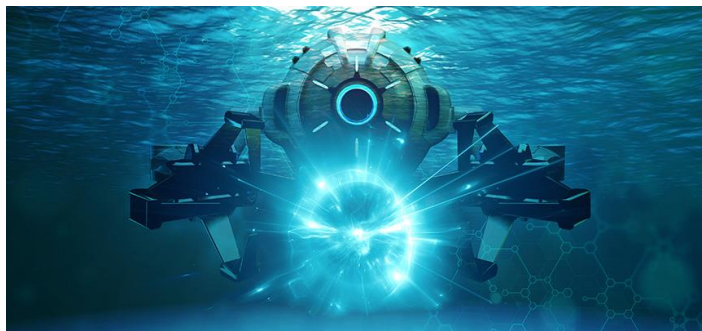




Microrobots que Limpian Agua Contaminada



La innovación y la tecnología pueden marcar la diferencia en la preservación de nuestro preciado recurso: el agua.

Regístrese Gratuitamente

Durante el webinar gratuito la Dra. Katherine Villa Gómez del Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ) se discutirá el desarrollo de microrobots que tienen la capacidad de absorber energía lumínica para autopropulsarse y al mismo tiempo pueden eliminar diferentes tipos de contaminantes tóxicos presentes en el agua, tales como metales pesados, bacterias y compuestos orgánicos. Regístrese para descubrir cómo podemos construir un futuro más limpio y sostenible para las generaciones venideras.

Lo Que El Público Aprenderá

- Que es un microrobot
- Cuales son sus mecanismos de activación y sus diferentes propiedades
- Como se pueden diseñar para eliminar tipos descontaminantes específicos

Ponente y Moderadora



Dra. Katherine Villa Gómez
Líder de Grupo, Instituto Catalán de
Investigación Química (ICIQ)

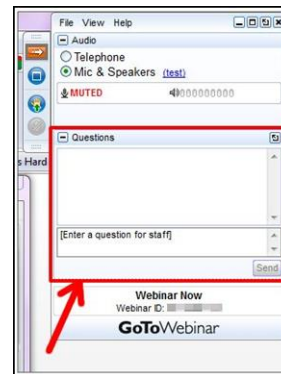


Dra. Ingrid Montes
Profesora, Universidad de Puerto
Rico, Recinto de Río Piedras

El webinar número 55 patrocinado en español por ACS y SQM



¿Tiene preguntas para el ponente?



“¿Por qué he sido “silenciado”?”

No se preocupe. Todo el mundo ha sido silenciado, excepto el ponente y la moderadora. Gracias, y disfruten de la presentación.

Escriba y someta sus preguntas durante la presentación



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



¿Está en un grupo hoy viendo el webinar en vivo?

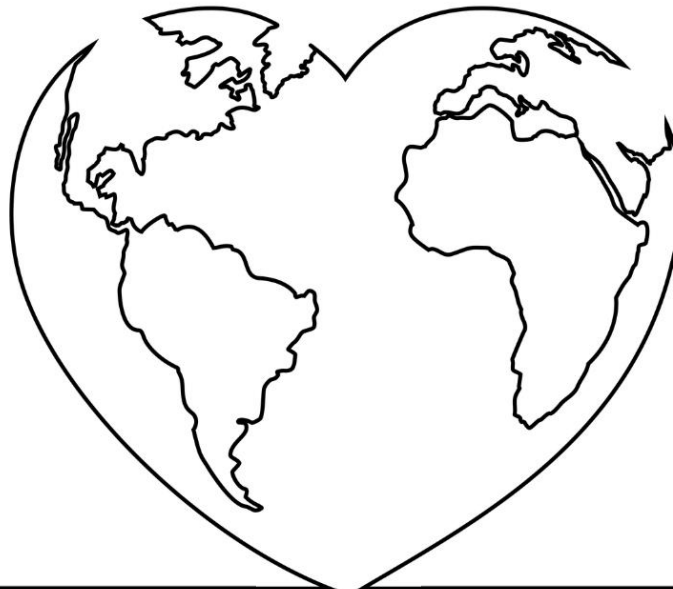


Díganos de dónde son ustedes y cuántas personas están en su grupo!



Por el **amor a la química** venimos de todos partes...

- ✓ Alemania
- ✓ Argentina
- ✓ Austria
- ✓ Brasil
- ✓ Canadá
- ✓ Chile
- ✓ Colombia
- ✓ Costa Rica
- ✓ Country
- ✓ Ecuador
- ✓ España
- ✓ Estados Unidos
- ✓ Francia
- ✓ Grecia
- ✓ India
- ✓ Iraq
- ✓ Italia
- ✓ México
- ✓ Pakistán
- ✓ Palestina
- ✓ Panamá
- ✓ Paraguay
- ✓ Perú
- ✓ Puerto Rico
- ✓ Reino Unido
- ✓ Suiza
- ✓ Venezuela



Hoy tenemos representantes de **27 países**



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



Beneficios de la Afiliación al ACS



Chemical & Engineering News (C&EN)

The preeminent weekly news source



ACS Webinars Archive of Recordings®

ACS Member only access to over 250 edited chemistry themed webinars. www.acswebinars.org



NEW! ACS Career Navigator

Your source for leadership development, professional education, career services, and much more



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



Sociedad Química de México



Sociedad Química de México, A.C.
"La química nos une"

Desde sus comienzos de la Sociedad Química de México, se buscaba un emblema sencillo, no demostrar partidatismo alguno y significar al gremio, debería representar un símbolo no sólo para los químicos, sino también para ingenieros, farmacéuticos, metalurgistas, en fin que englobe e identifique por igual a los científicos en todas sus áreas de la ciencia química.



CAS[®]

A DIVISION OF THE
AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Mantente actualizado sobre la industria de la química
y sus ciencias afines en la región

Suscríbete al Newsletter de CAS Hispanoamérica

Para darte de alta, puedes enviarnos un correo electrónico a
acsihispanoamerica@acs-i.org

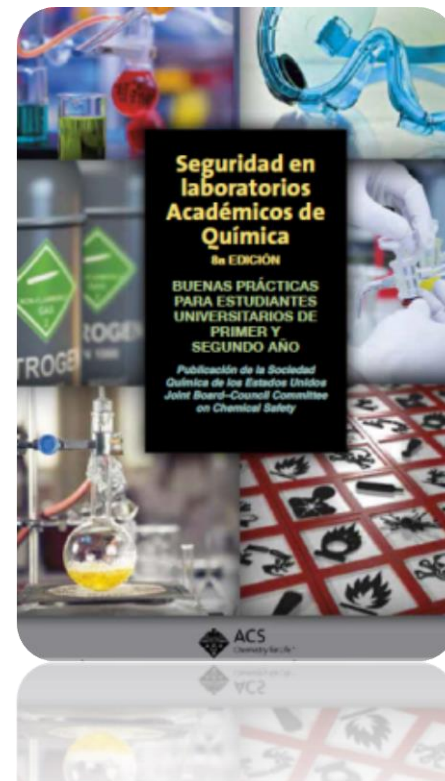
¡Hasta pronto!
www.cas.org



acsihispanoamerica@acs-i.org

Recursos del ACS en Español: Educación sobre Seguridad en el Laboratorio

- Seguridad en los laboratorios Académicos de Química para estudiantes Universitarios de Primer y Segundo año.
- Videos sobre RAMP para estudiantes de escuela secundaria (pero también pueden utilizarse para estudiantes universitarios) con subtítulos en español:
 - **Mentalidad de Seguridad**
 - **Hoja de datos de seguridad (SDS)**
 - **¿Cómo vestirse apropiadamente en un laboratorio? Y equipo de protección personal (EPP)**
 - **Preparándonos para emergencias**
 - **RAMP** (Para Estudiantes)
 - **RAMP** (Para Educadores)



Diplomado Historia de la Química mexicana

Avalado por el Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Módulos

<p>Módulo I. La química en el México Colonial Coordinadora. Dra. Patricia Aceves Pastrana, UAM-X. Del 1 de abril al 27 de mayo.</p>	<p>Módulo II. Química y farmacia en el siglo XIX Coordinadora. Dra. Mariana Ortiz Reynoso, FQ-UAEMéx. Del 3 de junio al 8 de julio.</p>	<p>Módulo III. La tracción herbolaria: Los productos naturales Coordinador. Dr. Baldomero Esquivel Rodríguez, IQ-UNAM. Del 15 de julio a 26 de agosto.</p>
<p>Módulo IV. La profesión Química en México Coordinadora. Dra. Lilliana Schifter Aceves, UAM-X. Del 2 de septiembre al 7 de octubre.</p>	<p>Módulo V. La industria Química en México Coordinador. Dr. Felipe León Olivares, ENP-UNAM. Del 1 de abril al 27 de mayo.</p>	<p>Módulo VI. La institucionalización de la investigación Química en México Coordinador. Dr. Gabriel Cuevas González Bravo, IQ-UNAM. Del 18 de noviembre al 25 de noviembre.</p>

Dirigido a:

Egresados de licenciaturas de áreas científicas y humanísticas, estudiantes de esas licenciaturas, docentes de educación media y superior.

Duración:
136 horas

Fechas:
1 de abril al 9 de diciembre

**Avalado por el
Instituto de Química
de la UNAM.**



**Sesiones sabatinas de 9:00 a 13:00 hrs. (GMT -6)
de forma telemática.**

Costos

	Publico en general	Asociados*
Diplomado completo ²	\$ 10,000.00 M.N.	\$ 5,000.00 M.N.
Diplomado por día	\$ 1,000.00 M.N.	\$ 500.00 M.N.
Diplomado por conferencia (2 horas)	\$ 500.00 M.N.	\$ 250.00
Diplomado por hora	\$ 50.00 M.N.	\$ 25.00

*Asociados o miembros vigentes de la Sociedad Química de México, del Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos México, Asociación Farmacéutica Mexicana, Academia Nacional de Ciencias Farmacéuticas, Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos y Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y de Químicos.
Disposición de becas previa justificación.

²Puedes pagar el costo del diplomado completo en 3 cómodas mensualidades.



Microrobots que Limpian Agua Contaminada



Dra. Katherine Villa Gómez
Líder de Grupo, Instituto Catalán de
Investigación Química (ICIQ)



Dra. Ingrid Montes
Profesora, Universidad de Puerto Rico,
Recinto de Río Piedras

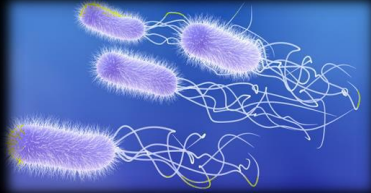
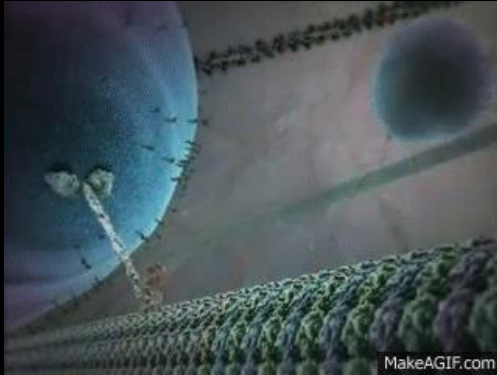
Las imágenes de la presentación están disponibles para el evento de hoy.

<https://www.acs.org/acs-webinars/library/microrobots.html>

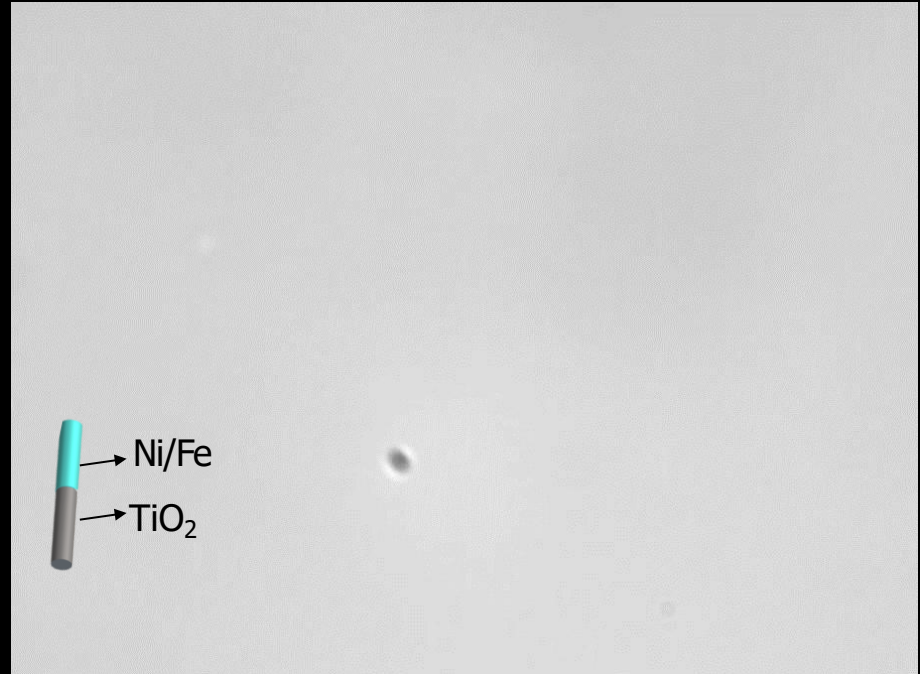
What is a microrobot?

“Machine designed to convert one form of energy into mechanical energy to produce motion”

Nature

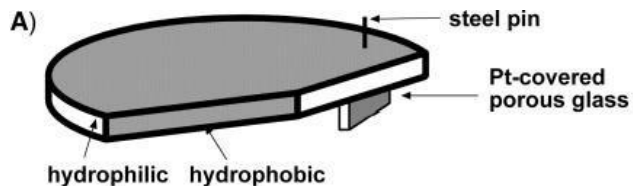


Artificial micromotor



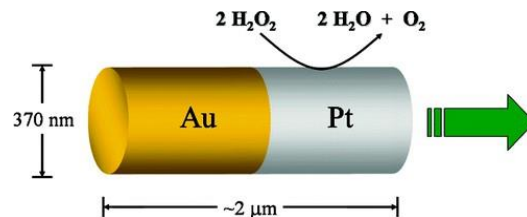
First examples of catalytic micro/nanorobots

2002



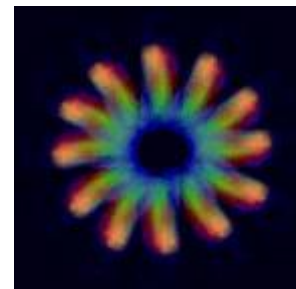
Angew. Chem. Int. Ed 2002, 114, 674.

2004



J. Am. Chem. Soc. **2004**, 126, 41, 13424–13431

2005



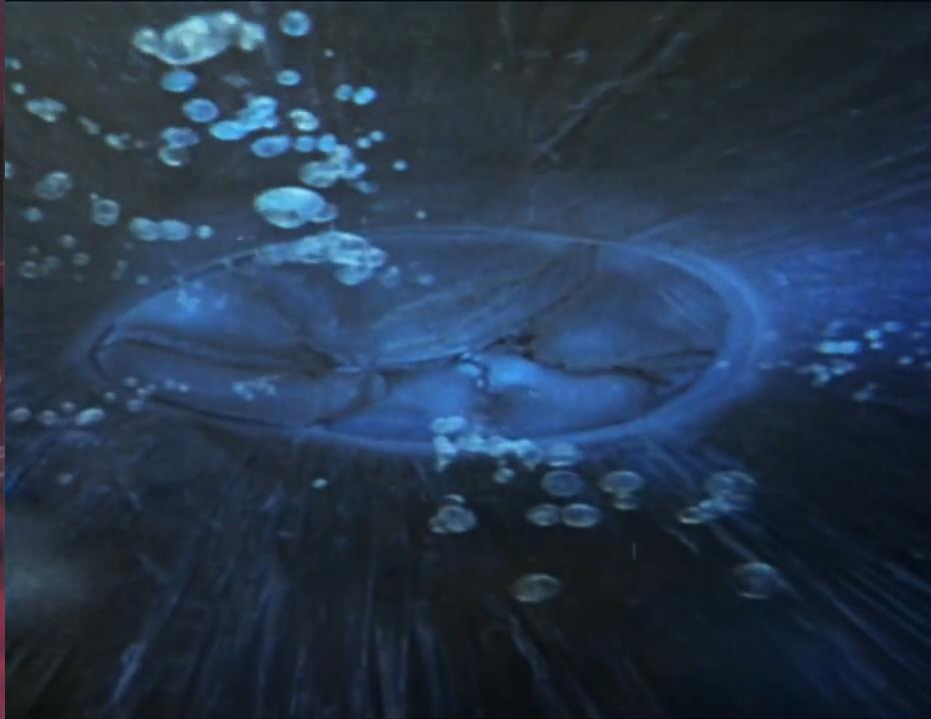
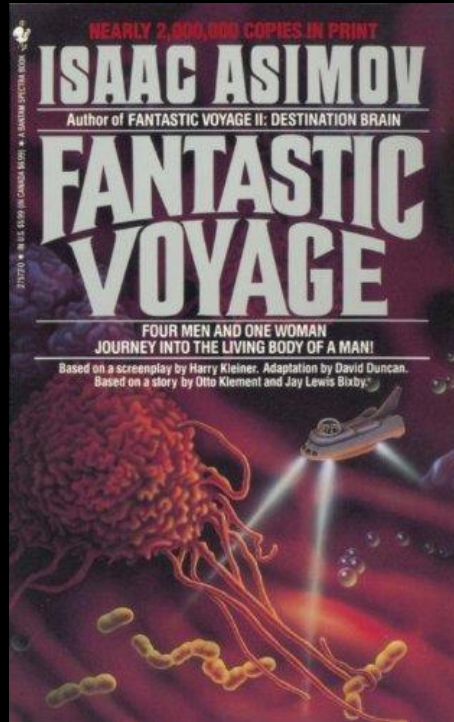
Chem. Commun., 2005, 441-443.



“There's Plenty of Room at the Bottom”

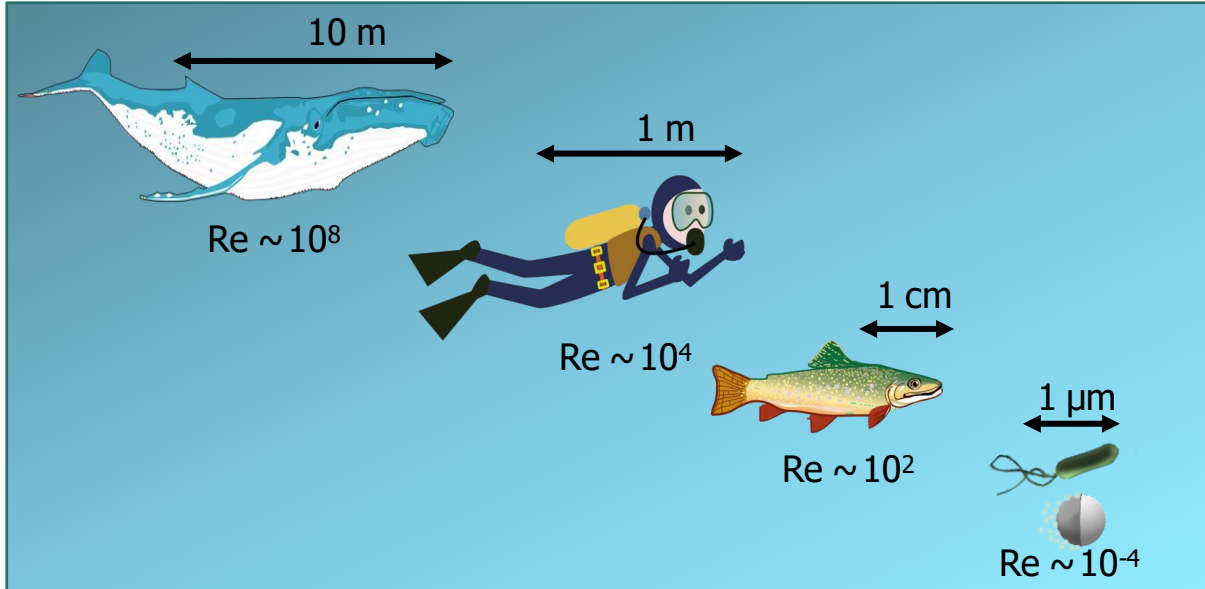
Richard Feynman, Caltech on December 29, 1959.

The design of tiny machines is inspired by science fiction



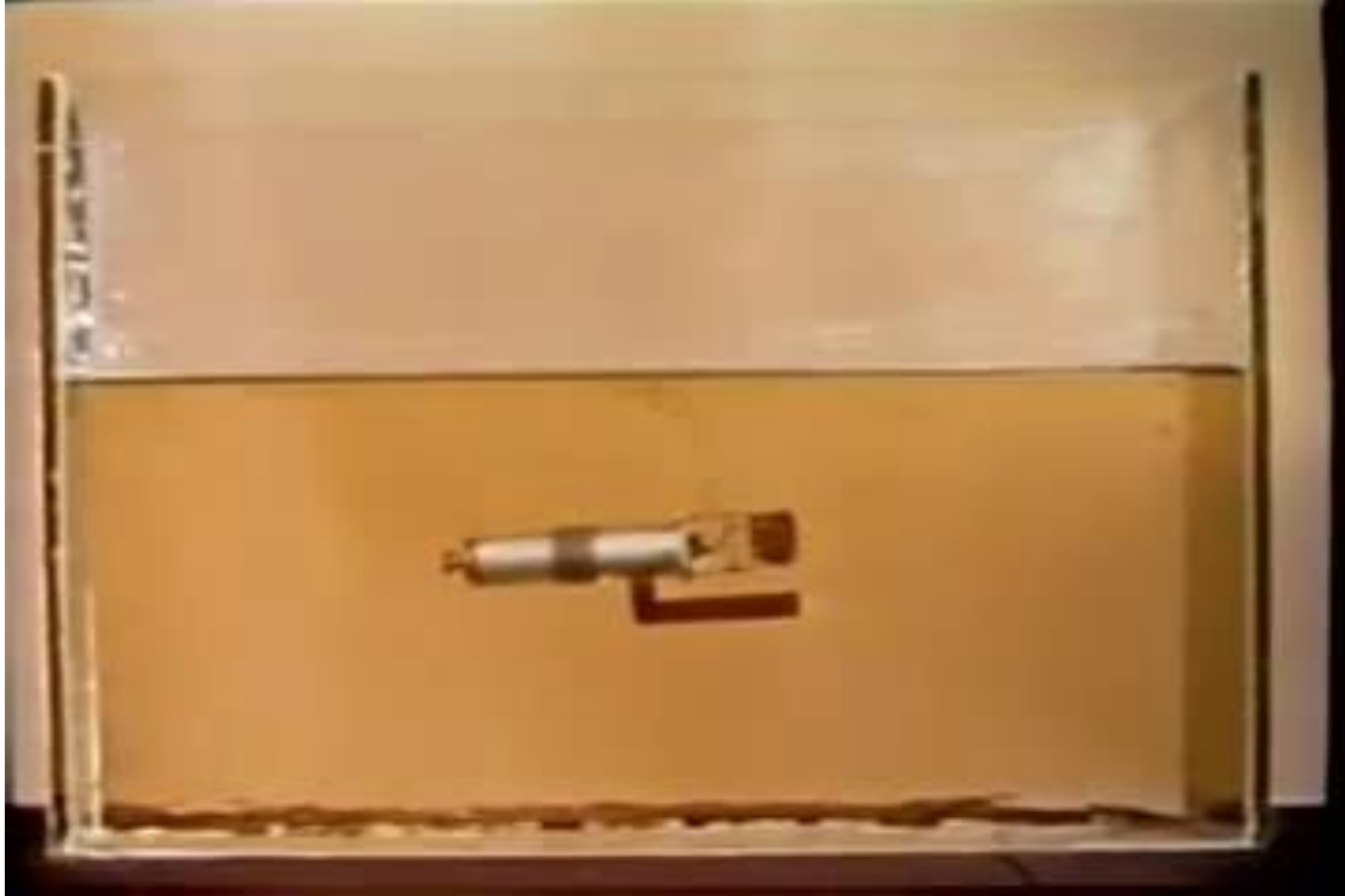
Fantastic voyage 1966

Limitations of motion at the micro/nanoscale



$$Re = \frac{\text{Inertial forces}}{\text{Viscous forces}}$$

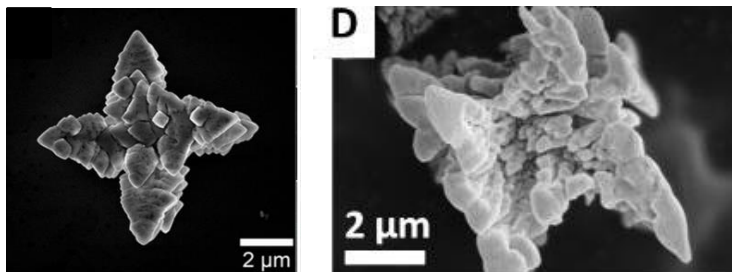
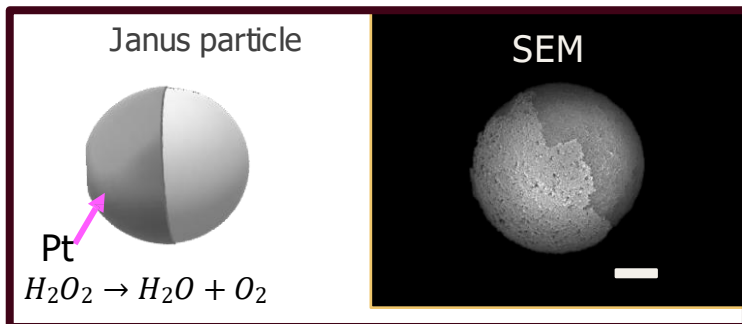
$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot L}{\mu}$$



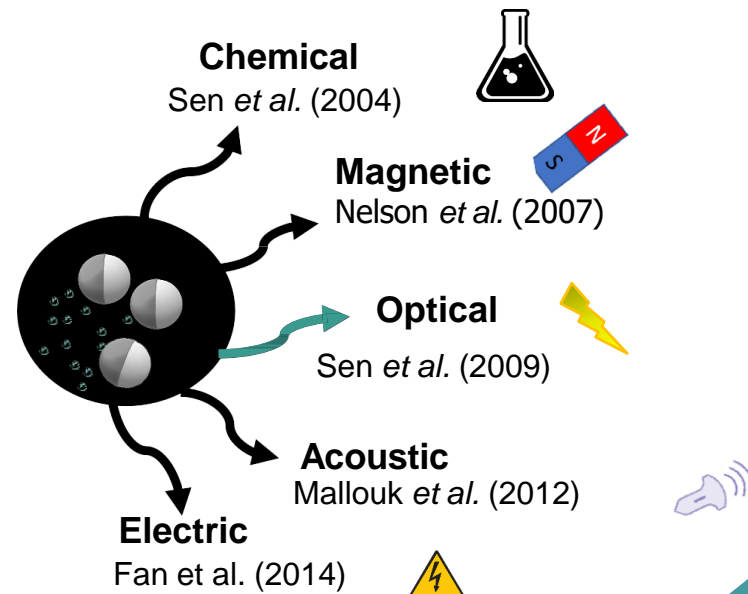
Source: Youtube, Low-Reynolds-Number Flows. Barry Belmont

Motion at the micro/nanoscale

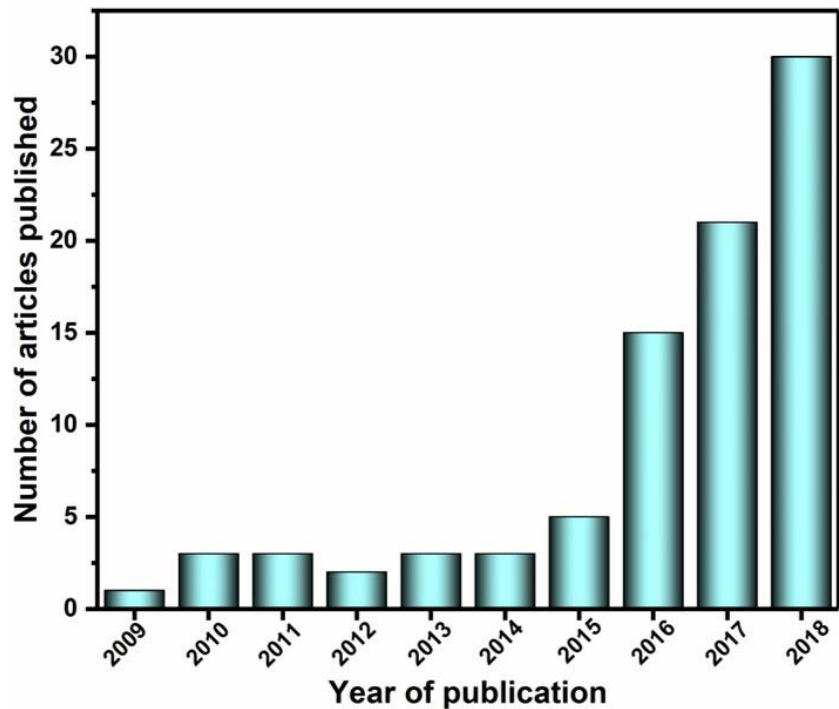
Symmetry of the system needs to be broken



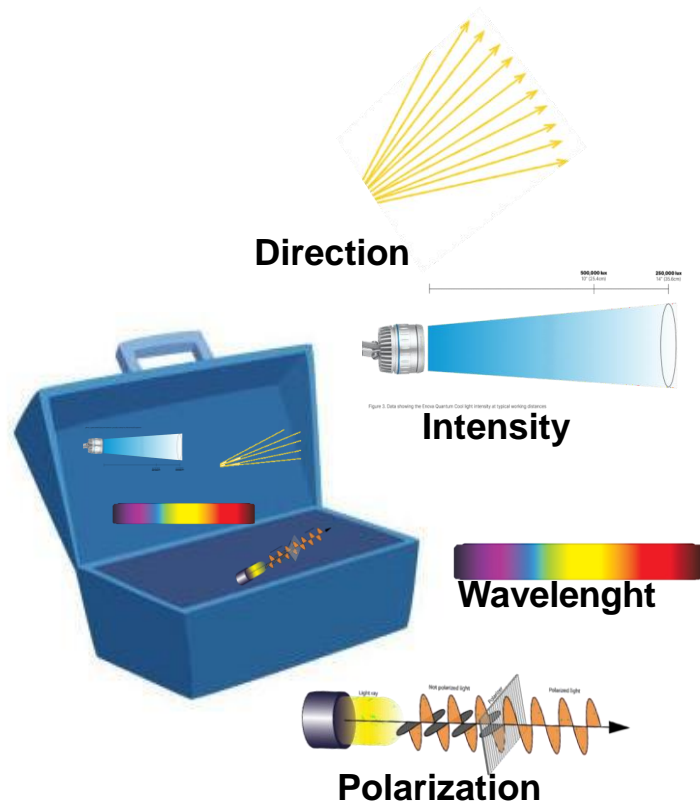
A constant force must be applied



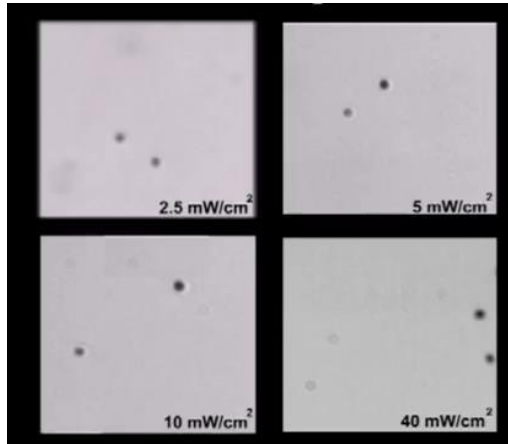
Light-driven microrobots



K. Villa, et al. Chem. Soc. Rev., 2019, 48, 4966-4978.

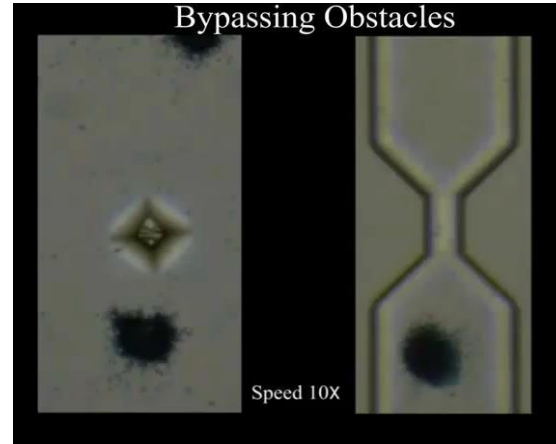


IiO_2 -Au Janus Micíomotoís



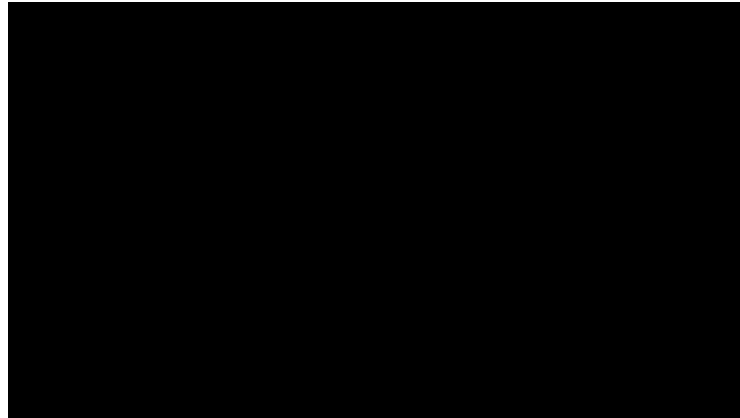
R. Dong et al. *ACS Nano* 2016, 10, 1, 839–844

IiO_2 Micíomotoís



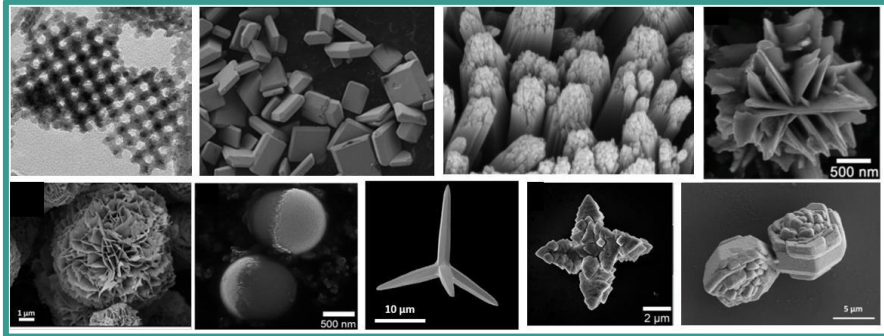
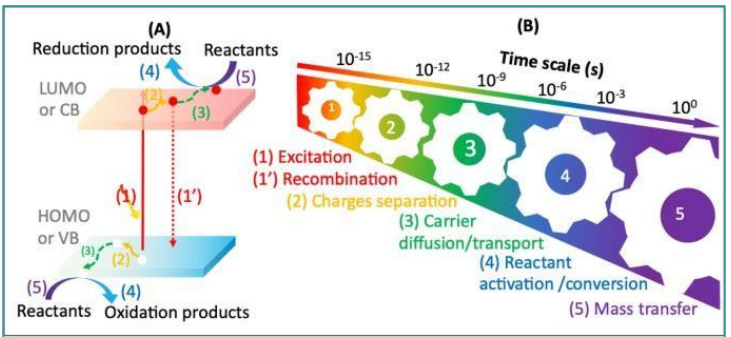
F. Mou et al, *iScience* 19, 2019, 415-424.

IiO_2 -based Micíomotoís

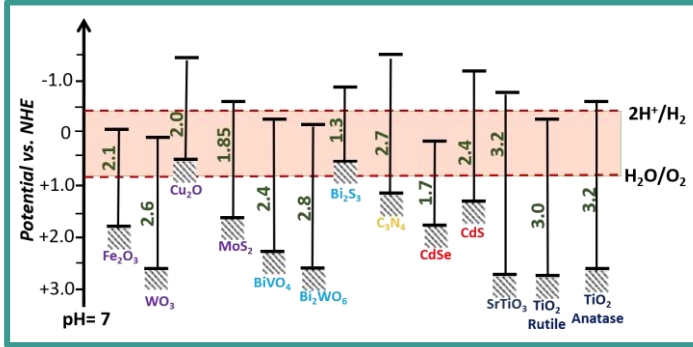


J. Fang et al. *Nat Commun* 2017, 8, 1438.

Semiconductors as ideal materials

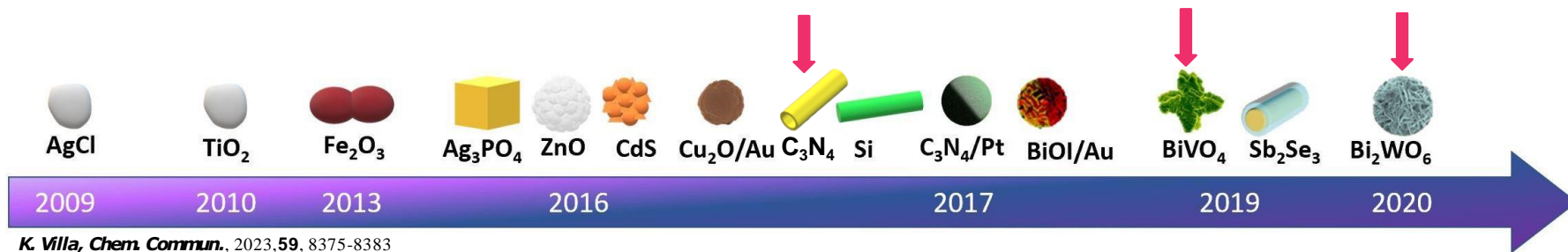


Hamoud et al. *Jop Cuif Chem (Z)* **380**, 37 (2022).

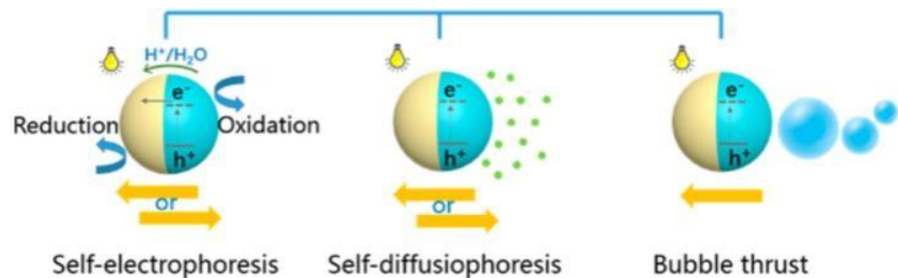


K. Villa, et al. *Chem. Soc. Rev.*, 2019,48, 4966-4978.

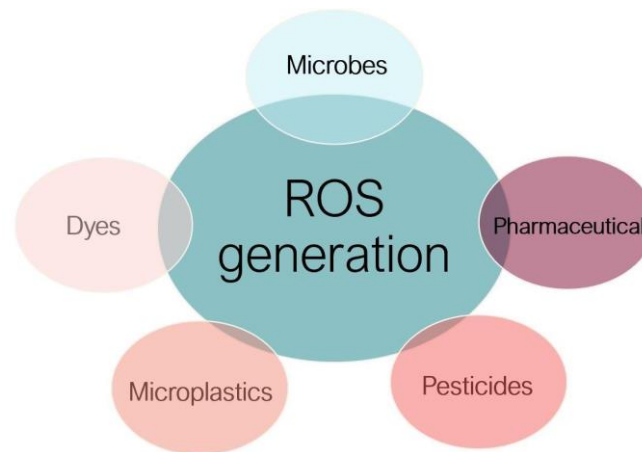
Photocatalytic-based micro/nanorobots

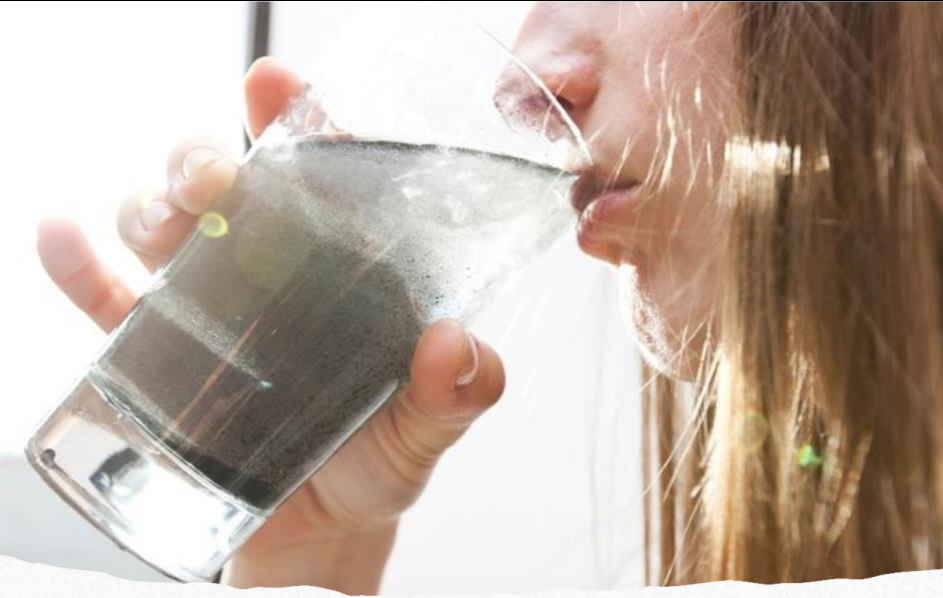


K. Villa, *Chem. Commun.*, 2023, 59, 8375-8383

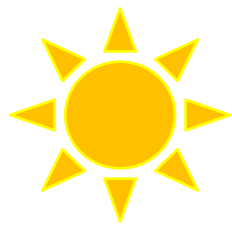


Acc. *Chem. Res.* 2018, 51, 9, 1940-1947.





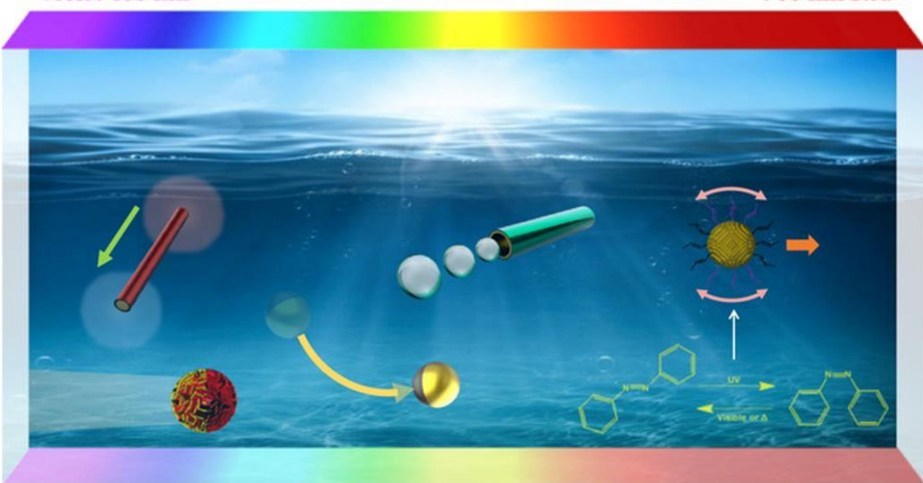
Water pollution kills around 10.000 people around the world every day.



Visible light

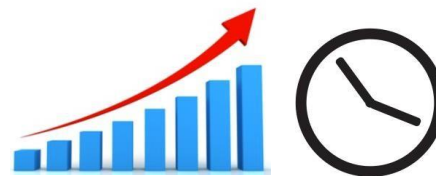
Violet 400 nm

700 nm Red



D. Zhou. *Research*. 2020, 821595.

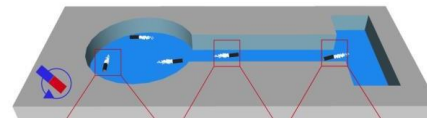
Enhanced mass transport



Reduced reliance on external energy



Flexibility in reaction conditions



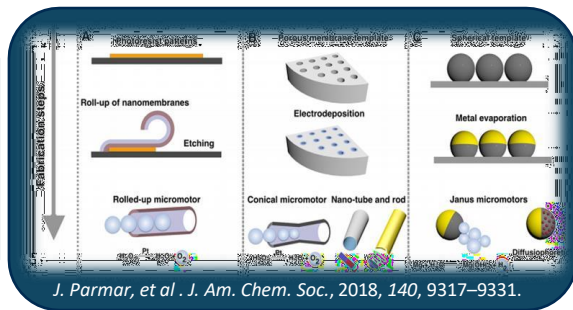
Sánchez, et al. *Nano Lett.* 2016, 16, 4, 2860–2866

Challenges

Noble metals



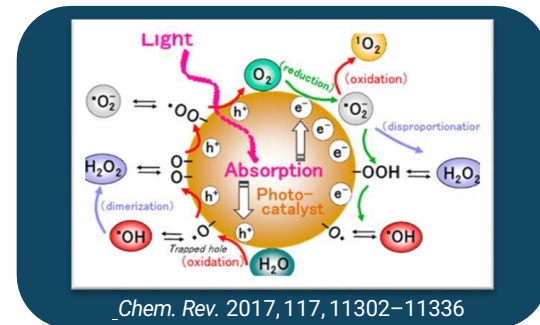
Robust equipment



UV light activation



Lack of selectivity



Motivation



✓ Noble-metal-free

✓ Wet chemical methods

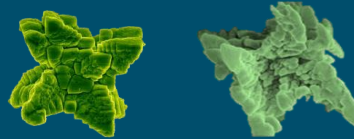
✓ Visible-light response

✓ Selective photocatalytic performance

Visible-Light-Driven Single-Component Microrobots



- ✓ Metal-free structure
- ✓ Low cost
- ✓ Biocompatible



- ✓ No toxic
- ✓ Resistant to chemical corrosion

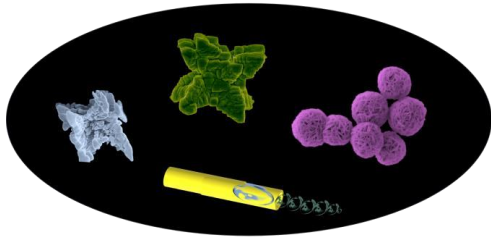


- ✓ Low cost
- ✓ High photoactivity

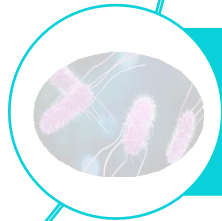
Interactions with different water contaminants



Heavy metals



Chemicals



Microorganisms

Encuesta Para La Audiencia

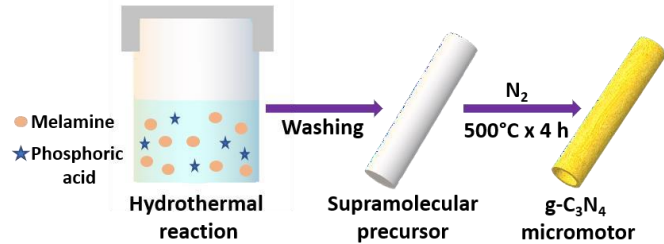
RESPONDER A LA PREGUNTA HACIENDO
CLICK EN BREVE EN LA PANTALLA AZUL



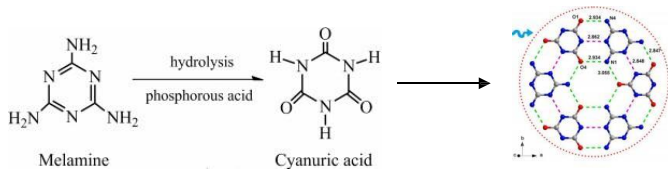
¿Un microrobot es cuantas veces más pequeño que un cabello humano?

- 1000
- 100
- 10
- 1

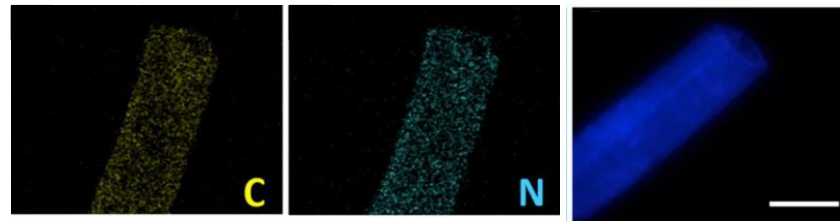
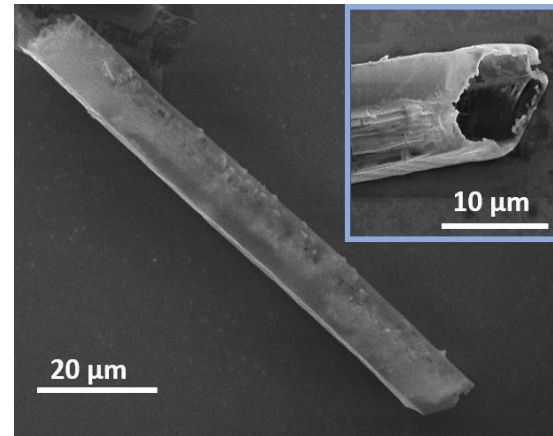
C₃N₄-based Tubular microrobots

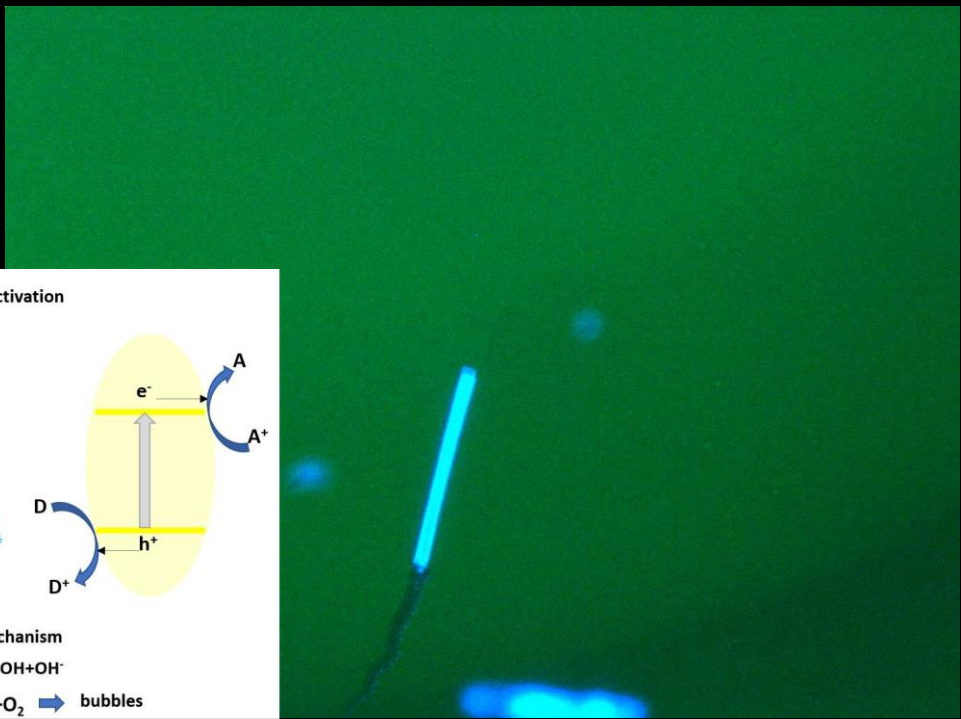


K. Villa, *et al.* ACS Nano 2018,12, 12, 12482-12491.

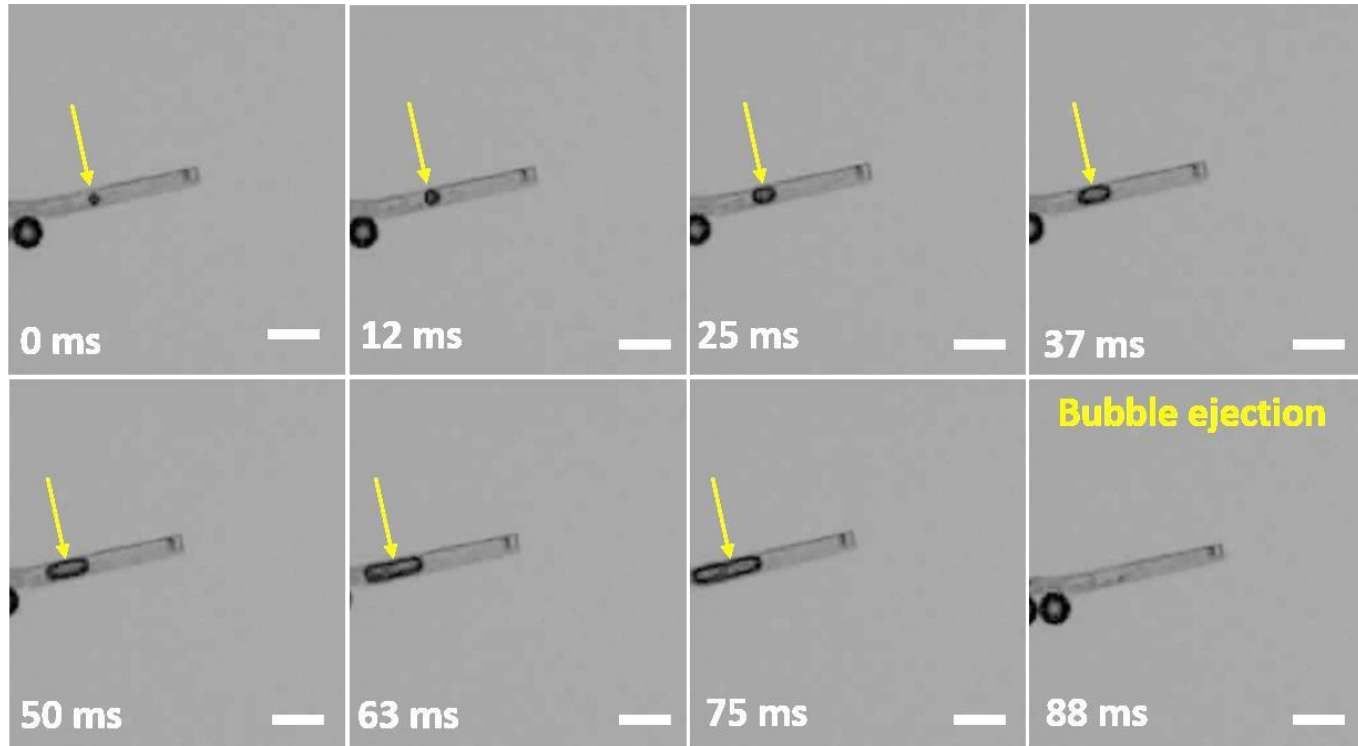


Angew. Chem. Int. Ed. 2016,55,1830–1834

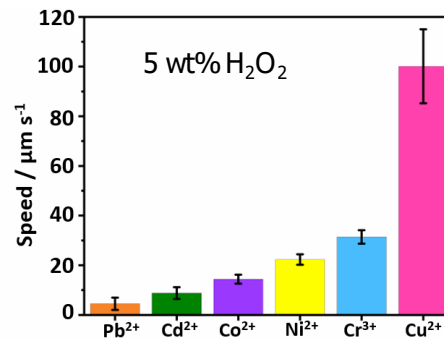
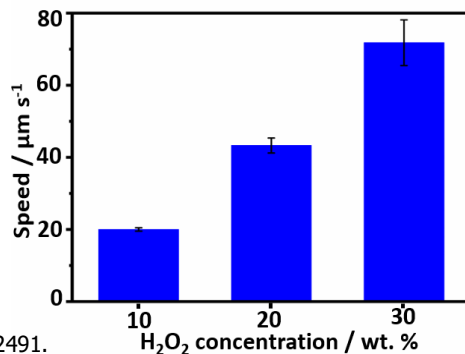
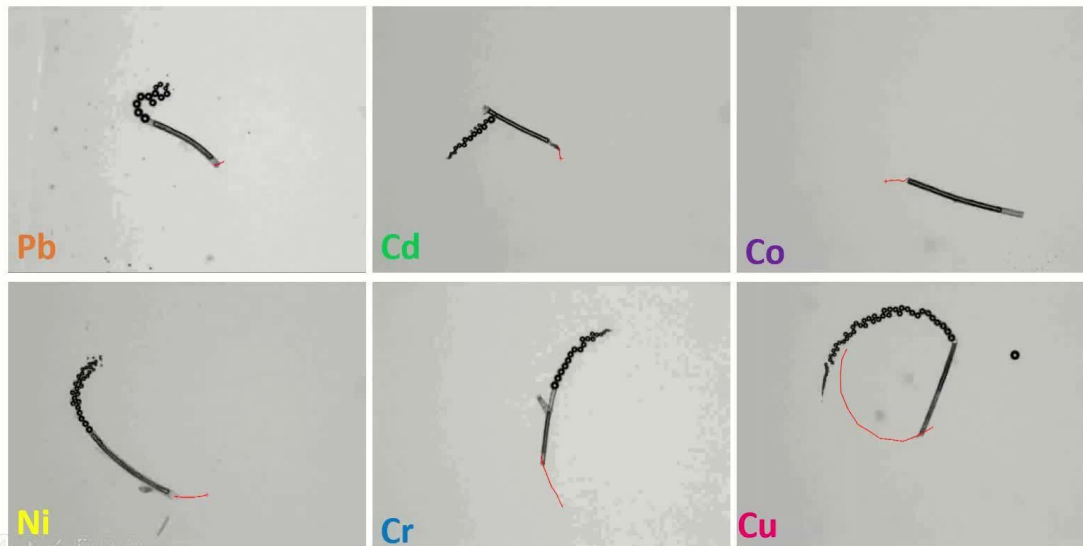




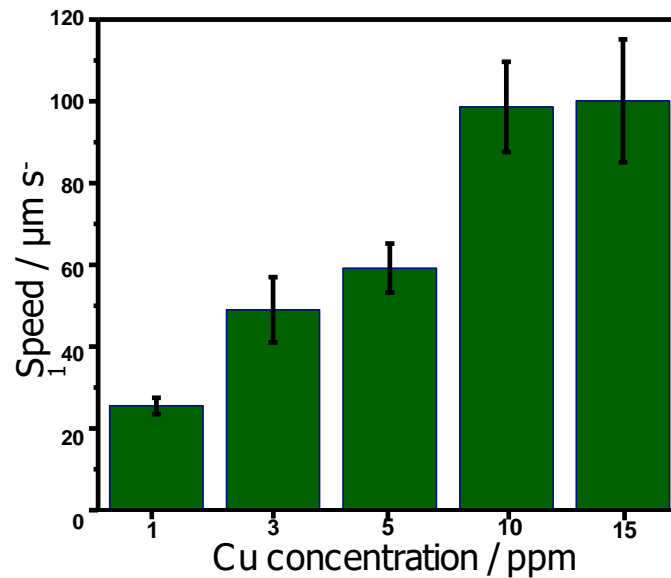
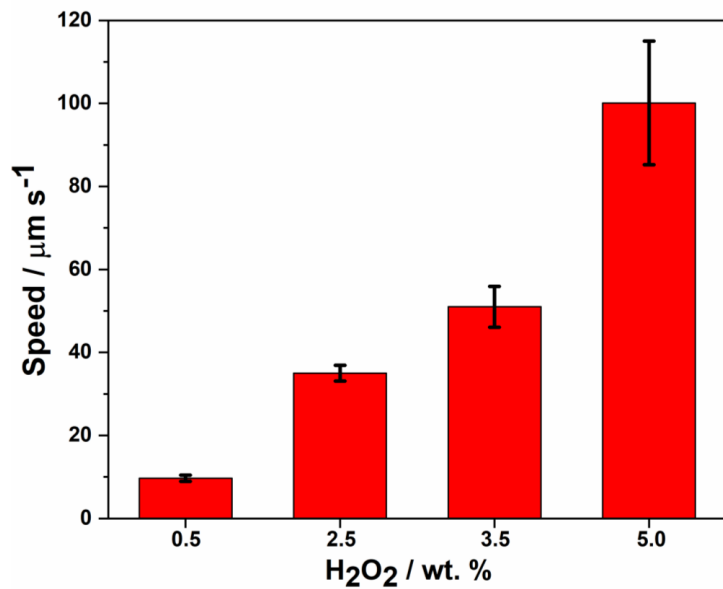
Bubble formation rates under light irradiation



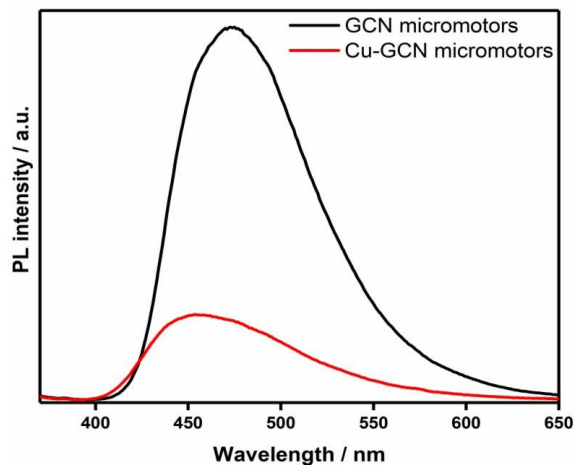
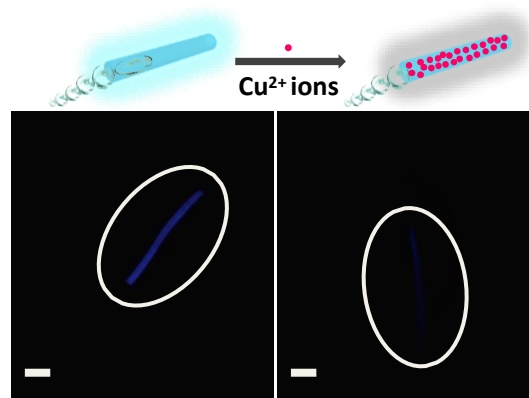
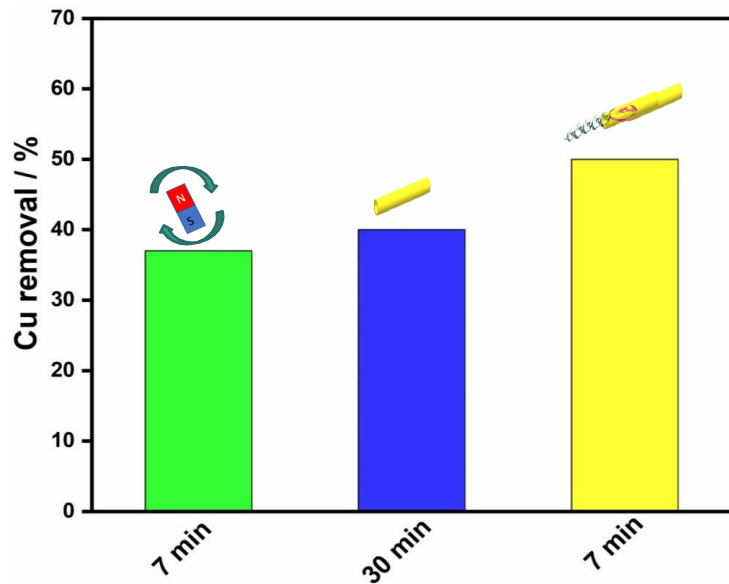
Motion in the presence of different heavy metals



Speed vs. Cu concentration



Removal of heavy metals



Dual active catalysts in one microrobot

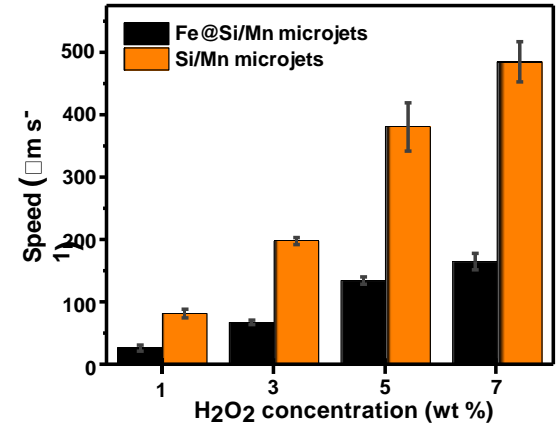
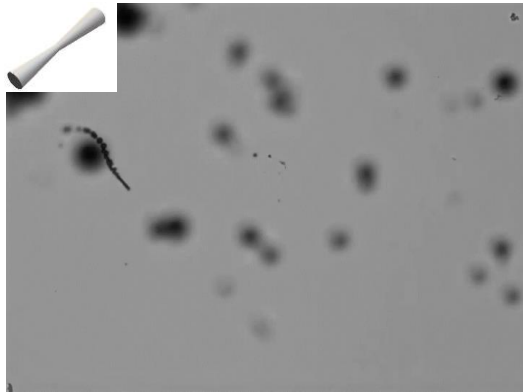
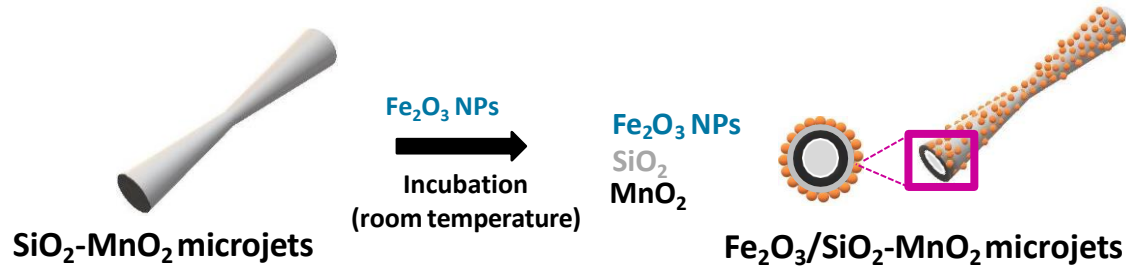


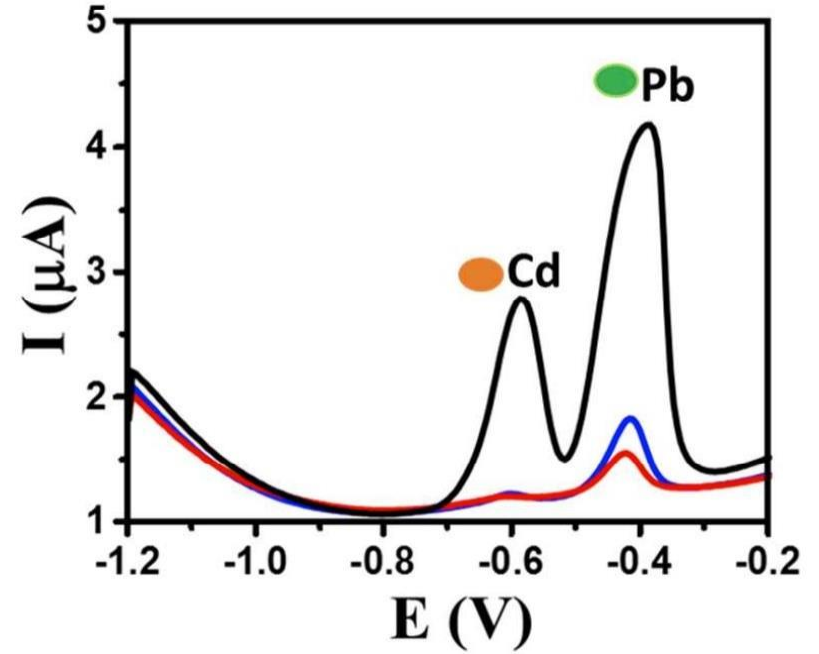
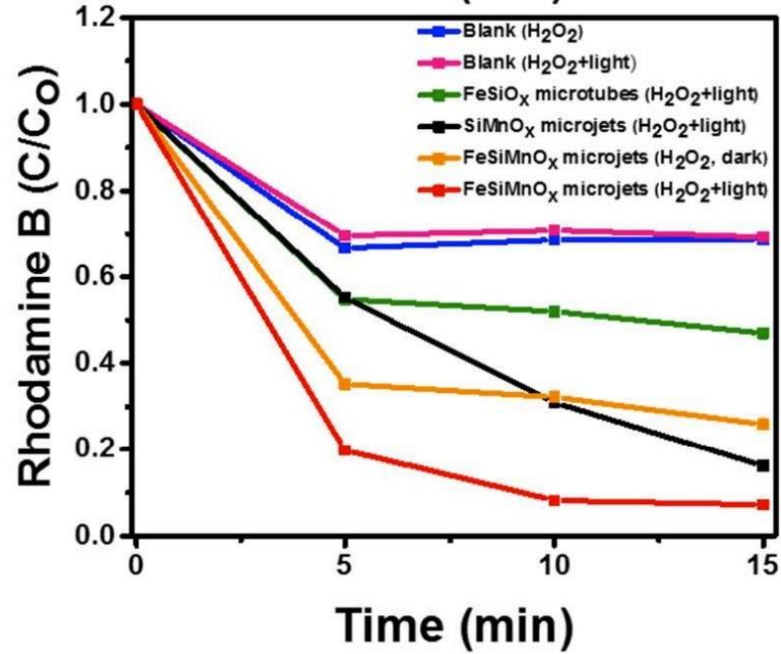
Table 1. Speed Comparison of Different Micromotors Propelled by Nonmetallic Catalysts

materials in micromotors	shape	(H ₂ O ₂) (wt %)	speed ($\mu\text{m s}^{-1}$)	approximate body length per s	ref
PEDOT/MnO ₂	tube	5	200 \pm 80	16	35
fullerene-MnO ₂	tube	5	39 \pm 5		49
MnO ₂	amorphous	12	\sim 50	10	50
graphene/MnO ₂	tube	5	210.4 \pm 80.4	21	51
PEDOT/MnO ₂	tube	6	\sim 125	15.6	53
MOF/Co	amorphous	5	\sim 25	5	54
MOF/Mn	amorphous	5	\sim 12	2.4	55
Fe ₂ O ₃ /SiO ₂ /MnO ₂	tube	5	380.8 \pm 38.7	22.4	this study

Control over their motion direction



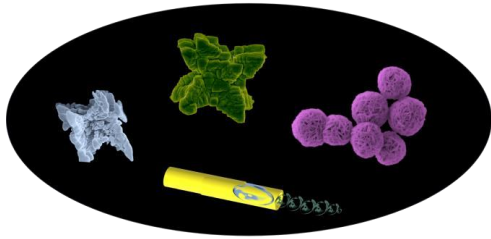
Multiple pollutant removal



Interactions with different water contaminants



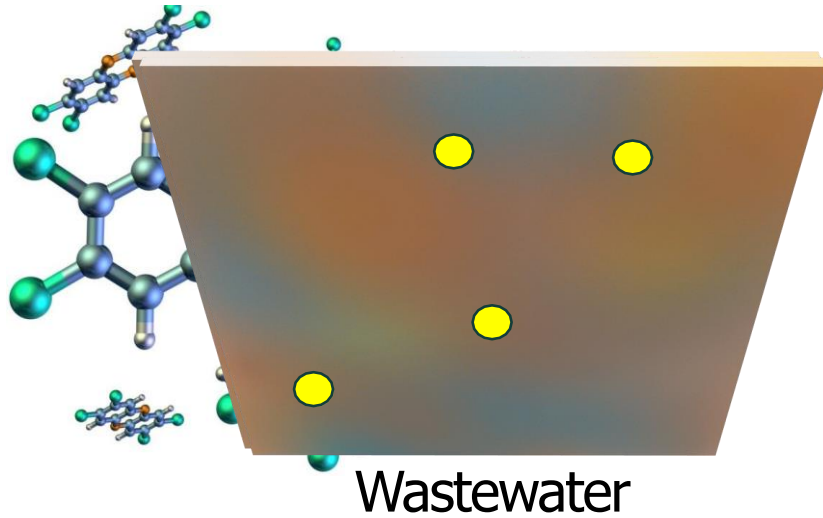
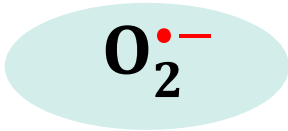
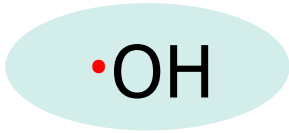
Heavy metals



Chemicals

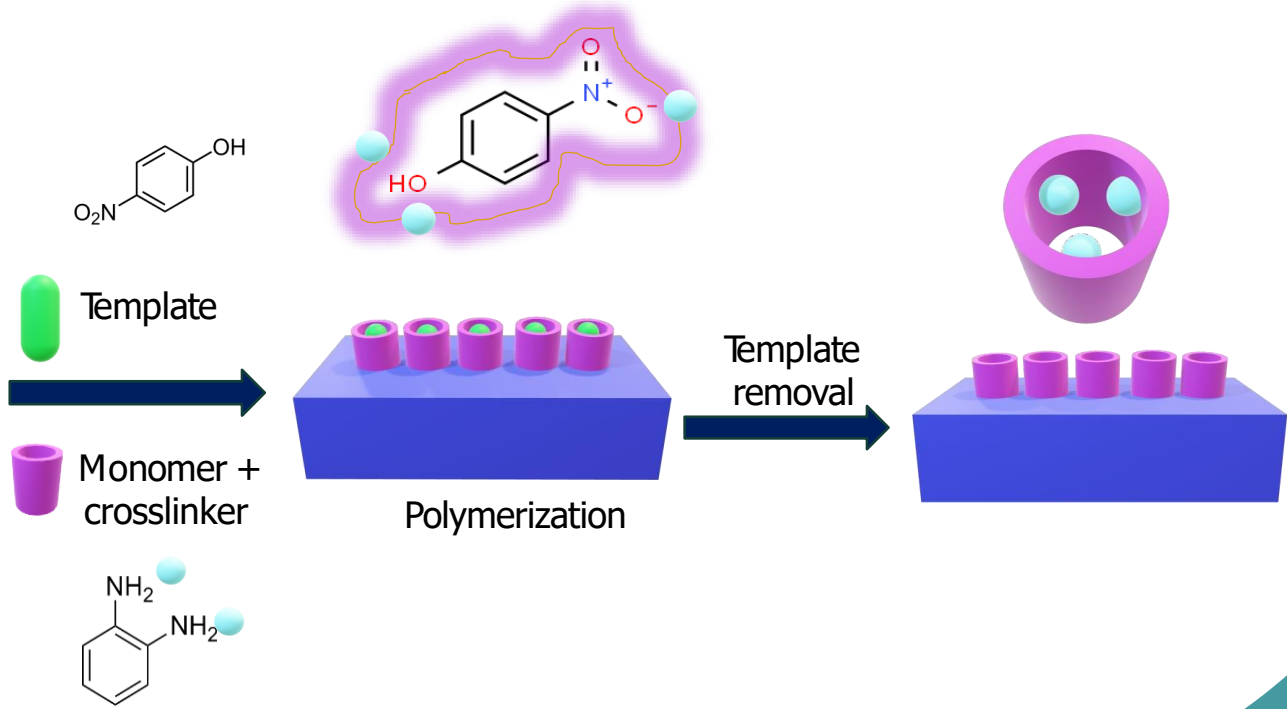
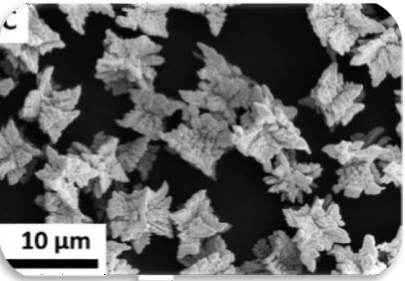


Microorganisms

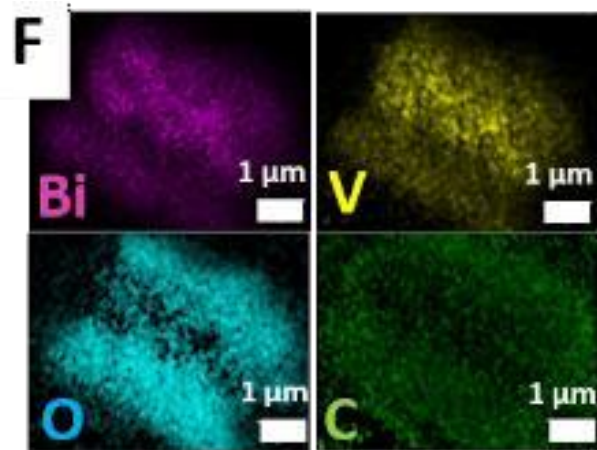
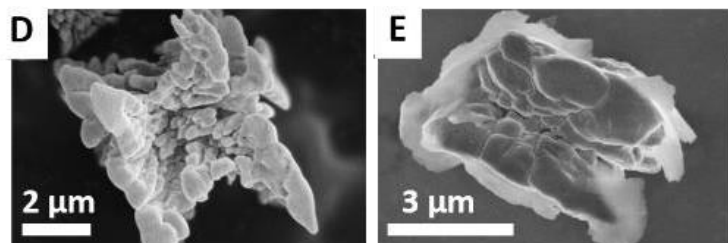


ROS are non-selective due to their high oxidative character

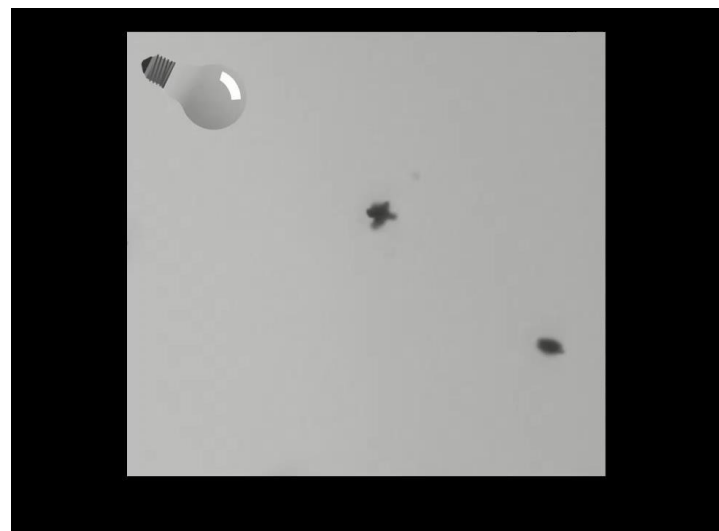
Molecular Imprinted BiVO₄ Microrobots

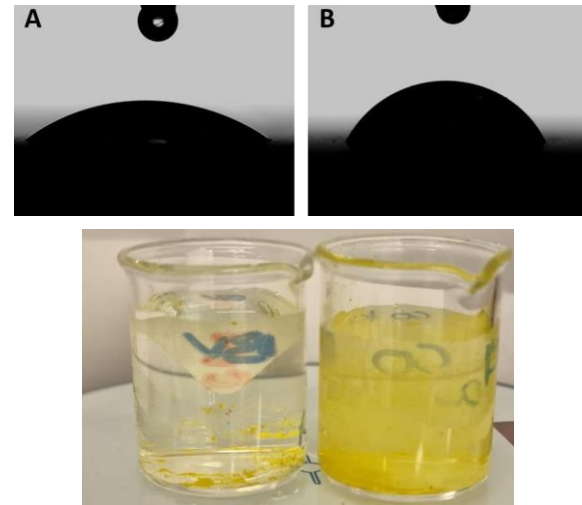
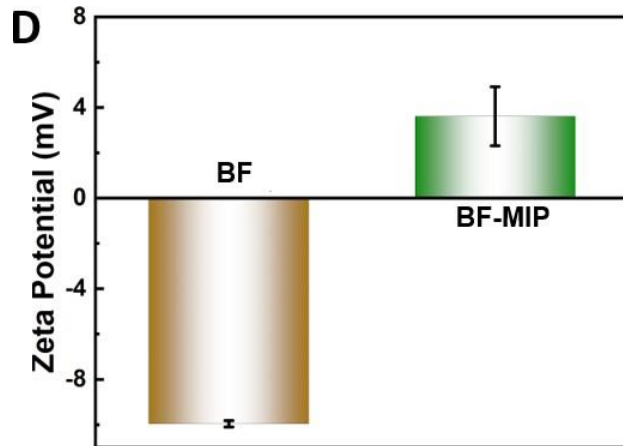
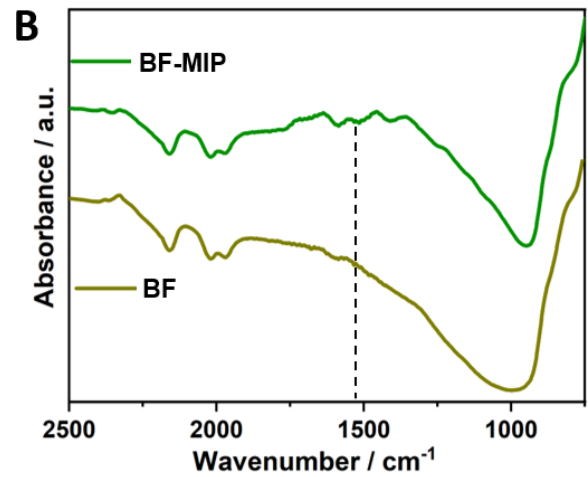


Yuan, et al., K. Villa, Small 2023, 19, 2207303.

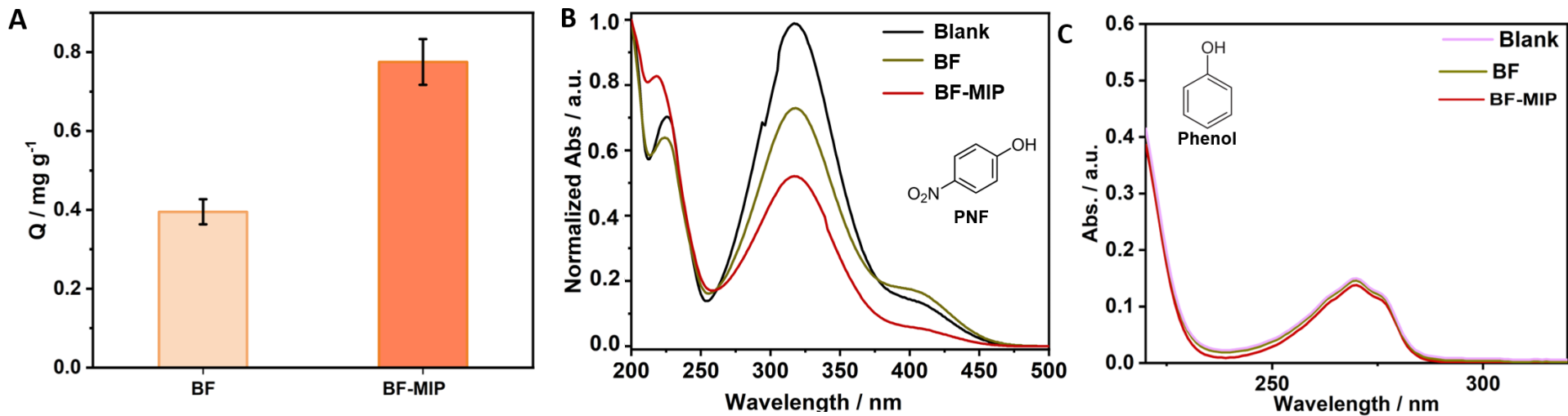


Sample	N (%)	C (%)
BF microswimmers	0.0	0.12
BF-MIP microswimmers	0.12	0.36

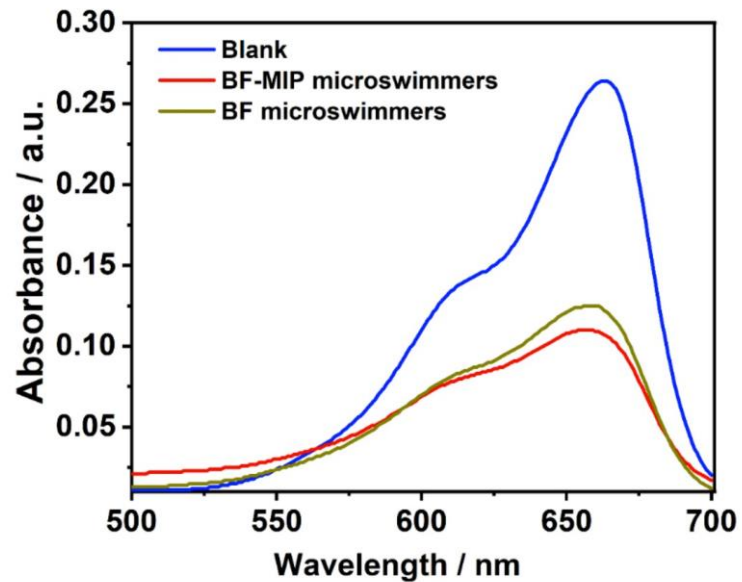
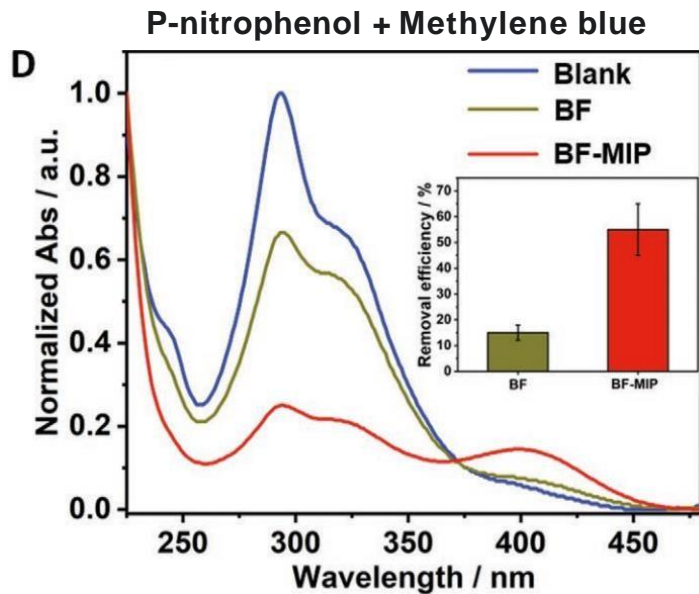




Enhanced pollutant adsorption and removal



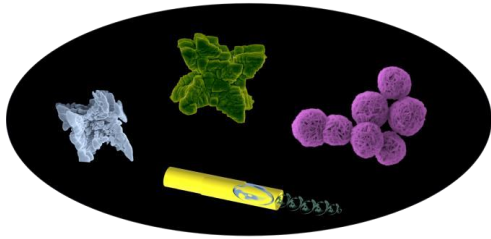
Selective pollutant degradation



Interactions with different water contaminants



Heavy metals

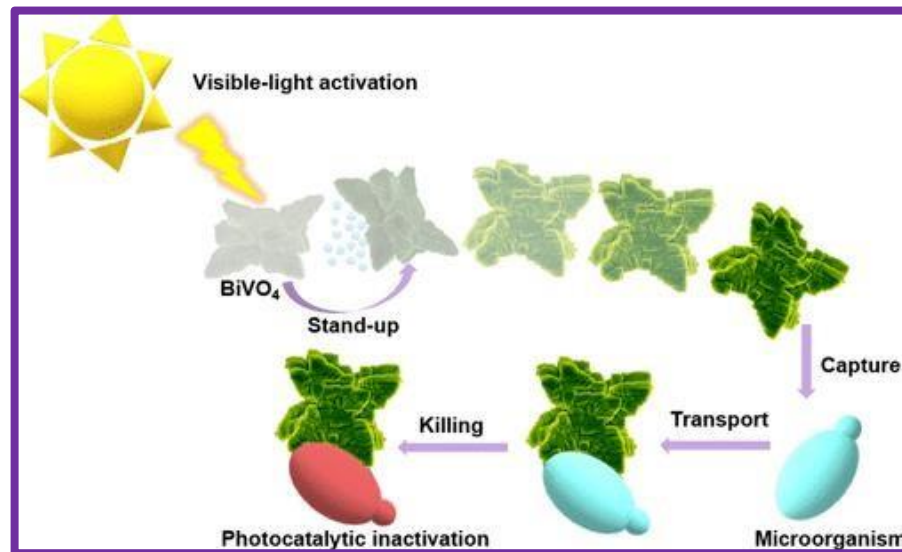
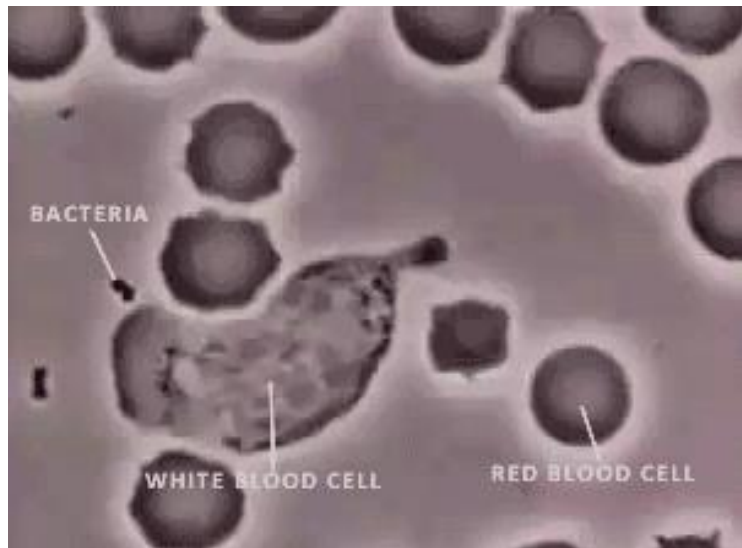


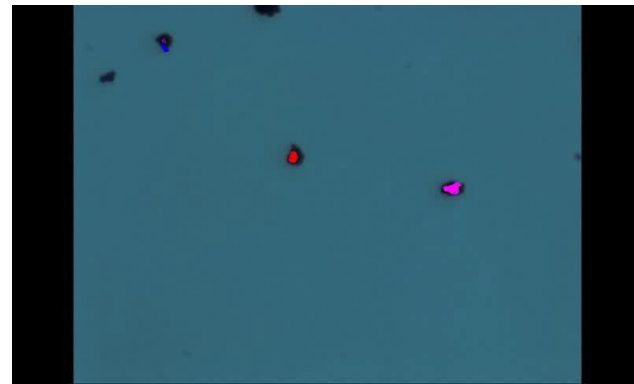
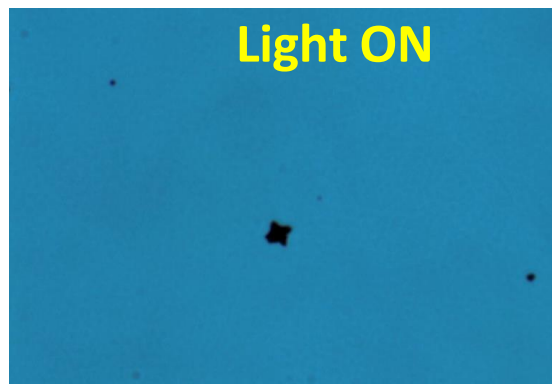
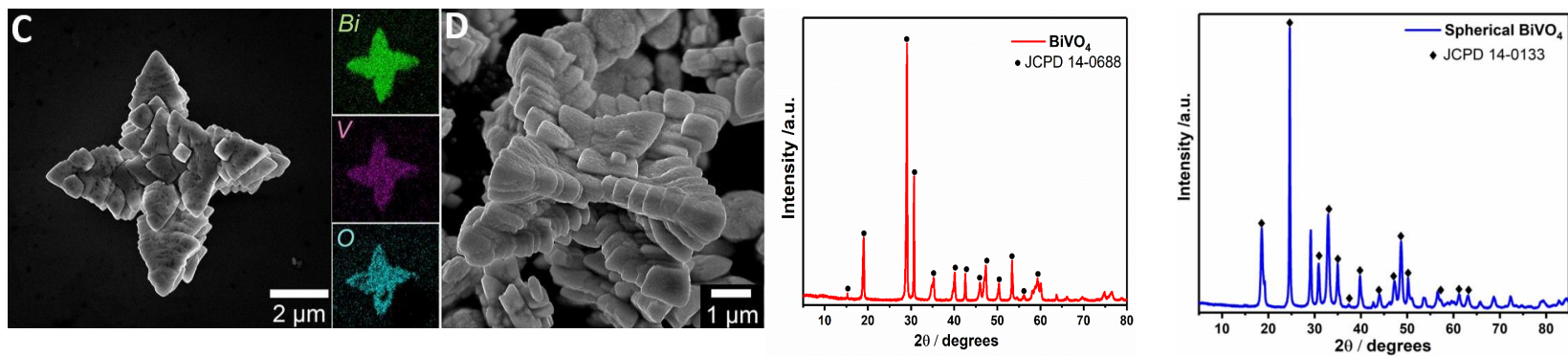
Chemicals



Microorganisms

Microrobots that capture and kill microbes





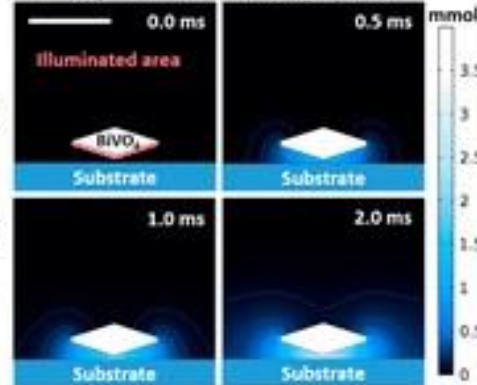
Crystalline phases are important for motion

Understanding their motion behaviors

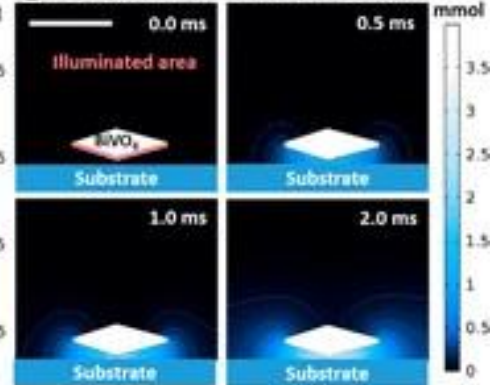
A Single-four-pointed star



B Symmetrical cross-section



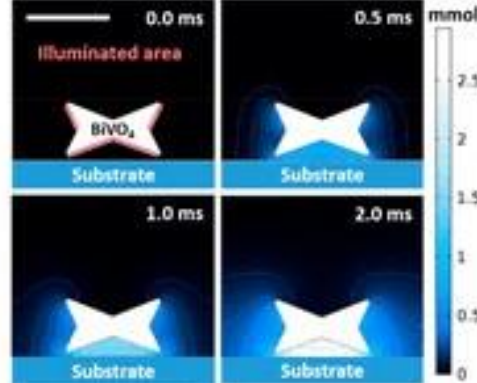
C Asymmetrical cross-section



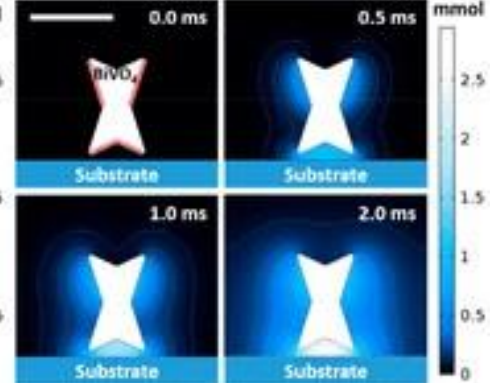
D Twin-four-pointed star



E Horizontal position



F Vertical position ("stand-up")



Cargo transportation by BiVO_4 microswimmers

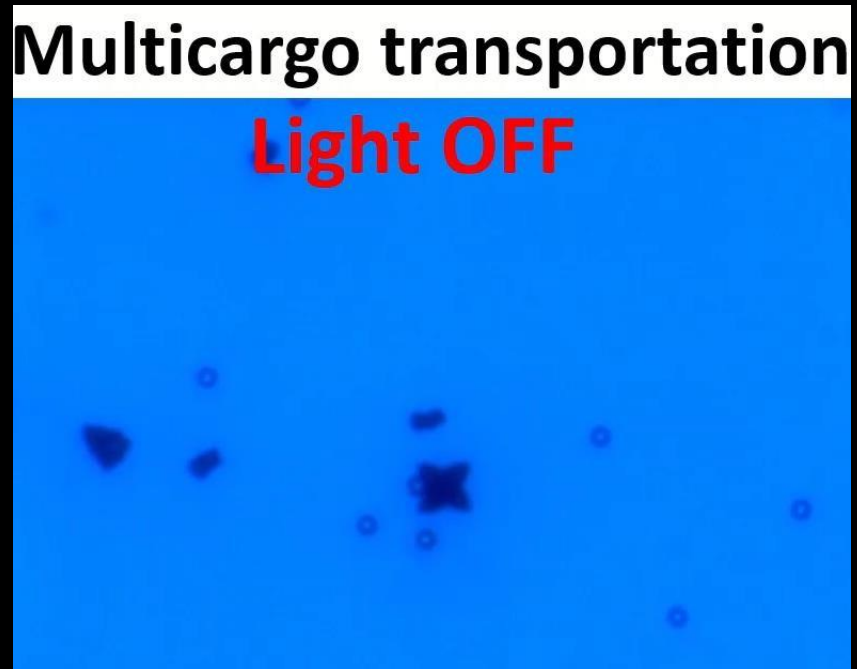
Capture/release

Light ON



Multicargo transportation

Light OFF



Interaction of microswimmers and microorganisms

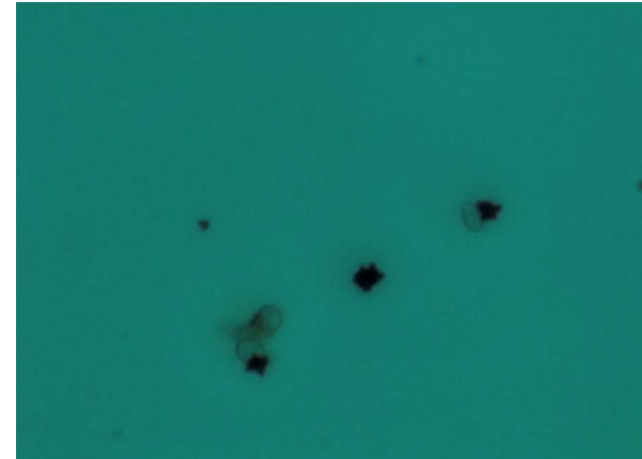
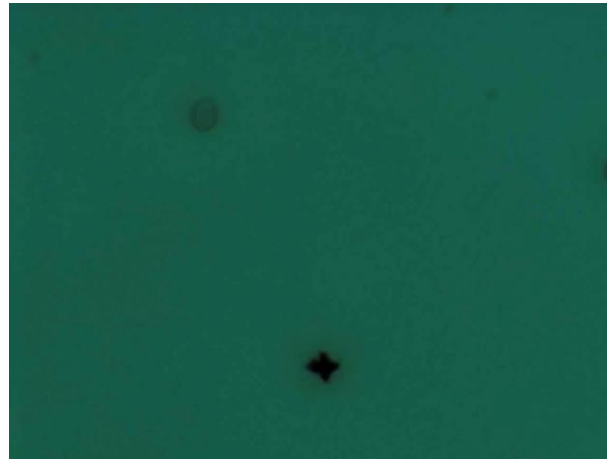
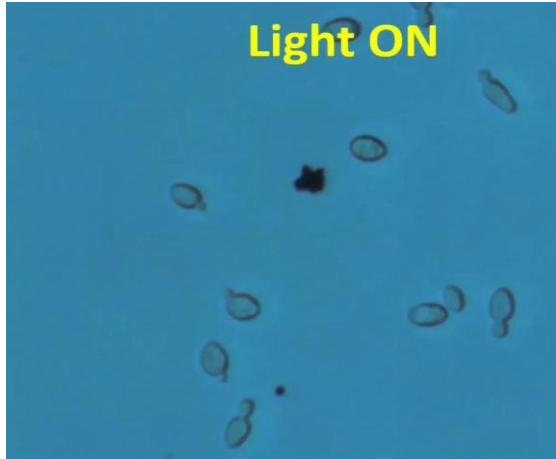


BiVO_4

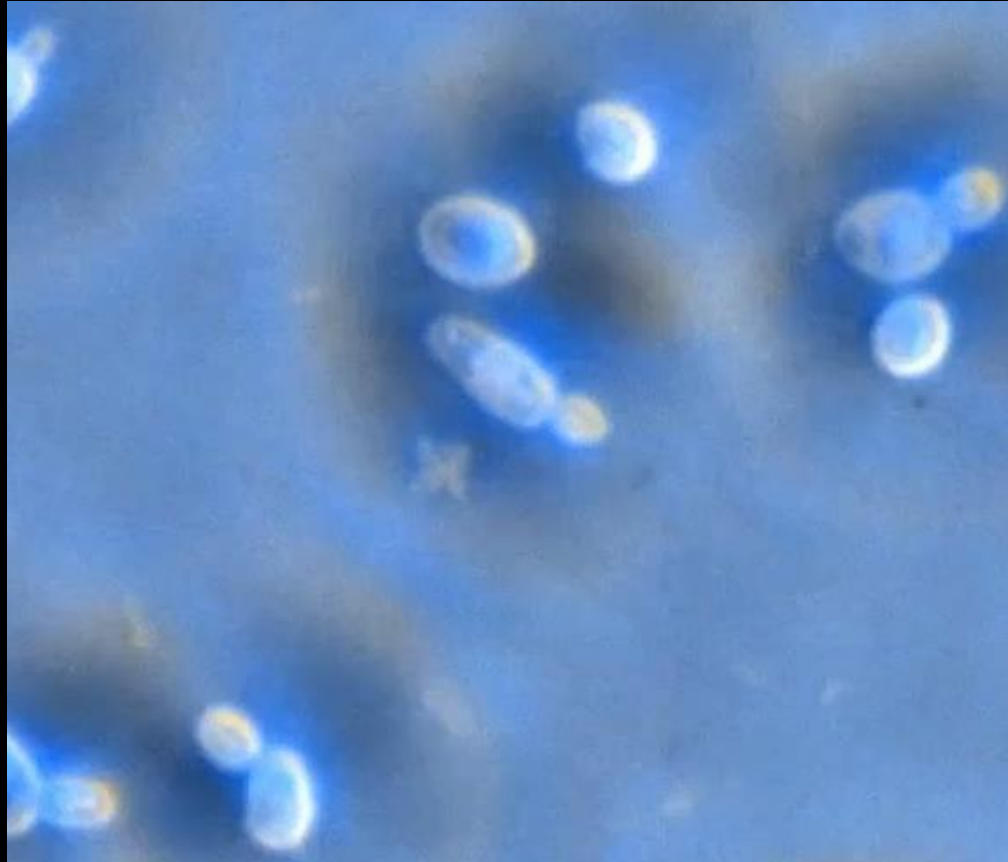


Yeast cells

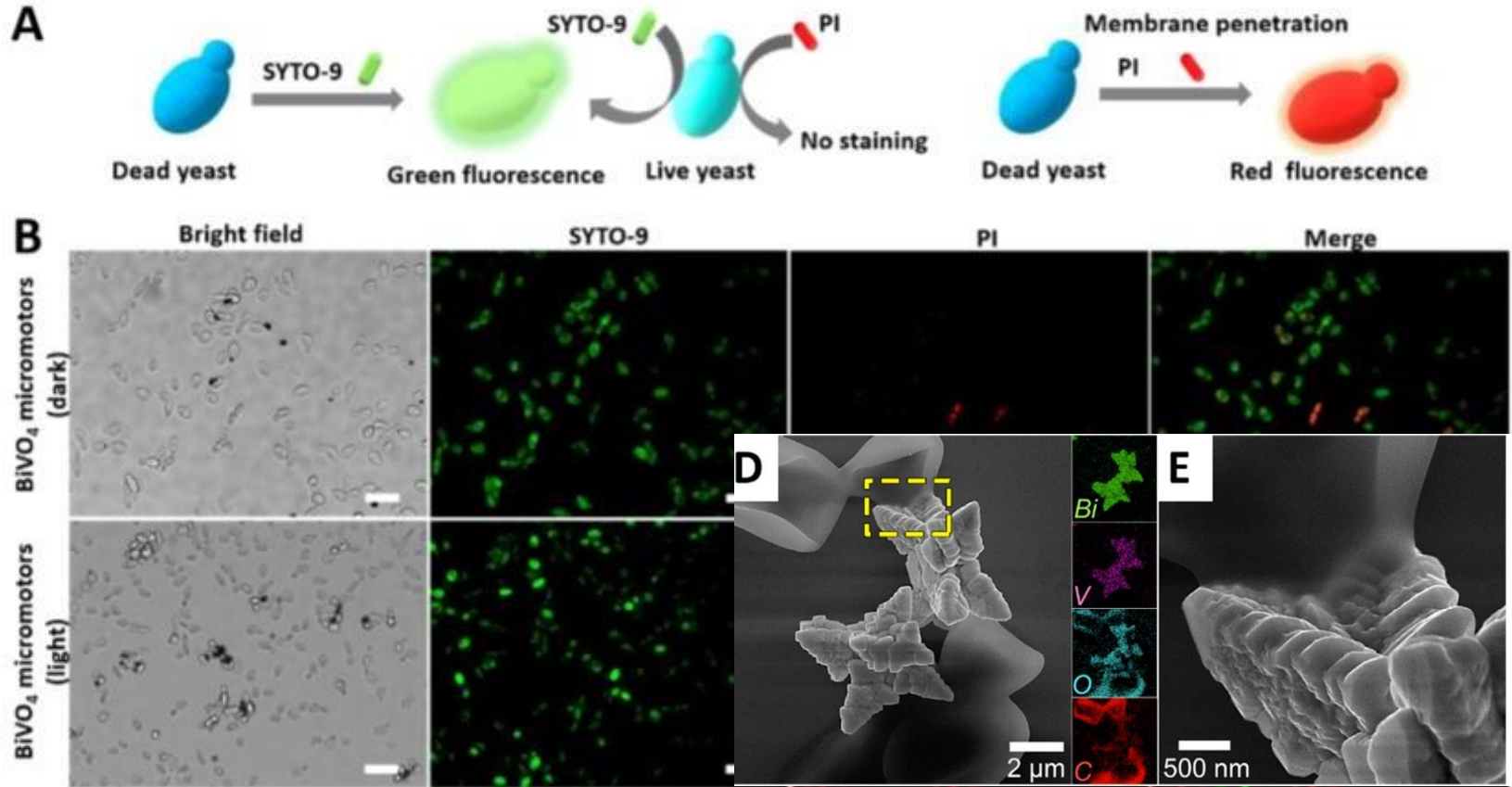
Light ON



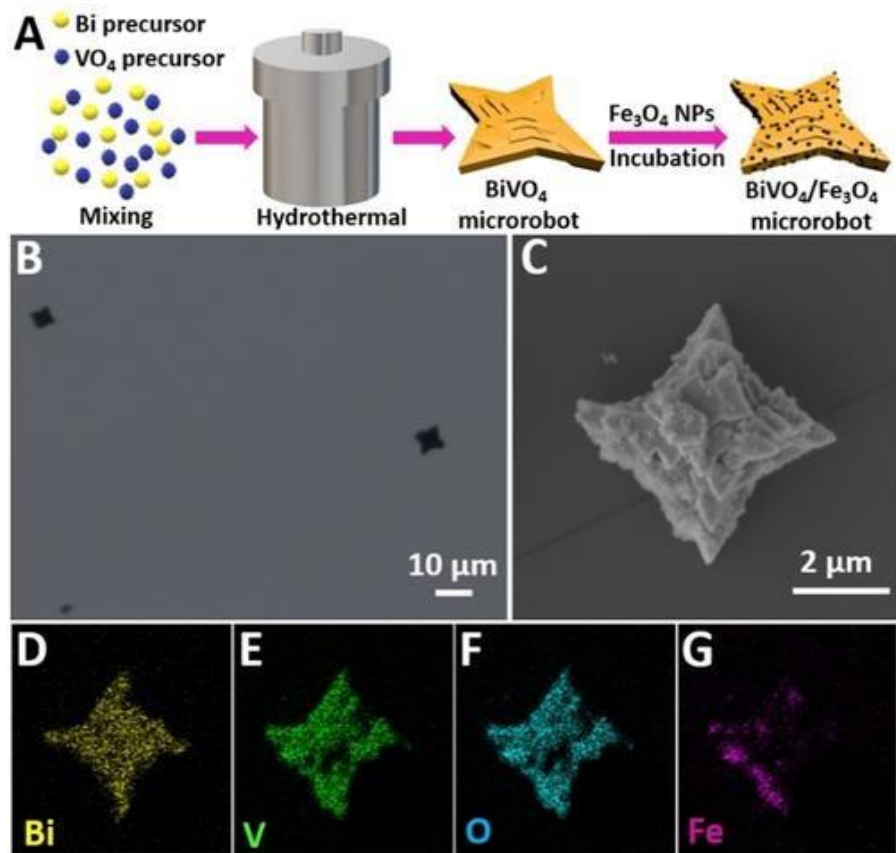
Capture of yeast cells in the presence of *E. Coli*



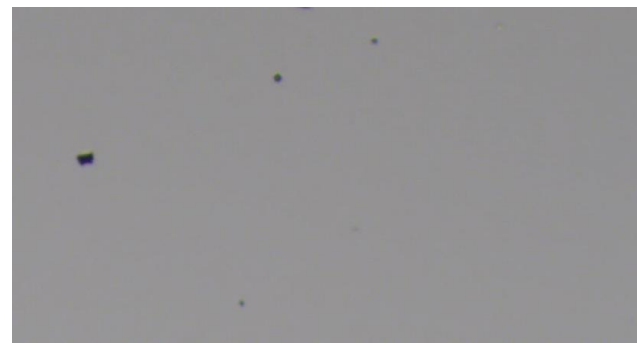
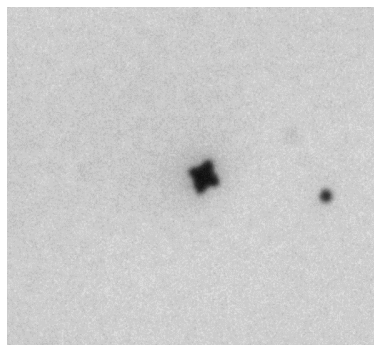
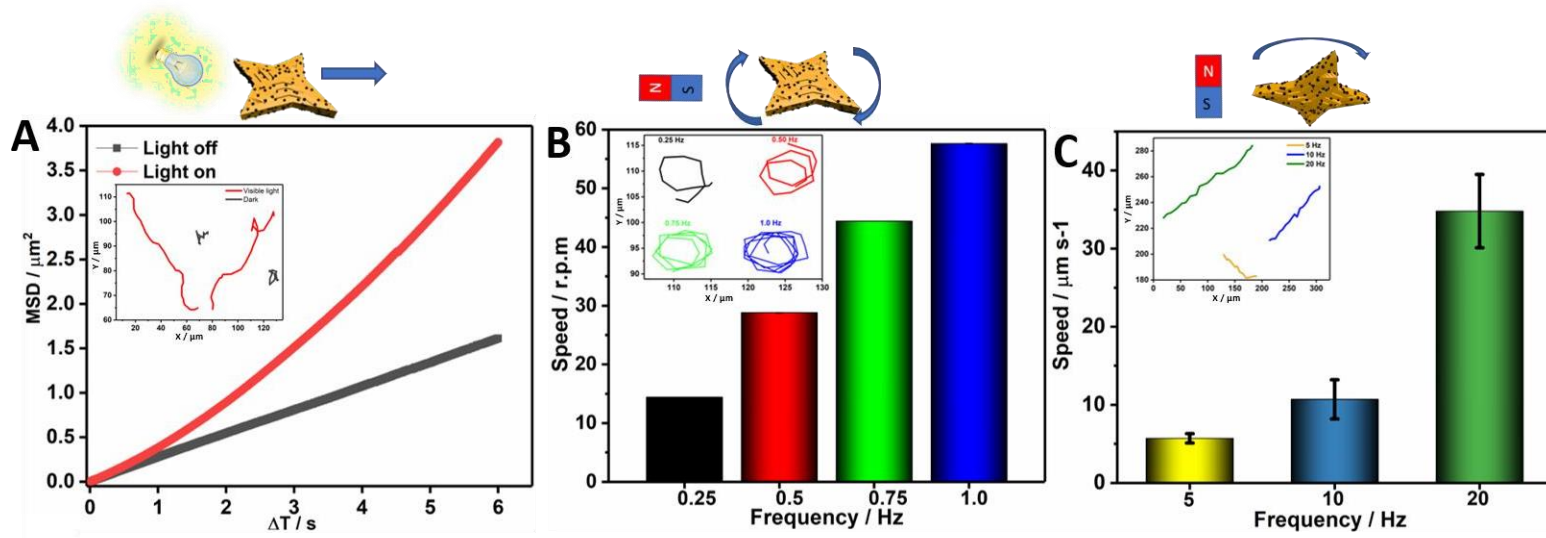
Deactivation of pathogens by BiVO₄-based micromotors



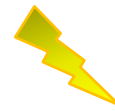
Hybrid photocatalytic/magnetic BiVO_4 microrobots



Multiple engines in one microswimmer



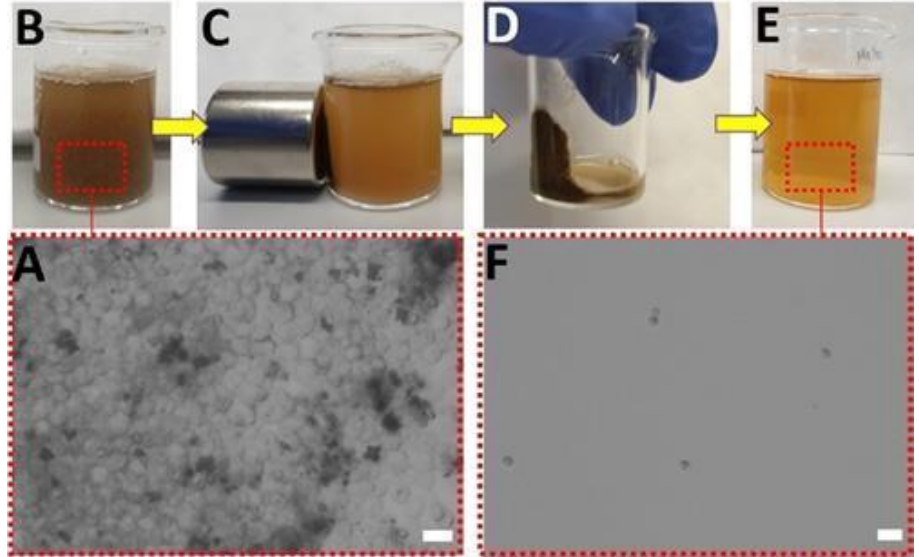
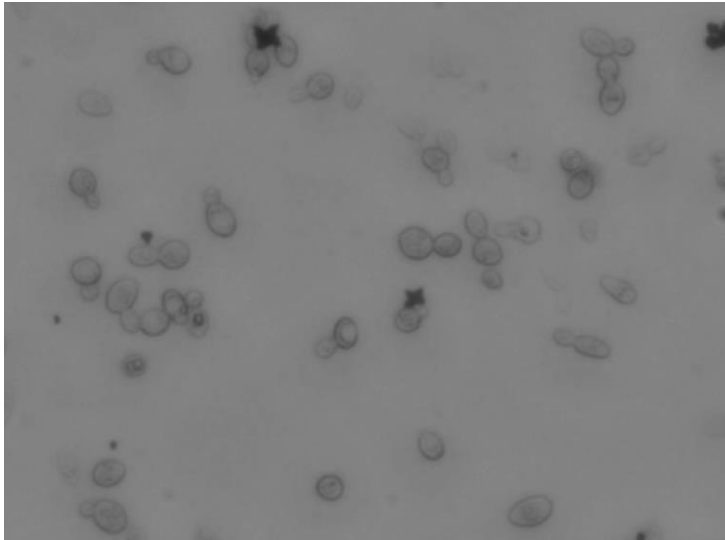
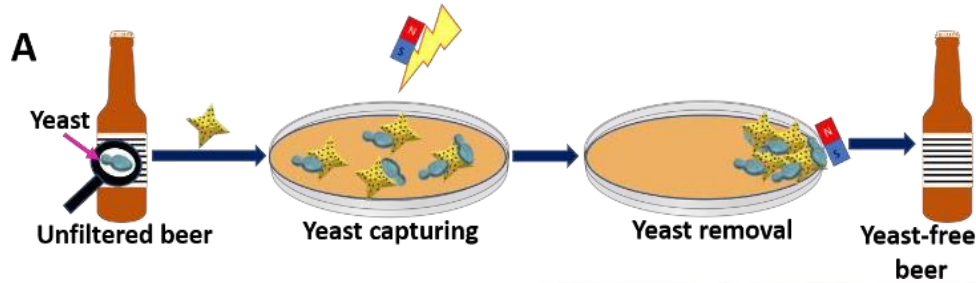
Motion under triple stimuli



Rotating magnetic field + Light ON

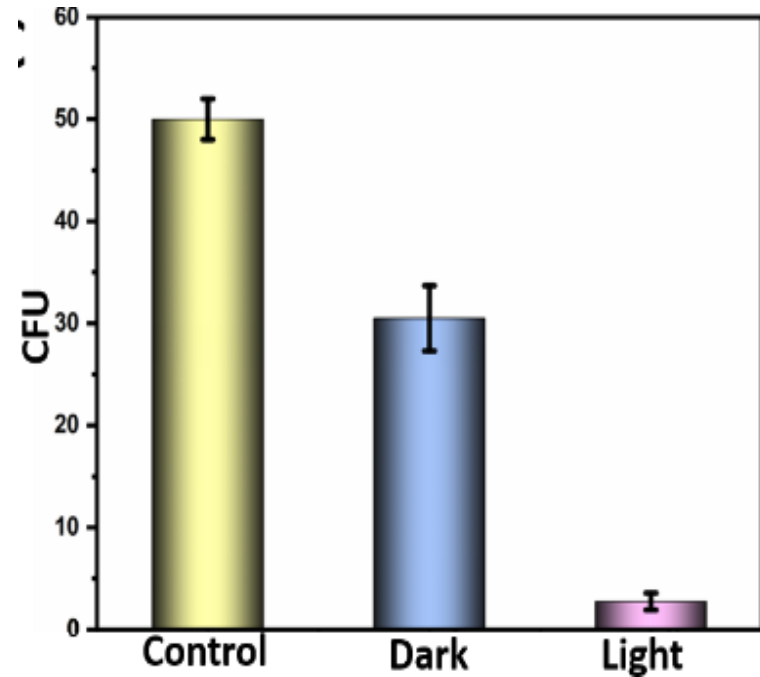


Microrobots for Preventing Microbial Contamination

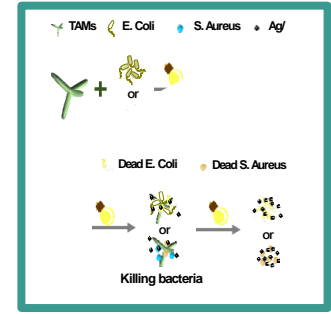
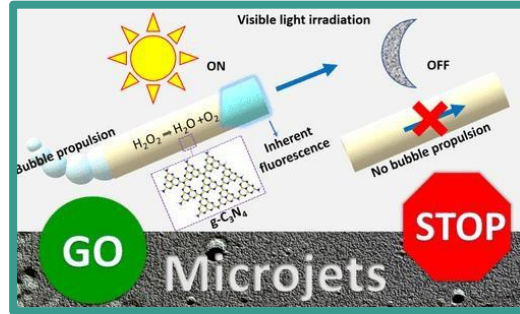
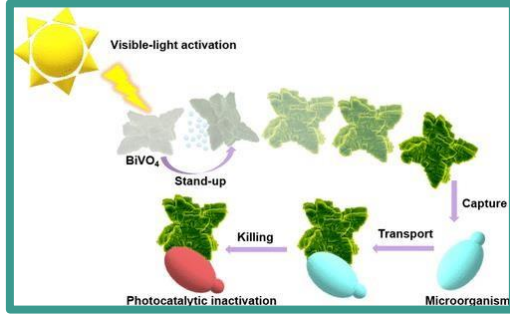


Prevention of Microbial Contamination in Beer

Beer Alcohol content (%)	pH	Color
No microswimmers 2.9	4.9	8.4
Micro swimmers 3.1	4.9	8.3



Conclusions



- ✓ Photocatalytic microrobots are very versatile devices for environmental remediation and food safety.
- ✓ Surface and material engineering are key approaches for enhancing the performance of photocatalytic microrobots.
- ✓ Visible-light responsive microrobots prepared by upscalable methods can play a key role on the improvement of current wastewater systems.

Acknowledgements




European Research Council
Established by the European Commission

GA 101076680
"PhotoSwim"



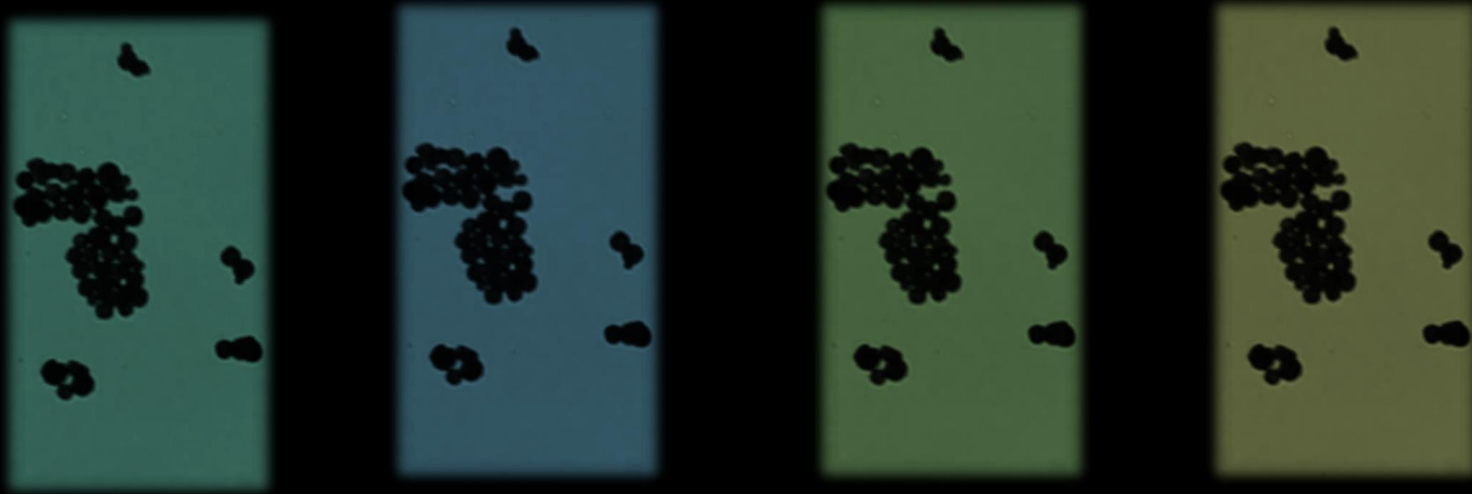
BBVA
Foundation

 "la Caixa" Foundation

Collaborators:
Dr. Salvio Suarez, Prof. Daniel Ruiz

 **ICN2**  EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA
Institut Català
de Nanociència
i Nanotecnologia

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION



Please contact me at:



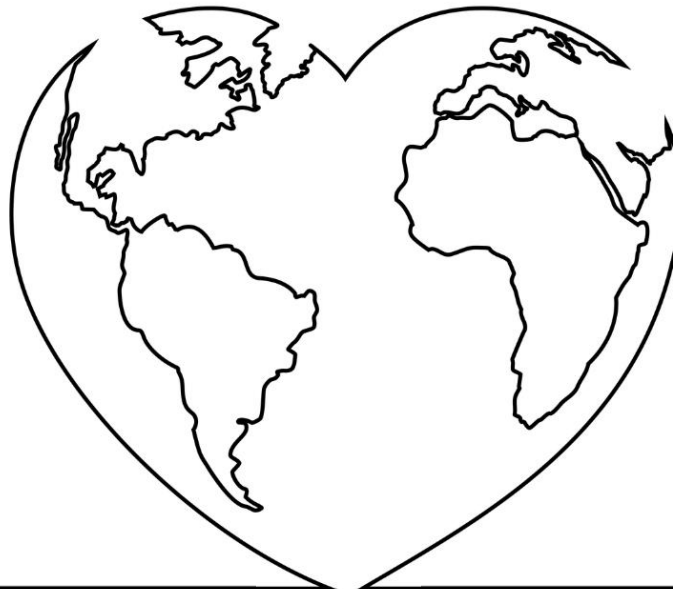
kvilla@iciq.es





Por el **amor a la química** venimos de todos partes...

- ✓ Alemania
- ✓ Argentina
- ✓ Austria
- ✓ Brasil
- ✓ Canadá
- ✓ Chile
- ✓ Colombia
- ✓ Costa Rica
- ✓ Country
- ✓ Ecuador
- ✓ España
- ✓ Estados Unidos
- ✓ Francia
- ✓ Grecia
- ✓ India
- ✓ Iraq
- ✓ Italia
- ✓ México
- ✓ Pakistán
- ✓ Palestina
- ✓ Panamá
- ✓ Paraguay
- ✓ Perú
- ✓ Puerto Rico
- ✓ Reino Unido
- ✓ Suiza
- ✓ Venezuela



Hoy tenemos representantes de **27 países**



CAS[®]

A DIVISION OF THE
AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Mantente actualizado sobre la industria de la química
y sus ciencias afines en la región

Suscríbete al Newsletter de CAS Hispanoamérica

Para darte de alta, puedes enviarnos un correo electrónico a
acsihispanoamerica@acs-i.org

¡Hasta pronto!
www.cas.org

acsihispanoamerica@acs-i.org



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



Sociedad Química de México



Sociedad Química de México, A.C.
"La química nos une"

Desde sus comienzos de la Sociedad Química de México, se buscaba un emblema sencillo, no demostrar partidismo alguno y significar al gremio, debería representar un símbolo no sólo para los químicos, sino también para ingenieros, farmacéuticos, metalurgistas, en fin que englobe e identifique por igual a los científicos en todas sus áreas de la ciencia química.



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



Medicamentos en el Medio Ambiente: Desafíos y Soluciones a través de la Ecofarmacovigilancia



¿Cuáles son los desafíos ambientales provocados por la presencia de medicamentos en nuestros ecosistemas y cual es su impacto en la biodiversidad?

Regístrese Gratuitamente

Durante el webinar gratuito el Dr. Leobardo Manuel Gómez Oliván de la Universidad Autónoma del Estado de México explorará como la ecofarmacovigilancia se presenta como una herramienta esencial para la identificación y mitigación de riesgos, promoviendo la sostenibilidad en la evaluación de medicamentos.

Regístrese para aprender sobre las soluciones colaborativas que involucran a la industria farmacéutica, reguladores y a la comunidad científica para garantizar un futuro más limpio y seguro para nuestro entorno.

Lo Que El Público Aprenderá

- Los impactos ambientales de los medicamentos
- Como la ecofarmacovigilancia detecta y aborda estos desafíos
- Las soluciones colaborativas para preservar el medio ambiente

Ponente y Moderadora



Dr. Leobardo Manuel Gómez Oliván
Laboratorio de Toxicología Ambiental,
Facultad de Química, Universidad Autónoma
del Estado de México



Dra. Mariana Ortiz Reynoso
Directora para la Internacionalización de la
Investigación y de los Estudios Avanzados,
Universidad Autónoma del Estado de México

El webinar número 56 patrocinado en español por ACS y SQM

<https://www.acs.org/acs-webinars/library/ecofarmacovigilancia.html>