

Nanociencias y nanotecnologías en OpenAlex con Python

Reporte Técnico

Grupo de trabajo: Eduardo Robles Belmont, Sergio Cabello y José López

Actualización: septiembre 2024

Introducción

En este documento se establecen las tareas para minar OpenAlex con Python sobre el caso de las nanociencias y nanotecnologías en América Latina y el Caribe. El objetivo es tener como resultado las bases de datos de este campo emergente para los países de la región. Estas bases de datos serán el insumo de otras tareas que consisten en el tratamiento de los datos, la visualización y el análisis. En la Figura 1 se muestra el proceso propuesto para la consulta, tratamiento y visualización de datos de OpenAlex con Python.

Además de las bases de datos, el otro producto entregable es el código para la minería de datos, ya que se compartirá en el GitHub público y cerrado del proyecto, con el fin de que otros participantes puedan retomarlo y mejorarlo al aplicarlo a otros estudios de caso (por ejemplo, para la biotecnología, el Covid-19, etc.).

Buscamos obtener los datos básicos para mapear la emergencia y desarrollo de nuevas ciencias y tecnologías, en este caso las nanociencias y nanotecnologías. Estos datos conciernen la producción científica de los diferentes documentos científicos que OpenAlex incluye en su catálogo a partir de bases de datos abiertas, repositorios, y otros espacios digitales donde se almacenan este tipo de documentos.

En las siguientes secciones exponemos la metodología, herramientas y tipos de datos que nos interesan obtener para el mapeo de ciencias y tecnologías emergentes. La visualización y análisis de los datos serán objeto de otros documentos donde se expongan las problemáticas, conceptos teóricos, datos y herramientas empleadas.

Antes de exponer los aspectos técnicos para la consulta de OpenAlex es pertinente explicitar el interés de mapear las nanociencias y nanotecnologías. Estas nuevas ciencias y nanotecnologías engloban los estudios de la materia a la escala nanométrica, la cual es menor a los 100 nm. El interés particular para mapear el desarrollo de estas nuevas ciencias y tecnologías es porque se trata de un campo emergente y nos interesa caracterizar las dinámicas de este campo que se pueden reflejar en las publicaciones científicas.

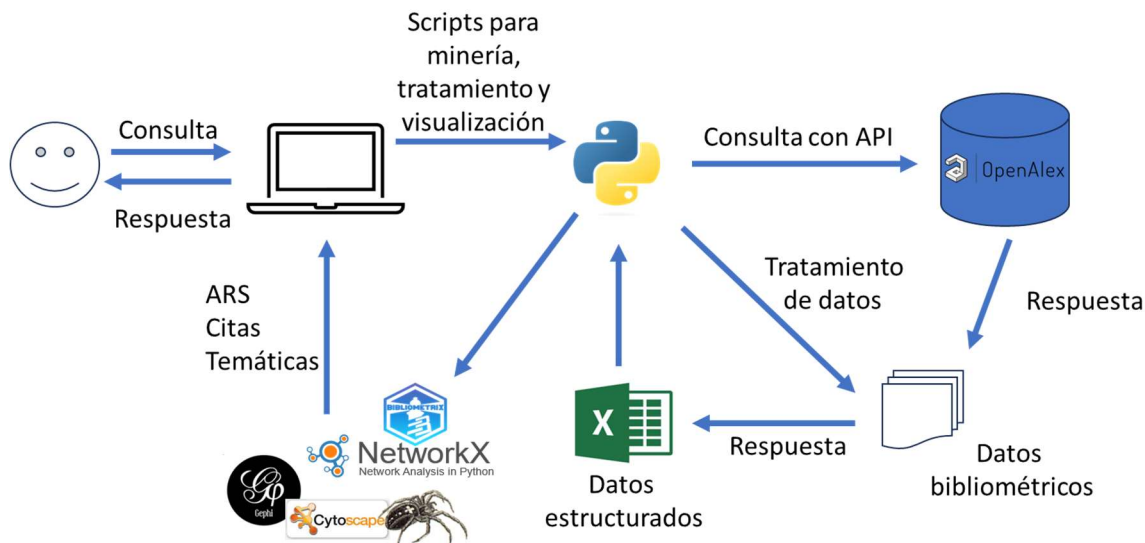


Figura 1. Proceso de consulta de OpenAlex con Python y el tratamiento y análisis de los datos.

Metodología y datos

La consulta de OpenAlex se ha realizado con Python, se trata de una serie de comandos que emplean la API de OpenAlex desde Python para consultar el catálogo de OpenAlex y descargar los datos que nos interesan. En esta etapa no centramos en la minería de OpenAlex con el fin de comparar la estructura de las bases de datos que nos permite construir OpenAlex con las otras bases de datos que podemos descargar con RStudio y desde el portal de OpenAlex, que desde enero de este año ha habilitado una herramienta para consultar el catálogo y descargar los datos en csv y txt (con la estructura de WoS).

Para identificar los documentos que conciernen a las nanociencias y nanotecnologías, la consulta se ha realizado a partir de los conceptos de OpenAlex que incluyen el prefijo “nano”, los cuales son un total de 109 conceptos y cuya lista se puede consultar en el Anexo 1 de este documento.

Para los países, lo que nos interesa es identificar las referencias para la región de América Latina y el Caribe (AL+C), ya que la discusión del proyecto se extiende con colegas de la región latinoamericana en el marco de la Red CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) que se encarga de proponer recomendaciones para la política pública en esta región. La CYTED es parte de la RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología) de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

OpenAlex cuenta con la entidad llamada Geo, la cual indica donde ha sido producido el trabajo académico. Los datos empleados para mapear los países de procedencia son los de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas y la API de OpenAlex permite acceder a partir de tres filtros: autores, instituciones y trabajos¹. Entonces, para el caso de los países de América Latina y el Caribe hemos usado la lista de la CEPAL, la cual se expone en la Tabla 1 con los códigos para la consulta. Además de los códigos de la clasificación de la ONU, OpenAlex permite hacer la consulta por continente o región. En este caso tenemos dos regiones que cubren AL+C (ver Tabla 2) y es

¹ Ver <https://docs.openalex.org/api-entities/geo/continents>

necesario agregar México (MX), ya que este último se encuentra en la categoría de América del Norte.

Tabla 1. Lista de países y códigos para América Latina y el Caribe (AL+C).

País	Clave	País	Clave
Antigua y Barbuda	AG	Haití	HT
Argentina	AR	Honduras	HN
Bahamas	BS	Jamaica	JM
Barbados	BB	México	MX
Belice	BZ	Nicaragua	NI
Brasil	BR	Panamá	PA
Chile	CL	Paraguay	PY
Colombia	CO	Perú	PE
Costa Rica	CR	República Bolivariana de Venezuela	VE
Cuba	CU	República Dominicana	DO
Dominica	DO	San Cristóbal y Nieves	KN
Ecuador	EC	San Vicente y Las Granadinas	VC
El Salvador	SV	Santa Lucía	LC
Estado Plurinacional de Bolivia	BO	Surinam	SR
Granada	GD	Trinidad y Tobago	TT
Guatemala	GT	Uruguay	UY
Guyana	GY		

Tabla 2. Región o continente para America Latina y el Caribe (AL+C).

Región o continente	wikidata_id
Central America	https://www.wikidata.org/wiki/Q27611
South America	https://www.wikidata.org/wiki/Q18

Resultados esperados

Como ya mencionamos en párrafo anteriores, los resultados esperados en este ejercicio son 1. Bases de datos estructuradas con los campos mínimos para realizar mapeos de la emergencia y desarrollo de las nanociencias y 2. El código en Python comentado para la minería de los datos en OpenAlex. Estos resultados constituyen los insumos de otras actividades y tareas en el proyecto que conciernen el tratamiento de los datos, el análisis basado en redes de colaboración científica y el mapeo de temáticas emergentes basado en el análisis de agrupamiento de datos y redes semánticas. El código comentado es pensando en la posibilidad de reproducir el trabajo en otros estudios de caso, se trata entonces de sentar bases abiertas para facilitar el uso y apropiación de las metodologías y herramientas que se desarrollen.

Emergencia y desarrollo

En lo que concierne a la base de datos esperada, los campos de información que necesitamos deben permitir el mapeo de la emergencia, es decir, identificar las primeras publicaciones y observar su

comportamiento en el tiempo. Para esto necesitamos obtener datos que nos permitan tener series de tiempo sobre las publicaciones, como son año y fecha de publicación. Cabe mencionar que es interesante obtener histogramas desde diferentes perspectivas, ya que las diversas visualizaciones que hagamos son complementarias, por ejemplo, analizar las publicaciones anuales por idioma o revistas internacionales (cuyas editoriales están fuera de México), pueden aportar elementos sobre la internacionalización de la ciencia. Otros campos de información que nos interesa son los tipos de documentos, las fuentes (revistas, congresos, repositorios, etc.), las entidades editoriales, el idioma, el nombre del autor correspondiente y su correo electrónico.

Los resultados y productos esperados de este análisis son los siguiente:

- Histograma de publicaciones de documentos (totales) + por tipo de documento (artículo, capítulo de libro, libro, proceeding papers)
- Histograma de publicaciones OpenAcces vs los demás tipos de acceso.
- Tablas de frecuencia del total de tipos de documentos
- Tablas de frecuencias (Top 10) de las revistas (nombre de revistas)
- Tabla de frecuencia de idiomas (Top 10)
- Tablas de frecuencia de las fuentes de información (repositorios: Arxiv, Pubmed)
- Tablas de frecuencia de los conceptos (Top 20)
- Caracterización de las temáticas emergente (segunda etapa)
- Análisis de citas

Para tener estos análisis es necesario contar con los campos que contengan la siguiente información:

- Id del documento para OpenAlex
- URL del archivo para OpenAlex
- URL de la fuente del documento
- Año de publicación
- Tipo de documento (artículo, capítulo de libro, disertación, libro, etc.)
- Tipo de acceso: Open Acces, Híbrido, etc.
- Costo de los APC (este dato se encontraba en uno de los ejemplos que ya han descargado y se trata del costo de publicación en acceso abierto que han pagado los investigadores para la publicación de los artículos)
- Nombre de las revistas o publicaciones, así como de las conferencias para el caso de los proceeding papers
- Idioma o lengua de los documentos (inglés, español, francés, etc.)
- Nombre o títulos de las fuentes de información: PubMed, Crossref, Arxiv, etc
- Nombre de las editoriales: Elsevier, Springer, MIT, etc.
- Lista de los conceptos de OpenAlex para cada documento (todos los conceptos en los cuales los documentos han sido catalogados)
- Título, abstract y palabras clave de los documentos
- Conteo de citas de cada documento y lista de documentos citados, es decir, cuantas veces ha sido citado el documento y cuáles son los documentos que se citan
- Fuente de financiamiento
- Información sobre los agradecimientos
- Lista de los ODS (objetivos para alcanzar el desarrollo sustentable)

Dimensión espacial: Redes de colaboración y distribución geográfica

La dimensión espacial en los indicadores de ciencia y tecnología es un elemento central en los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, que ya exploramos en un proyecto previo y es parte de los antecedentes de este proyecto. Partimos de la premisa que la producción del conocimiento es situada y el contexto donde es socialmente construido es central para entender las dinámicas sociotécnicas que están detrás de esta producción. Las bases de datos bibliométricos cuentan con información útil para geo-referenciar los documentos y recuperar elementos geográficos que nos permiten mapear la dimensión espacial de la ciencia y la tecnología. Una de las entidades de los documentos del catálogo de OpenAlex es la Geográfica (Geo), la cual se basa en la afiliación de las instituciones de los autores de los documentos. Esta información nos ayuda para identificar el lugar de producción del conocimiento y obtener los insumos para mapear las redes de colaboración (a partir de las coautorías).

Tenemos entonces dos tipos de mapeos interesantes: 1. las redes de colaboración y 2. la distribución espacial de las capacidades científicas y tecnológicas. Para realizar ambos tipos de mapeo la información básica que podemos extraer de las referencias bibliométricas se encuentra en el campo sobre las adscripciones de los autores. En el sistema WoS es el campo C1 el cual se presenta de la siguiente manera: [Li, Xiang; Dai, Huixin; Yang, Xinlong] Kunming Univ Sci & Technol, Fac Land Resource Engn, Kunming 650093, Peoples R China. De esta información es de donde se extraen al menos tres datos: autor, institución y país. Sin embargo, en OpenAlex esta información no se encuentra en un solo campo, pero si podemos obtener la lista de autores, de instituciones y de países para cada registro de documento catalogado.

En la tabla 3 se muestran los campos que usa la Web of Science, es importante tener estos campos como referencia, así como las descripciones de la información que contienen ya que la estructura de la base de datos de la Web of Science se ha vuelto el estándar en las bases de datos bibliométricos y la mayoría de los análisis y herramientas informáticas han sido construidas a partir de dicha estructura de los datos.

Los resultados y productos esperados de este análisis son los siguientes:

- Archivo .net para países, autores, e instituciones
- Tablas de adyacencia de países, autores, e instituciones
- Tablas de frecuencia (Top 20) de los tres elementos
(esto es la base del análisis de la dimensión espacial)

Para tener estos análisis es necesario contar con los campos que contengan la siguiente información:

- Lista de todos los autores de los documentos
- Lista de todas las instituciones y países de adscripción de los documentos
- Autor correspondiente y correo electrónico

Tabla 3. Campos de la información según la estructura de la Web of Science

Clave	Descripción	Clave	Descripción
FN	Nombre de archivo	PU	Editorial
VR	Número de versión	PI	Ciudad de la editorial
PT	Tipo de publicación (J=Revista; B=Libro; S=Colección; P=Patente)	PA	Dirección de la editorial
AU	Autores	SN	Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadadas (ISSN)
AF	Nombre completo de autor	EI	Número Electrónico Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadadas (eISSN)
BA	Autores del libro	BN	Número Estándar Internacional de Libros (ISBN)
BF	Nombre completo de autores del libro	J9	Abreviatura de la fuente de 29 caracteres
CA	Autoría conjunta	JI	Abreviatura de la fuente ISO
GP	Autoría conjunta del libro	PD	Fecha de publicación
BE	Editores	PY	Año de publicación
TI	Título de documento	VL	Volumen
SO	Nombre de publicación	IS	Número
SE	Título de colección	SI	Número especial
BS	Subtítulo de colección	PN	Identificador de subdivisión de publicación
LA	Idioma	SU	Suplemento
DT	Tipo de documento	MA	Abstract de reunión
CT	Título de la conferencia	BP	Página de inicio
CY	Fecha de la conferencia	EP	Página final
CL	Ubicación de la conferencia	AR	Número de artículo
SP	Patrocinadores de la conferencia	DI	Identificador digital de objeto (DOI)
HO	Organizador de la conferencia	D2	Identificador digital de objeto de libro (DOI)
DE	Palabras clave de autor	EA	Fecha de acceso anticipado
ID	KeyWords Plus®	EY	Año de acceso anticipado
AB	Abstract	PG	Número de páginas
C1	Dirección de autor	P2	Número de capítulos (Book Citation Index)
RP	Dirección para petición de copias	WC	Categorías de Web of Science
EM	Dirección de correo electrónico	SC	Áreas de investigación
RI	Número de ResearcherID	GA	Número de entrega de documento
OI	Identificador ORCID (Open Researcher and Contributor ID)	PM	ID de PubMed
FU	Entidad financiadora y número de concesión	UT	Número de acceso
FX	Texto de financiación	OA	Indicador de acceso abierto
CR	Referencias citadas	HP	Artículo popular de ESI. Tenga en cuenta que este campo solo muestra valores a los suscriptores de ESI.
NR	Número de referencias citadas	HC	Artículo muy citado de ESI. Tenga en cuenta que este campo solo muestra valores a los suscriptores de ESI.
TC	Número de veces citado de la Colección principal de Web of Science	DA	Fecha en la que se generó este informe.
Z9	Número total de veces citado (Colección principal de Web of Science, Arabic Citation Index, BIOSIS Citation Index, Chinese Science Citation Database, Data Citation Index, Russian Science Citation Index, SciELO Citation Index)	ER	Fin del registro
U1	Recuento de uso (Últimos 180 días)	EF	Fin del archivo
U2	Recuento de uso (Desde 2013)		

Fuente: https://images.webofknowledge.com/WOKRS517B4/help/es_LA/WOK/hs_wos_fieldtags.html

```

Nanoadsorption_43_works-2024-0
Archivo  Editor  Ver

FN OpenAlex
VR 1.0
PT J
AU Yanzhen Wen
Yongqiang Xue
Zixiang Cui
Yan Wang
AF Yanzhen Wen
Yongqiang Xue
Zixiang Cui
Yan Wang
TI Thermodynamics of nanoadsorption from solution: Theoretical and experimental research
SO The Journal of Chemical Thermodynamics
LA English
DT Article
C1 [Yanzhen Wen] Taiyuan University of Technology, CN
[Yanzhen Wen] Taiyuan University of Science and Technology, CN
[Yongqiang Xue] Taiyuan University of Technology, CN
[Zixiang Cui] Taiyuan University of Technology, CN
[Yan Wang] Taiyuan University of Technology, CN
C3 Taiyuan University of Science and Technology, CN; Taiyuan University of Technology, CN
RP Yongqiang Xue (corresponding author), Taiyuan University of Technology, CN
RI Yanzhen Wen/https://openalex.org/A5079245547, Yongqiang Xue/https://openalex.org/A5068542396, Zixiang Cui/https://openalex.org/A5057361839, Yan Wang/https://openalex.org/A5081931444
OI Yongqiang Xue/0000-0002-5707-2596, Zixiang Cui/0000-0001-8323-9612, Yan Wang/0000-0002-2277-7115
FU National Natural Science Foundation of China [21373147]
NR 35
PU Elsevier BV
SN 0021-9614
EI 0021-9614
PD JAH
PY 2015
VL 80
IS
BP 112
EP 118
DI 10.1016/j.jct.2014.08.013
PG 7
PW
OA closed
DA 2024-02-05
ER

PT J
AU Mashaal A. Al-Ajji
Mohammad A. Al-Ghouti
AF Mashaal A. Al-Ajji
Mohammad A. Al-Ghouti
TI Novel insights into the nanoadsorption mechanisms of crystal violet using nano-hazelnut shell from aqueous solution
SO Journal of Water Process Engineering
LA English
DT Article
C1 [Mashaal A. Al-Ajji] Qatar University, QA
[Mohammad A. Al-Ghouti] Qatar University, QA
C3 Qatar University, QA
RP Mohammad A. Al-Ghouti (corresponding author), Qatar University, QA
RI Mashaal A. Al-Ajji/https://openalex.org/A5074761998, Mohammad A. Al-Ghouti/https://openalex.org/A5012620678
OI
FU
Ln 40, Col 14 56,667 characters
100% Unix (LF) UTF-8
```

Anexo 1. Lista de Conceptos de OpenAlex con el prefijo nano*

Se encontró un total de 109 conceptos que evocan una relación con las nanociencias y nanotecnologías filtrando el prefijo nano* en nombre de los conceptos.

concepts.id =
 ("c171250308","c57527310","c91129048","c2778402822","c74214498","c155672457","c49326732","c80783014","c51967427","c2776030612","c2777803738","c126201875","c159951928","c141795571","c2780357685","c41858301","c141400236","c175854130","c85362591","c92880739","c180238147","c2909374376","c138631740","c45206210","c77066764","c186187911","c140676511","c187911381","c48940184","c27289702","c46312889","c513720949","c66344492","c175616097","c2910849864","c3231350","c25479853","c31499863","c76110504","c190818770","c146763847","c204399865","c2777968448","c2778889443","c2780569836","c45083100","c64564810","c177367955","c2776540687","c2777715892","c16387964","c15083742","c26926545","c33197981","c82432429","c87023908","c129275984","c148402106","c29930090","c127445965","c2777486477","c21946209","c18150654","c9708629","c108410000","c199529486","c140807948","c128355301","c2777619693","c133267278","c2779073274","c134424308","c51141536","c2987941056","c85255121","c2986665194","c2778613005","c165983687","c90291627","c173409883","c173356080","c162117346","c43766710","c154267886","c2780880673","c146427324","c126513998","c165886283","c131872197","c72045907","c2910607562","c186801447","c2777046567","c58916441","c180936280","c172600038","c32785018","c80086925","c179203168","c2908926650","c38535076","c54887055","c106597312","c143904697","c2776801781","c2778120352","c71191651","c20608485","c23978448"),

openalex_id	display_name	normalized_name	level	wikidata_id
c171250308	Nanotechnology	nanotechnology	1	Q11468
c57527310	Nanofluidics	nanofluidics	2	Q1764073
c91129048	Nanofiber	nanofiber	2	Q594196
c2778402822	Nanoclusters	nanoclusters	2	Q22302226
c74214498	Nanowire	nanowire	2	Q631739
c155672457	Nanoparticle	nanoparticle	2	Q61231
c49326732	Nanoindentation	nanoindentation	2	Q1549892
c80783014	Societal impact of nanotechnology	societal impact of nanotechnology	2	Q1754062
c51967427	Nanosheet	nanosheet	2	Q17148232
c2776030612	Nanoring	nanoring	2	Q6964125
c2777803738	Nanotopography	nanotopography	2	Q17146922
c126201875	Nanorod	nanorod	2	Q2684948
c159951928	Nanoengineering	nanoengineering	2	Q2991990
c141795571	Nanopore	nanopore	2	Q580942
c2780357685	Nano-	nano	2	Q154357

<u>c41858301</u>	Nanosensor	nanosensor	2	<u>Q2327870</u>
<u>c141400236</u>	Nanoelectronics	nanoelectronics	2	<u>Q1479544</u>
<u>c175854130</u>	Nanocrystal	nanocrystal	2	<u>Q98276914</u>
	Applications of	applications of		
<u>c85362591</u>	nanotechnology	nanotechnology	2	<u>Q2254031</u>
<u>c92880739</u>	Nanocomposite	nanocomposite	2	<u>Q2639556</u>
<u>c180238147</u>	Nanochemistry	nanotechnology	2	<u>Q1443081</u>
<u>c2909374376</u>	Nanodevice	nanodevice	2	<u>Q2726733</u>
<u>c138631740</u>	Nanomaterials	nanomaterials	2	<u>Q967847</u>
<u>c45206210</u>	Nanosopic scale	nanoscopic scale	2	<u>Q2415817</u>
<u>c77066764</u>	Nanometre	nanometre	2	<u>Q178674</u>
<u>c186187911</u>	Nanostructure	nanostucture	2	<u>Q1093894</u>
	Nanocrystalline			
<u>c140676511</u>	material	nanocrystalline material	2	<u>Q6964018</u>
<u>c187911381</u>	Nanorobotics	nanorobotics	2	<u>Q587024</u>
<u>c48940184</u>	Nanoporous	nanoporous	2	<u>Q17623309</u>
<u>c27289702</u>	Nanophotonics	nanophotonics	2	<u>Q2475861</u>
<u>c46312889</u>	Nanomanufacturing	nanomanufacturing	2	<u>Q950502</u>
<u>c513720949</u>	Carbon nanotube	carbon nanotube	2	<u>Q1778729</u>
<u>c66344492</u>	Nanodot	nanodot	2	<u>Q6964032</u>
<u>c175616097</u>	Nanogenerator	nanogenerator	3	<u>Q6964048</u>
<u>c2910849864</u>	Carbon Nanoparticles	carbon nanoparticles	3	<u>Q764245</u>
	Polymer			
<u>c3231350</u>	nanocomposite	polymer nanocomposite	3	<u>Q3870164</u>
<u>c25479853</u>	Nanopillar	nanopillar	3	<u>Q12228614</u>
<u>c31499863</u>	Silver nanoparticle	silver nanoparticle	3	<u>Q905762</u>
<u>c76110504</u>	Nanoflower	nanoflower	3	<u>Q4118106</u>
<u>c190818770</u>	Nanoreactor	nanoreactor	3	<u>Q6964123</u>
<u>c146763847</u>	Nanofiltration	nanofiltration	3	<u>Q1964676</u>
<u>c204399865</u>	Nanocapsules	nanocapsules	3	<u>Q17157402</u>
<u>c2777968448</u>	Nanocellulose	nanocellulose	3	<u>Q6964006</u>
	Iron oxide			
<u>c2778889443</u>	nanoparticles	iron oxide nanoparticles	3	<u>Q6073014</u>
<u>c2780569836</u>	Nanoindenter	nanoindenter	3	<u>Q1306226</u>
	Nanomaterial-based	nanomaterial based		
<u>c45083100</u>	catalyst	catalyst	3	<u>Q17156221</u>
	Impact of			
<u>c64564810</u>	nanotechnology	impact of nanotechnology	3	<u>Q2253517</u>
<u>c177367955</u>	Carbon nanofiber	carbon nanofiber	3	<u>Q4468924</u>
<u>c2776540687</u>	Nanoneedle	nanoneedle	3	<u>Q6964081</u>
<u>c2777715892</u>	Nanodiamond	nanodiamond	3	<u>Q16870989</u>
<u>c16387964</u>	Nanoprobe	nanoprobe	3	<u>Q6964101</u>

<u>c15083742</u>	Nanomedicine	nanomedicine	3	<u>Q261659</u>
<u>c26926545</u>	Nanobiotechnology	nanobiotechnology	3	<u>Q1939992</u>
<u>c33197981</u>	Nanoshell	nanoshell	3	<u>Q2891289</u>
<u>c82432429</u>	Carbon nanofoam	carbon nanofoam	3	<u>Q866226</u>
<u>c87023908</u>	Magnetic nanoparticles	magnetic nanoparticles	3	<u>Q3870166</u>
<u>c129275984</u>	DNA nanotechnology	dna nanotechnology	3	<u>Q602847</u>
<u>c148402106</u>	Nanometrology	nanometrology	3	<u>Q1549529</u>
<u>c29930090</u>	Silver Nano	silver nano	3	<u>Q3960695</u>
<u>c127445965</u>	Nanotoxicology	nanotoxicology	3	<u>Q2518429</u>
<u>c2777486477</u>	Nanoceramic	nanoceramic	3	<u>Q24962836</u>
<u>c21946209</u>	Nanofluid	nanofluid	3	<u>Q1989679</u>
<u>c18150654</u>	Nanocarriers	nanocarriers	3	<u>Q17153796</u>
<u>c9708629</u>	Nanotribology	nanotribology	3	<u>Q921406</u>
<u>c108410000</u>	Exfoliated graphite nano-platelets	exfoliated graphite nano platelets	3	<u>Q5420162</u>
<u>c199529486</u>	Solid lipid nanoparticle	solid lipid nanoparticle	3	<u>Q7557912</u>
<u>c140807948</u>	Graphene nanoribbons	graphene nanoribbons	3	<u>Q4148055</u>
<u>c128355301</u>	Nanocages	nanocages	3	<u>Q6964001</u>
<u>c2777619693</u>	Nanotube	nanotube	3	<u>Q539430</u>
<u>c133267278</u>	Nanomechanics	nanomechanics	3	<u>Q4120515</u>
<u>c2779073274</u>	Nanomesh	nanomesh	3	<u>Q1477165</u>
<u>c134424308</u>	Nanogel	nanogel	3	<u>Q4119000</u>
<u>c51141536</u>	Nanosecond Semiconductor	nanosecond semiconductor	3	<u>Q838801</u>
<u>c2987941056</u>	nanostructures Plasmonic	nanostructures	3	<u>Q28324872</u>
<u>c85255121</u>	nanoparticles	plasmonic nanoparticles	3	<u>Q7201984</u>
<u>c2986665194</u>	Silicon nanowires	silicon nanowires	3	<u>Q28324872</u>
<u>c2778613005</u>	Nanolaser	nanolaser	4	<u>Q6964064</u>
<u>c165983687</u>	Platinum nanoparticles	platinum nanoparticles	4	<u>Q1982912</u>
<u>c90291627</u>	Optical properties of carbon nanotubes	optical properties of carbon nanotubes	4	<u>Q7098886</u>
<u>c173409883</u>	Nanoelectromechanical systems	nanoelectromechanical systems	4	<u>Q175593</u>
<u>c173356080</u>	Nanofluids in solar collectors	nanofluids in solar collectors	4	<u>Q14930425</u>
<u>c162117346</u>	Nanolithography	nanolithography	4	<u>Q1106386</u>
<u>c43766710</u>	Nanosphere lithography	nanosphere lithography	4	<u>Q17043033</u>
<u>c154267886</u>	Carbon nanotube quantum dot	carbon nanotube quantum dot	4	<u>Q5037978</u>
<u>c2780880673</u>	Nanodisc	nanodisc	4	<u>Q6964029</u>

<u>c146427324</u>	Mechanical properties of carbon nanotubes	mechanical properties of carbon nanotubes	4	<u>Q6804544</u>
<u>c126513998</u>	Nanopore sequencing	nanopore sequencing	4	<u>Q8973627</u>
<u>c165886283</u>	Nanoarchitectures for lithium-ion batteries	nanoarchitectures for lithium ion batteries	4	<u>Q6963987</u>
<u>c131872197</u>	Nanomagnet	nanomagnet	4	<u>Q3870157</u>
<u>c72045907</u>	Carbon nanotube supported catalyst	carbon nanotube supported catalyst	4	<u>Q5037979</u>
<u>c2910607562</u>	Magnetite Nanoparticles	magnetite nanoparticles	4	<u>Q3870166</u>
<u>c186801447</u>	Carbon nanotube metal matrix composites	carbon nanotube metal matrix composites	4	<u>Q5037975</u>
<u>c2777046567</u>	Nanoimprint lithography	nanoimprint lithography	4	<u>Q1540138</u>
<u>c58916441</u>	Carbon nanotube field-effect transistor	carbon nanotube field effect transistor	5	<u>Q1778563</u>
<u>c180936280</u>	Potential applications of carbon nanotubes	potential applications of carbon nanotubes	5	<u>Q7234814</u>
<u>c172600038</u>	Nanoflares	nanoflares	5	<u>Q1088170</u>
<u>c32785018</u>	Polyaniline nanofibers	polyaniline nanofibers	5	<u>Q7226142</u>
<u>c80086925</u>	Nanocrystalline silicon	nanocrystalline silicon	5	<u>Q3960533</u>
<u>c179203168</u>	Dip-pen nanolithography	dip pen nanolithography	5	<u>Q5279666</u>
<u>c2908926650</u>	Nanog Homeobox Protein	nanog homeobox protein	5	<u>Q420522</u>
<u>c38535076</u>	Carbon nanotube actuators	carbon nanotube actuators	5	<u>Q5037973</u>
<u>c54887055</u>	DNA nanoball sequencing	dna nanoball sequencing	5	<u>Q5205758</u>
<u>c106597312</u>	Selective chemistry of single-walled nanotubes	selective chemistry of single walled nanotubes	5	<u>Q7447758</u>
<u>c143904697</u>	Carbon nanobud	carbon nanobud	5	<u>Q428745</u>
<u>c2776801781</u>	Pregnanolone	pregnanolone	5	<u>Q18344323</u>
<u>c2778120352</u>	Nanoparticle tracking analysis	nanoparticle tracking analysis	5	<u>Q3870163</u>
<u>c71191651</u>	Quantum nanoscience	quantum nanoscience	5	<u>Q4218491</u>
<u>c20608485</u>	Ballistic conduction in single-walled carbon nanotubes	ballistic conduction in single walled carbon nanotubes	5	<u>Q4851785</u>
<u>c23978448</u>	Nanowire battery	nanowire battery	5	<u>Q2566515</u>