unico al mondo in grado di invertire il senso di rotazione cambiando il colore della luce che lo alimenta. Si chiama ROAR (Reversible Optically Activated Rotary motor) e lo ha progettato, costruito e collaudato un gruppo di ricerca dell'Università di Bologna.

Presentato su *Nature Chemistry*, il nuovo motore molecolare di dimensioni nanometriche (ovvero nell'ordine dei miliardesimi di metro) nasce da uno studio condotto in collaborazione tra il Center for Light Activated Nanostructures (CLAN), un laboratorio di ricerca congiunto fra l'Università di Bologna e il CNR, diretto dal professor Alberto Credi, e il gruppo di Chimica Computazionale C2x del Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari" dell'Università di Bologna, coordinato dal professor Marco Garavelli.

Lo sviluppo di nanomotori rotanti artificiali è una delle frontiere più promettenti della ricerca chimica, perché questi dispositivi possono svolgere moltissime funzioni in campo tecnologico e biomedico. Grazie ai nanomotori si potrebbero creare, ad esempio, nuovi materiali per l'informatica e la robotica. Oppure potrebbero essere utilizzati per convertire e immagazzinare l'energia solare in modo più efficiente. O ancora per dare vita a nuove forme di sintesi chimica e per l'ideazione di nuovi farmaci.

"Grazie alla loro capacità di muoversi direzionalmente, queste nanomacchine sono capaci di compiere lavoro quando vengono illuminate", dice Massimiliano Curcio, ricercatore al Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari" dell'Università di Bologna, tra i coordinatori dello studio. "Nella molecola che abbiamo ideato, l'assorbimento di un fotone di luce può causare la rotazione completa e unidirezionale di una porzione della molecola stessa - il rotore - rispetto ad un'altra - lo statore".

ROAR è una molecola di facile preparazione che si presenta inizialmente di forma lineare. In presenza di luce, modifica la sua struttura piegando il frammento rotante verso l'unità statore. La presenza di luce promuove la conversione continua tra le tre forme di ROAR - lineare, piegata a destra e piegata a sinistra - con due movimenti distinti e concatenati che causano complessivamente una rotazione orientata nello spazio.

"Questa rotazione può essere immaginata come il movimento che una ballerina compie nell'eseguire una piroetta", spiega Massimo Baroncini, professore al



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari dell’Università di Bologna, tra i coordinatori dello studio. “Partendo dalla forma lineare, un movimento verticale porta alla forma piegata a sinistra, che attraverso un movimento orizzontale porta alla forma piegata verso destra, la quale infine esegue un secondo movimento verticale nel verso opposto per tornare alla forma lineare iniziale”.

Ma ROAR ha anche una caratteristica unica, che lo differenzia dagli altri nanomotori di questo tipo: cambiando il colore della luce utilizzata per azionarlo, e quindi la sua lunghezza d’onda, si inverte il senso di rotazione della molecola.

“L’aspetto più innovativo di ROAR è rappresentato dalla sua capacità di invertire la direzione del movimento eseguito semplicemente cambiando il colore della luce fornita al sistema”, conferma Luca Muccioli, professore al Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari" dell’Università di Bologna, tra i coordinatori dello studio. “Questo particolare funzionamento, caratteristico dei sistemi biologici, è stato a lungo ricercato degli scienziati: siamo ora riusciti a realizzarlo sfruttando la diversa interazione con la luce delle due forme piegate che ROAR è in grado di assumere”.

Il principio fondamentale alla base degli studi sui motori molecolari è la costruzione di dispositivi che assomigliano a quelli che fanno parte del nostro quotidiano, ad esempio macchine e motori, ma su una scala un miliardo di volte più piccola. Da questa prospettiva di “ingegneria nanometrica”, le molecole e i processi chimici utilizzati corrispondono ai componenti macroscopici e al loro assemblaggio, mentre il carburante è rappresentato dallo stimolo energetico – reagenti, elettricità o luce – necessario per far funzionare il sistema.

ROAR è il risultato di un progetto nato tre anni fa, che si inserisce in una linea di ricerca avviata da tempo all’interno del Center for Light Activated Nanostructures (CLAN), centro di ricerca all'avanguardia nel panorama internazionale. E gli studiosi stanno già pensando ai prossimi sviluppi: nuovi prototipi di ROAR più efficienti e in grado di sfruttare la luce visibile e infrarossa, che ci giunge in abbondanza dal sole ed è compatibile con i sistemi biologici.

Nel lungo termine, l’obiettivo è di integrare ROAR in sistemi ad alta tecnologia, come materiali intelligenti per la conversione e l’accumulo di energia solare, attuatori meccanici per la *soft robotics* e sistemi biomedicali in grado di eseguire funzioni a comando grazie a input luminosi.

Lo studio è stato pubblicato su *Nature Chemistry* con il titolo “Wavelength-steered directional rotation in an autonomous light-driven molecular motor”. Gli autori, tutti dell’Università di Bologna, sono: Federico Nicoli, Chiara Taticchi, Emilio Lorini, Sara Borghi, Flavia Aleotti, Serena Silvi, Alberto Credi, Marco Garavelli, Luca Muccioli, Massimo Baroncini, Massimiliano Curcio.