

# Νανοσωλήνες άνθρακα

Θοδωρής Κυριακάκης, AM: 4737  
Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Φυσικής

Οι νανοσωλήνες άνθρακα (carbon nanotubes – CNT) ανακαλύφθηκαν το 1991 από τον Sumio Iijima και πρόκειται για κυλινδρικά μόρια τα οποία αποτελούνται από περιδιπλωμένα επίπεδα γραφίτη. Μπορεί να είναι είτε μόρια ενός κυλίνδρου (single-walled carbon nanotubes / SWNT) με διάμετρο 1 nm, είτε να αποτελούνται από πολλούς ομοαξονικούς κυλίνδρους (multi-walled / MWNT), με τη διάμετρο του συνολικού μορίου να ξεπερνάει τα 100 nm. Το μήκος των μορίων είναι από μερικά μικρόμετρα έως και χιλιοστά. Ο πιο συνηθισμένος και αποτελεσματικός τρόπος κατασκευής τους είναι η χημική εναπόθεση ατμών (Chemical Vapour Deposition - CVD)<sup>[4]</sup>.

Η περιέλιξη των φύλλων γραφίτη μπορεί να γίνει με διαφορετικές γωνίες και κυρτότητα, καταλήγοντας κάθε φορά σε έναν νανοσωλήνα με διαφορετικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά. Παρατηρείται μία ανισοτροπία που εξαρτάται από την τοπολογία του νανοσωλήνα, δίνοντας όμως έτσι τη δυνατότητα ελέγχου και επιλογής των τελικών χαρακτηριστικών που μας ενδιαφέρουν.

Οι νανοσωλήνες άνθρακα φημίζονται για την αντοχή και τη σκληρότητα τους, χαρακτηριστικά που έρχονται ως αποτέλεσμα των ομοιοπολικών δεσμών μεταξύ των  $sp^2$  υβριδισμένων ατόμων άνθρακα. Η περιέλιξη του σωλήνα επηρεάζει και την ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οποία και αλλάζει σημαντικά ανάλογα με τη χειρομορφία (n,m) του μορίου, δίνοντας στο νανοσωλήνα χαρακτηριστικά αγωγού, μονωτή ή ημιαγωγού<sup>[4]</sup>. Ομοίως, η θερμική αγωγιμότητα ενός CNT μπορεί να μεταβάλλεται από μηδενική έως και 6600 W/mK<sup>[2]</sup>.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι όλες οι παραπάνω ιδιότητες, καθώς και πολλές άλλες που δεν αναφέρθηκαν (π.χ. χημική σταθερότητα, αντοχή στη διάβρωση και σε ισχυρά όξινο περιβάλλον) καθιστούν τους νανοσωλήνες άνθρακα ένα εξαιρετικά χρήσιμο υλικό με ποικίλες εφαρμογές στη βιολογία (βιοαισθητήρες), τη χημεία (κατάλυση), τη φαρμακολογία (μεταφορά φαρμάκων), την ηλεκτρονική (τρανζίστορ), την αποθήκευση ενέργειας κ.ά., με την παρουσία τους στην αγορά και στη βιομηχανία να είναι πλέον ιδιαίτερα αισθητή, και πολλά υποσχόμενη<sup>[3]</sup>.

## Βιβλιογραφία:

[1] Janas, Dawid & C. Vilatela, Andrea & Koziol, Krzysztof. (2013). Performance of carbon nanotube wires in extreme conditions. Carbon. 62. 10.1016/j.carbon.2013.06.029.

[2] Kumanek, B. & Janas, D. J Mater Sci (2019) 54: 7397. <https://doi.org/10.1007/s10853-019-03368-0>

[3] Nanowerk, Carbon nanotubes – what they are, how they are made, what they are used for, <https://bit.ly/2Gn5VLQ> (πρόσβαση στις 15/4/2019)

[4] Wikipedia, Carbon nanotube, <https://bit.ly/2OtklN6> (πρόσβαση στις 15/4/2019)