

The project has been funded with the support of European Commission within ERASMUS+ program



Γνωστικό Πεδίο: Νανοτεχνολογία, Υγεία και Περιβάλλον Θέμα Αντιλογίας: «Η χρήση νανοϋλικών προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας στον άνθρωπο»

Φύλλα δραστηριοτήτων και Υλικό
Έκδοση Μαθητή

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License\(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Το υλικό αυτό έχει ιδρυθεί με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η δημοσίευση αυτή αντικατοπτρίζει μόνο τις απόψεις του δημιουργού και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν. Δημοσίευση δωρεάν.

Project office: Ks. Janusza 64, 01-452, Warsaw, Poland <http://odyssey.igf.edu.pl> edukacja@igf.edu.pl



Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences



CENTER FOR
THE
PROMOTION
OF SCIENCE



ENERGIA
AVASTUSKESKUS
ENERGY DISCOVERY CENTRE

odyssey.igf.edu.pl

Αντικείμενο: Νανοτεχνολογία, Υγεία και Περιβάλλον

Θέμα αντιλογίας: Η χρήση νανοϋλικών προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας στον άνθρωπο

Ορολογία

- **Νανοϋλικά:** Τα μηχανικά νανοϋλικά (engineered nanomaterials, ENMs) είναι ουσίες ή υλικά που το μέγεθός τους κυμαίνεται μεταξύ 1 και 100 nm (νανόμετρα, 10^{-9} του μέτρου – διάφορες κατηγοριοποιήσεις: μηδενικής διάστασης (0D) <100nm, όπως νανοσωματίδια και κβαντικές τελείες, μονοδιάστατα (1D) <100nm, όπως νανοσωλήνες, ίνες και νανοςύρματα, διδιάστατα (2D) <100 nm λεπτά και υπέρλεπτα υμένα, επικαλύψεις, πολυστρωματικές δομές κ.λπ). Τα νανοϋλικά παρουσιάζουν εξειδικευμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και συγκεκριμένες διαφορετικές (κατά περίπτωση), ιδιότητες σε σύγκριση με τα υλικά από σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους. Η ανάγκη για νέα, προηγμένα υλικά και συστήματα με νέες ιδιότητες και συμπεριφορές, οδήγησε στη δημιουργία των νανοϋλικών. Δαδικασίες παραγωγής των νανοϋλικών περιλαμβάνουν: α) μηχανισμούς εναπόθεσης ατόμων ή μορίων από την αέρια φάση στην επιφάνεια ενός στερεού υλικού (bottom-up προσέγγιση) είτε β) τη δημιουργία συγκεκριμένης δομής μέσω π.χ. βομβαρδισμού ιόντων, λιθογραφίας (top down προσέγγιση).
(Βλαχογιάννη κ.ά. 2014, Μηχανικά Νανοϋλικά και Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας, <http://bit.ly/2LyAr9H>, Χαριτίδης & Κορδάτος από την ιστοσελίδα του μαθήματος Νανοϋλικά και Νανοτεχνολογία, https://www.chemeng.ntua.gr/the_course/Nanomaterials_and_Nanotechnology).
- **Νανοτεχνολογία:** Είναι η μελέτη και η τεχνολογική εφαρμογή εξαιρετικά μικρών αντικειμένων, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε όλους τους άλλους τομείς της επιστήμης, όπως στη χημεία, τη βιολογία, τη φυσική, την επιστήμη των υλικών και τη μηχανική, τη φαρμακολογία κ.λπ. Ως νανοτεχνολογία ορίζεται το πεδίο των εφαρμογών της μηχανικής που χρησιμοποιεί δομές μεγέθους μορίου. Η κλίμακα μέτρησης των δομών αυτών είναι η νανοκλίμακα και αποδίδει τα μεγέθη τους σε νανόμετρα (nm), δηλαδή σε πολλαπλάσια του ενός δισεκατομμυριοστού του μέτρου. Ως επί το πλείστον, στο πεδίο της νανοτεχνολογίας οι δομές ενδιαφέροντος, συνήθως, έχουν μέγεθος μικρότερο των 300nm. Συγκριτικά, η διατομή μιας ανθρώπινης τρίχας είναι περίπου 60.000nm, ενός μορίου DNA από 2 έως 2,5 nm, και ενός μορίου νερού σχεδόν 0,3nm. Οι δράσεις της νανοτεχνολογίας περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό και την κατασκευή των υλικών στο επίπεδο του μορίου και του ατόμου, καθώς και τις ποικίλες εφαρμογές των υλικών αυτών. Η ύλη, στα επίπεδα που την εξετάζει η νανοτεχνολογία, εμφανίζει ιδιότητες κβαντικής φύσεως, τελείως διαφορετικές από τις ιδιότητες των μακροσκοπικών μεγεθών που περιτριγυρίζουν τον άνθρωπο στην καθημερινότητά του. Συνεπώς, η νανοτεχνολογία έχει χαρακτήρα διεπιστημονικό, αφού συνδυάζεται άριστα με τις υπόλοιπες επιστήμες των οποίων οι δομές που τις απαρτίζουν μετρώνται και αυτές στην ίδια κλίμακα (νανοκλίμακα), όπως η κβαντική φυσική, η χημεία, η βιολογία, η πληροφορική και μικροηλεκτρονική κτλ. Εκπαιδευτικό Ύλικο ΙΕΠ: <http://bit.ly/2JLy8xV>
- **Φουλερένια:** Κάθε μόριο έχει τη μορφή κανονικού εικοσαέδρου, αποτελείται από 60 άτομα C και θυμίζει μπάλα ποδοσφαίρου. Δείτε το σχήμα: <http://bit.ly/2IU70A>.

- **Νανοσωλήνες άνθρακα:** Είναι ομόκεντροι κύλινδροι γραφίτη, κλειστοί σε κάθε άκρο με πενταμελείς δακτυλίους. Ανακαλύφθηκαν το 1991 από τον Sumio Iijima. Οι νανοσωλήνες μπορεί να είναι πολυφλοιϊκοί με ένα κεντρικό σωλήνα να περιβάλλεται από ένα ή περισσότερα στρώματα γραφίτη ή μονοφλοιϊκοί, όπου υπάρχει μόνο ένας σωλήνας και καθόλου επιπλέον στρώματα γραφίτη. Όταν νανοσωλήνες ομαδοποιούνται, έχουμε τις λεγόμενες συστοιχίες νανοσωλήνων (Wikipedia). Δείτε εδώ: <http://bit.ly/2XVMtMJ>.
- **Νανοτοξικότητα:** Είναι η τοξικότητα των νανοϋλικών και η νανοτοξικολογία είναι η έρευνα γύρω από την τοξικότητα που σχετίζεται με τα νανοϋλικά.
- **Βιοδιαθεσιμότητα:** Ο ορισμός της βιοδιαθεσιμότητας όπως τον καθορίζει η ακαδημία των Φαρμακευτικών επιστημών είναι: «η καταμέτρηση της σχετικής ποσότητας ενός χορηγημένου φαρμάκου που φθάνει στη γενική κυκλοφορία του αίματος σε συνάρτηση με το ρυθμό που συμβαίνει». Μεγάλη πρακτική σημασία έχει η ομοιότητα της βιοδιαθεσιμότητας όλων των ιδιοσκευασμάτων (που ονομάζεται βιοϊσοδυναμία). Βιοϊσοδύναμο είναι το φάρμακο το οποίο εμφανίζει απουσία σημαντικής διαφοράς ως προς τη διαθεσιμότητα της δραστικής ουσίας στο σημείο δράσης του φαρμάκου (Αλεξανιάν, Χ. (2015). Μελέτη της χρήσης γενοσήμων φαρμάκων σε νοσοκομείο του Νομού Αττικής ([Master's thesis](#))).
- **Οξειδωτικό στρες:** Οξειδωτικό στρες σε ένα κύτταρο ή έναν οργανισμό ονομάζεται η παθολογική κατάσταση, η οποία προκύπτει από τη διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ των επιπέδων των αντι-οξειδωτικών μηχανισμών και των οξειδωτικών παραγόντων (δραστικές μορφές οξυγόνου, αζώτου και ελεύθερες ρίζες). (Ντουνούση, Ε. Χ., Τσελέπη, Ξ., & Σιαμόπουλος, Κ. Χ. (2009). Οξειδωτικό στρες, μηχανισμοί δράσης και ο ρόλος του στη χρόνια νεφρική νόσο. Ελληνική Νεφρολογία-Hellenic Nephrology, 21(1).
- **Ομοιόσταση:** Με αυτόν το μηχανισμό αυτορρύθμισης διατηρείται σταθερή η προγραμματισμένη θερμοκρασία του σίδηρου, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος. Παρόμοιους μηχανισμούς αυτορρύθμισης συναντάμε και στους ζωντανούς οργανισμούς. Για να λειτουργήσουν σωστά, θα πρέπει να μπορούν να διατηρούν το εσωτερικό τους περιβάλλον (σύσταση και ποσότητα υγρών, θερμοκρασία, pH κ.ά.) σχετικά σταθερό, ανεξάρτητα από τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Η ικανότητά τους αυτή ονομάζεται ομοιόσταση και, για να επιτευχθεί, απαιτείται ενέργεια. (Σχολικό Εγχειρίδιο Βιολογίας Γ Γ/σίου, Κεφ.4).

Επιπλέον Υλικό από την Ευρωπαϊκή Ένωση: https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/nano-brochure/nano_brochure_el.pdf

Μάθημα 1^ο. Εισαγωγικό Σεμινάριο - Webinar

Εισαγωγικές ερωτήσεις: Κατά την διάρκεια του 1^{ου} μαθήματος αλλά ενδεχομένως και μετά την ολοκλήρωση του 1^{ου} μαθήματος, όπου έγινε η εισαγωγή στο θέμα της αντιλογίας (μέσω του υλικού των παρουσιάσεων και των βίντεο στο webinar) τέθηκαν οι παρακάτω εισαγωγικές ερωτήσεις οι οποίες και θα χρησιμοποιηθούν ως βάση στις αρχές του δεύτερου μαθήματος.

- 1) Νανοκλίμακα. Τι είναι;
- 2) Ποιες οι επιστήμες που εμπλέκονται στη δημιουργία των νανοϋλικών;
- 3) Ποια είναι τελικά τα υλικά που η νανοτεχνολογία δημιουργεί;
- 4) Τα νανοϋλικά που δημιουργούνται με την νανοτεχνολογία βοηθούν στην ανάπτυξη και στην ευημερία των ανθρώπων;
- 5) Από τη χρήση νανοϋλικών ανακύπτουν προβλήματα για την ανθρώπινη υγεία;
- 6) Είναι γνωστοί οι μηχανισμοί με τους οποίους τα νανοϋλικά δημιουργούν πρόβλημα στην ανθρώπινη υγεία;
- 7) Υπάρχουν τρόποι ελέγχου ή και πρόληψης των πιθανών προβλημάτων που δημιουργούν τα νανοϋλικά;
- 8) Έχουν δημιουργηθεί υλικά ή και τεχνολογίες νανοτεχνολογίας που βοηθούν στην ανθρώπινη υγεία;
- 9) Υπάρχουν θετικές οικονομικές επιδράσεις από την ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας;

Απαντήσεις Μαθητών

Σημειώνουμε εδώ το εξής: Οι απαντήσεις από τους μαθητές σε αυτό το σημείο δεν θα είναι προφανώς πλήρεις. Η παράθεση γίνεται για την συνολική ολοκληρωμένη εικόνα του θέματος.

Μάθημα 2°. Μελέτη υλικού και Σχηματισμός Επιχειρημάτων

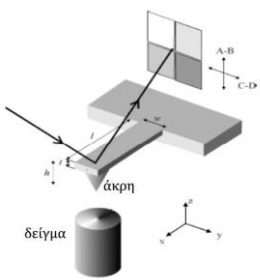
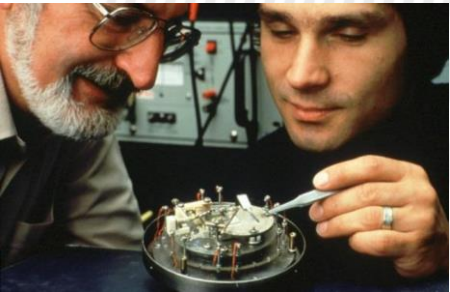
Δραστηριότητα 1

Με βάση την προετοιμασία σας για την επίλυση της διαφωνίας σχετικά με το αν τα νανοϋλικά προκαλούν προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου, να ετοιμάσετε μια σειρά από επιχειρήματα, κατατάσσοντάς τα σε εκείνα που είναι σαφώς υπέρ του ψηφίσματος, κατά του ψηφίσματος και τα επιχειρήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από τις δύο πλευρές – είναι δηλαδή αμφιλεγόμενα. Οι ερωτήσεις που σας έχουν δοθεί από τον καθηγητή/τριας στην "Εισαγωγή" υποστηρίζουν τη δημιουργία των υπέρ, των αμφιλεγόμενων και των κατά του ψηφίσματος.

ΥΠΕΡ	ΓΚΡΙΖΑ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΤΑ

Δραστηριότητα 2

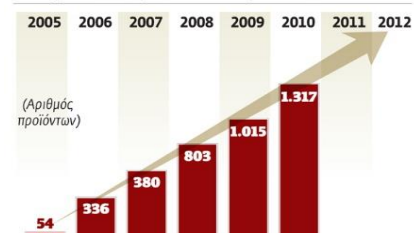
Παρακάτω θα βρείτε τις κάρτες πληροφοριών, τις κάρτες ιστοριών και τις κάρτες ερωτήσεων. Διαβάστε προσεκτικά και αναλύστε, προκειμένου και μέσα από τις απαντήσεις στις ερωτήσεις να διατυπώσετε τα επιχειρήματά σας.

Κάρτα πληροφοριών 1 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 2 Γεγονότα και δεδομένα
Μικροσκοπία Ατομικής Δύναμης (ΜΑΔ) Η νανοτεχνολογία έχει επιτρέψει την ανάπτυξη εργαλείων και οργάνων σε επίπεδο ατόμου. Μία τέτοια περίπτωση είναι και το μικροσκόπιο ατομικής δύναμης (ΜΑΔ) (αριστερή φώτο). Βασίζεται σε μέτρηση δυνάμεων αντί για μέτρηση ρεύματος. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιείται ένα φυλλοειδές ελατήριο με ακκίδα, το οποίο σαρώνει τις επιφάνειες με καθορισμένη πίεση κατά την επαφή. Ακόμη μία τεχνολογική εφαρμογή είναι και το Σαρωτικό Μικροσκόπιο Σήραγγας (φώτο δεξιά). Αναπτύχθηκε το 1982 στην Ελβετία, στο ερευνητικό εργαστήριο της IBM στο Rüschlikon. Έλαβε το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1986. Το ΣΜΣ κατέστησε δυνατό για πρώτη φορά να "δούμε" ή αλλιώς να "σαρώσουμε" άτομα.   Πηγή: Project <i>QUANTUM SPIN-OFF</i> http://qs-project.ea.gr/en/content/resources . Στη δεξιά φώτο: οι Heinrich Rohrer και Gerd Binnig με το πρώτο τους σαρωτικό μικροσκόπιο σήραγγας (πηγή: IBM)	Νανოსωλήνες και καρκίνος Οι νανοςωλήνες άνθρακα μακριάς ίνας, είναι υπο-τύπος νανοςωλήνων. Με αυτούς κατασκευάζονται εξαιρετικά ισχυρά, αλλά ελαφρά υλικά, που χρησιμοποιούνται ευρέως σε βιομηχανικά και καταναλωτικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένου αθλητικού εξοπλισμού (κράνη, ποδήλατα, αεροσκάφη, σπορ αυτοκίνητα) και μητρικές πλακέτες υπολογιστών. Ωστόσο, "σε αντίθεση με προηγούμενες βραχυπρόθεσμες μελέτες, αυτή είναι η πρώτη φορά που οι επιδράσεις των μακρών και λεπτών νανοςωλήνων άνθρακα, που οδηγούν σε μεσοθηλίωμα, παρακολουθούνται σε ποντίκια για πολλούς μήνες", λέει ο συγγραφέας Marion MacFarlane, καθηγητής στο Συμβούλιο Ιατρικής Έρευνας (MRC) στη Μονάδα Τοξικολογίας στο Λέστερ του Ηνωμένου Βασιλείου. Στα πειράματα σε ζώα, οι ερευνητές τοποθέτησαν μακρούς νανοςωλήνες άνθρακα στον υπεζωκότα, την περιοχή γύρω από τους πνεύμονες, όπου αναπτύσσεται το μεσοθηλίωμα στους ανθρώπους. "Με αυτόν τον τρόπο, παρακολουθήσαμε αλλαγές στον υπεζωκότα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της νόσου, παρατηρώντας στάδια χρόνιας φλεγμονής, ενεργοποίηση προ-ογκογονικών οδών σηματοδότησης, και τελικά αδρανοποίηση και / ή απώλεια γονιδίων, που είναι οι πύλες της ανάπτυξης καρκίνου", λέει ο MacFarlane. Το μεσοθηλίωμα που προκλήθηκε στα ποντίκια από νανοςωλήνες μακρού άνθρακα ήταν με πολλούς τρόπους παρόμοιο με τα δείγματα όγκων από ασθενείς (ανθρώπους). Πηγή: Το υποσύνολο των νανοςωλήνων άνθρακα ενέχει κίνδυνο καρκίνου παρόμοιο με τον αμianto σε ποντίκια. https://www.sciencedaily.com/releases/2017/11/171106132018.htm

Κάρτα πληροφοριών 3 Γεγονότα και δεδομένα

Παραγωγή νέων προϊόντων από νανοϋλικά και χώρες παραγωγής

Με γεωμετρική πρόοδο αυξάνονται τα προϊόντα με νανοσωματίδια



ΗΠΑ και Ευρώπη στην κορυφή της παραγωγής νανοπροϊόντων



Παρόλη την βιομηχανική παραγωγή κλίμακας νανοϋλικών, δεν έχει αναφερθεί ακόμη κάποια έλλειψη στις 'πρώτες' ύλες για την παραγωγή τους. Ένας λόγος είναι και οι μικροσκοπικές ...ατομικές ποσότητες που απαιτούνται για την παραγωγή νανοσωματιδίων. Βέβαια, δεν υπάρχουν σαφείς αριθμοί παραγωγής από τις εταιρείες παραγωγής – κάτι που δημιουργεί και προβλήματα στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Πηγή: Piccinno, F. et al. (2012). *Industrial production quantities and uses of ten engineered nanomaterials in Europe and the world*. Journal of Nanoparticle Research, 14(9). doi:10.1007/s11051-012-1109-9 & Τσώλη Θ. (2012), Πόσο απειλεί την υγεία μας η διάδοση των νανοπροϊόντων; @ tovima.gr

Κάρτα πληροφοριών 4 Γεγονότα και δεδομένα

Βιοκτόνα και Νανοτεχνολογία

Το μεγαλύτερο μέρος της θνησιμότητας και της νοσηρότητας σε αναπτυσσόμενες χώρες συνδέεται με μόλυνση από παθογόνους παράγοντες, που υπάρχουν στο νερό που καταναλώνεται, ενώ πολλά είδη εντόμων που αναπαράγονται στο νερό, προκαλούν και αυτά με τη σειρά τους πολλές ασθένειες (ελονοσία, δάγκειο πυρετό, κίτρινο πυρετό κ.ά.). Η χλωρίωση του νερού αποτελεί σήμερα τη βασική επιλογή καταπολέμησης παθογόνων μικροοργανισμών. Για τη χλωρίωση του νερού χρησιμοποιείται είτε αέριο χλώριο (Cl) (για μεγάλες εγκαταστάσεις) είτε ενώσεις χλωρίου (για μικρές εγκαταστάσεις). Υπάρχει, όμως, κίνδυνος από την παρουσία του ελεύθερου χλωρίου (Cl) στο νερό, καθώς είναι πολύ τοξικό και διαβρωτικό.

Προηγμένες μέθοδοι παρέμεναν πάντα σε ζήτηση για την απομάκρυνση των μόνιμων οργανικών ρύπων από λύματα και υπόγεια ύδατα. Οι φωτοκαταλυτικές μέθοδοι έχουν αποδειχθεί πολύ αποτελεσματικές. Αυτές οι μέθοδοι βασίζονται στην παραγωγή πολύ δραστικών ριζών υδροξυλίου (OH) και O₂⁻ με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) / διοξειδίου του τιτανίου (TiO₂), συνδυασμός που οδηγεί σε υποβάθμιση. Παράλληλα με τις εξελίξεις στις εφαρμογές της νανοτεχνολογίας, η φωτοκατάλυση δείχνει να επιτυγχάνει την αποικοδόμηση και μεταλλοφορία του νερού που περιέχει οργανικούς ρύπους, χρησιμοποιώντας ακινητοποιημένα νανοσωματίδια TiO₂. Για φωτοκαταλυτική επεξεργασία του νερού που περιέχει οργανικούς ρύπους, ο ακινητοποιημένος καταλύτης νανο-TiO₂ έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικός σε (φωτό) αντιδραστήρες, που χρησιμοποιούν υπεριώδη (UV) ακτινοβολία.



Πηγή: Λουκάς Γ. Πανανικολάου Κ., (2015), Χρήση μεθόδων νανοτεχνολογίας στον καθαρισμό και στην αφαλάτωση του νερού. [Πτυχιακή Εργασία](#), ΑΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας.

Κάρτα πληροφοριών 5 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 6 Γεγονότα και δεδομένα
Αφαλάτωση ύδατος Οι διεργασίες με μεμβράνες νανοκλίμακας γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς για την αφαλάτωση του νερού. Η ελάχιστη θερμοδυναμική ενέργεια που απαιτεί η μέθοδος για την αφαλάτωση, η ελάχιστη αντίσταση πόλωσης, το μηδενικό ιξώδες της μεμβράνης και οι σχεδόν μηδενικές απώλειες ενέργειας για τον καθαρισμό της μεμβράνης είναι χαρακτηριστικές και φανερώνουν την <i>υπεροχή</i> των νέων αυτών υλικών έναντι άλλων προγενέστερων μεθόδων. Οι κύριες εφαρμογές αφαλάτωσης περιλαμβάνουν τη χρήση της προς τα εμπρός όσμωσης, κύκλους ύγρανσης-αφύγρανσης, και την παγίδευση της ηλιακής ενέργειας για θερμικές μεθόδους απόσταξης και πλέον γίνεται χρήση των φαινομένων μεταφοράς σε νανοκλίμακα <i>μεγιστοποιώντας</i> τις αποδόσεις. Πηγή: Λουκάς Γ. Παναγιωτόπουλος Κ., (2015), <i>Χρήση μεθόδων νανοτεχνολογίας στον καθαρισμό και στην αφαλάτωση του νερού</i>. Πτυχιακή Εργασία, ΑΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας. Φωτογραφία από: https://www.youtube.com/watch?v=k5Tjy_90WBU	Κοσμετολογία – Καλλυντικά Πληθώρα καλλυντικών προϊόντων στην αγορά (από εταιρείες όπως η Lancôme, η Kara Vita, η Nano-Infinity Nanotech, η L'Oreal) με βάση τα νανοϋλικά κυκλοφορούν ήδη στην αγορά. Προϊόντα, όπως ενυδατικές κρέμες, καθαριστικά, αντιρρυτιδικές κρέμες, αντηλιακά, Τα λιποσώματα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή καλλυντικών καθώς είναι βιοσυμβατά, βιοδιασπώμενα, μη τοξικά, εύκαμπτα και μπορούν να <i>έγκλωβίσουν</i> εύκολα και αποτελεσματικά τα ενεργά συστατικά. Πηγή: Singh, N. A. (2017). <i>Nanotechnology innovations, industrial applications and patents</i>. Environmental Chemistry Letters, 15(2), 185–191. doi:10.1007/s10311-017-0612-8 (Φώτο από: pop herald)

Κάρτα πληροφοριών 7 Γεγονότα και δεδομένα

Νανοϋλικά

Τι κοινό μπορεί να έχουν ένα ψυγείο, μια μπογιά για τοίχους, ένα αποσμητικό χώρου, ένα αντηλιακό, ένα ζευγάρι κάλτσες, μια συσκευασία τροφίμων και μια μπάλα του τένις; Απάντηση: την ύπαρξη νανοσωματιδίων στα συστατικά τους. Τα μικροσκοπικά αυτά σωματίδια αποτελούν ήδη πραγματικότητα στην καθημερινότητα πολλών ανθρώπων. Εκτιμάται ότι περισσότερα από 1.300 προϊόντα καθημερινής χρήσης που κυκλοφορούν σε παγκόσμιο επίπεδο περιέχουν σωματίδια διαφορετικών υλικών, φτιαγμένα σε επίπεδο νανοκλίμακας, προκειμένου να διαθέτουν βελτιωμένες ιδιότητες σε σύγκριση με τα συμβατικά. Μια άλλη «γκρίζα ζώνη» αφορά στο τι μπορεί να συμβεί με την έκλυση νανοσωματιδίων στο περιβάλλον, όταν τελειώνει ο κύκλος ζωής των προϊόντων που τα περιέχουν.

Τα κύρια υλικά από τα οποία προέρχονται τα νανοσωματίδια



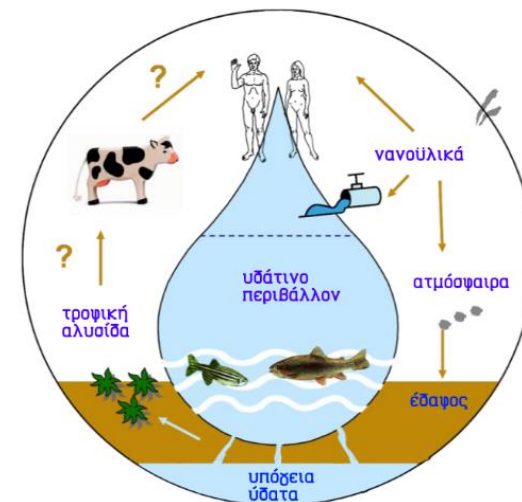
Πηγή: & Τσώλη Θ. (2012), Πόσο απειλεί την υγεία μας η διάδοση των νανοπροϊόντων; @ tovima.gr

Κάρτα πληροφοριών 8 Γεγονότα και δεδομένα

Νανοσωματίδια και περιβάλλον

Τα περισσότερα προϊόντα που περιέχουν νανοϋλικά, όταν τελειώνει ο κύκλος ζωής, απορρίπτονται στο περιβάλλον. Εκεί τα νανοϋλικά, μέσω του κύκλου του νερού, του κύκλου του αζώτου και του άνθρακα και, κυρίως, μέσω της τροφικής αλυσίδας, μεταφέρονται και μεταναστεύουν σε μεγάλους πληθυσμούς έμβιων όντων – και του ανθρώπου.

Είναι γεγονός πως για την έκλυση νανοσωματιδίων στο περιβάλλον, απαιτούνται κανονισμοί (που θα προστεθούν σε αυτούς που ήδη υπάρχουν για την απόθεση στο περιβάλλον από τα ήδη χρησιμοποιούμενα υλικά) και συνεχείς έλεγχοι: στη φάση της απόρριψης, στη φάση της αποδόμησης προϊόντων με ENPs κ.λπ., προκειμένου να προσδιοριστεί ή και να αποτραπεί η πιθανή έκλυση τέτοιων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα (κυρίως κατά την καύση των προϊόντων).



Πηγή: Frimmel F.H. et al. (2010), *Nanoparticles in the Water Cycle: Properties, Analysis and Environmental Relevance*, ISBN 9783642103179, Springer-Verlag Berlin Heidelberg & Τσώλη Θ. (2012), Πόσο απειλεί την υγεία μας η διάδοση των νανοπροϊόντων; @ tovima.gr

Κάρτα πληροφοριών 9 Γεγονότα και δεδομένα					Κάρτα πληροφοριών 10 Γεγονότα και δεδομένα				
Ανεκτές ή επιτρεπόμενες τιμές νανοσωματιδίων Το όριο έκθεσης σε νανοσωματίδια (κυρίως για επαγγελματίες εργαζόμενους σε χώρους με μεγάλη έκθεση σε νανοσωματίδια) και οι τιμές αναφοράς, είναι κάτι που επικαιροποιείται συνεχώς. Παρακάτω βλέπουμε τι προτείνουν διάφοροι οργανισμοί ανά την υφήλιο.					Χρήσεις των νανοϋλικών Οι χρήσεις των νανοϋλικών καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών (έρευνα, βιομηχανία, καθημερινή ζωή). Πιο συγκεκριμένα, οξείδια μετάλλων όπως του Τιτανίου (TiO_2), του Πυριτίου (SiO_2), του Αλουμινίου (Al_2O_3), του Δημητρίου (CeO_2), του Σιδήρου (Fe_xO_x) κ.λπ. χρησιμοποιούνται σε διαδικασίες συλλογής, διαλογής και επεξεργασίας (όπως λ.χ. κοσκινίσματος) υλικών και σε φυσικές ή/και χημικές διεργασίες κατασκευής υλικών, στην κατεργασία και τριβή και σε φινιρίσματα. Να σημειώσουμε πως κβαντικές κουκίδες (quantum dots) Καδμίου(Cd)-Ψευδαργύρου(Zn)-Σεληνίου(Se) χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία υπερήχων. Τέλος, μελέτες εργαστηριακής κλίμακας και πεδίου έχουν δείξει ότι τα PRBS (διαπερατά αντιδραστικά εμπόδια) που συσκευάζονται με μηδενικού σθένους μέταλλα (ZVMs) όπως Fe, Cu, Al, Si, Zn, Mg είναι μια πολλά υποσχόμενη στρατηγική για την απομάκρυνση των οργανικών και ανόργανων ρυπαντών σε περιβάλλον μολυσμένου υπεδάφους.				
Είδος Νανοϋλικού	BSI (Ηνωμ. Βασίλειο 2007)	IFA (Γερμανία 2009) & SER (Ολλανδία 2012)	SWA (Αυστραλία 2012)	NIOSH (ΗΠΑ 2013)					
Ίνες	0.01 fibers/cm ³	0.01 fibers/cm ³	0.1 fibers/cm ³	0.007 mg/m ³					
Κοκκώδη	20 000 particl./ cm ³	40 000 particl./cm ³	0.3 mg/m ³	0,003 mg/m ³					
Πηγή: Pietroiusti A. et al. (2018), <i>Nanomaterial exposure, toxicity, and impact on human health</i> , DOI: 10.1002/wnan.1513, WIREs Nanomed Nanobiotechnol. 2018;e1513. https://doi.org/10.1002/wnan.1513					Πηγή: Pietroiusti A. et al. (2018), <i>Nanomaterial exposure, toxicity, and impact on human health</i> , DOI: 10.1002/wnan.1513, WIREs Nanomed Nanobiotechnol. 2018;e1513. https://doi.org/10.1002/wnan.1513				

Κάρτα πληροφοριών 11 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 12 Γεγονότα και δεδομένα
Νανοτεχνολογία και ανάπτυξη Σύμφωνα με έκθεση, κατά την περίοδο 2009-2010 οι επενδύσεις των εταιρειών και των θεσμικών επενδυτών για την έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της νανοτεχνολογίας έφθασε τα ~10 δισεκατομμύρια δολάρια αντίστοιχα, ενώ οι κυβερνήσεις δαπάνησαν ~15 δισεκατομμύρια δολάρια. Οι τομείς που ηγούνται, από πολύ νωρίς, στην έρευνα και στον τομέα της νανοτεχνολογίας είναι: οι μεταφορές, η αεροναυπηγική και το διάστημα, η νανοϊατρική, τα εφαρμοσμένα ηλεκτρονικά, η παραγωγή ενέργειας, τα τρόφιμα, οι συσκευασίες τροφίμων κ.λπ.  Πηγή: OECD (2012), <i>Working Party on Nanotechnology</i>, DSTI/STP/NANO(2012)15, OECD/NNI International Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology Background Paper 2: Finance and Investor Models in Nanotechnology, & NNI (2004) <i>Nanotechnology in Space Exploration</i>, Report of the National Nanotechnology Initiative Workshop, August 24–26, 2004, Palo Alto, CA.	Νανοτεχνολογία & Ιατρική Η νανοϊατρική αποτελεί έναν αναδυόμενο καινοτόμο τομέα με νέες πρωτοπόρες θεραπείες. Η θεραπεία, δυνητικά, μπορεί να 'στοχεύσει' και ένα μόνο κύτταρο. Υλικά και τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι οι κβαντικές τελείες (2.5 - 100 nm), μονοδιάστατες δομές <100nm όπως οι νανοσωλήνες, ίνες και νανοσύρματα, διδιάστατες δομές <100 nm όπως λεπτά και υπέρλεπτα υμένα, επικαλύψεις και πολυστρωματικές δομές. Επίσης, αναπτύσσεται η χρήση των Nanoshells (σφαιρικά νανοσωματίδια), τα οποία υπάρχουν με τις παρακάτω 'μορφές': δενδριμερή, μικκύλια, λιποσώματα, νιοσώματα, φουλερένια. Τέλος, τα νανοσωματίδια μπορούν να εισέλθουν στο οργανισμό με στόχο τον εγκέφαλο 'χρησιμοποιώντας' δύο μηχανισμούς: α) μέσω της διασυναπτικής μεταφοράς τους μέσω του οσφρητικού επιθηλίου μετά την εισπνοή και β) μέσω της πρόσληψής τους μέσω του φραγμού αίματος-εγκεφάλου (φράγμα αίματος-εγκεφάλου ή Blood-Brain Barrier ή απλά BBB - φωτό). Το φράγμα αίματος-εγκεφάλου (BBB) είναι πολυκυτταρική δομή και αποτελεί ένα κρίσιμο όριο μεταξύ του νευρικού ιστού και του κυκλοφορούντος αίματος. Το BBB ελέγχουν την ομοιοστάση του εγκεφάλου καθώς και την κίνηση ιόντων και μορίων. Αποτυχία στη διατήρηση της ομοιοστάσης έχει ως αποτέλεσμα την κατάρρευση αυτής της εξειδικευμένης δομής που οδηγεί σε νευροφλεγμονή και σε νευροεκφυλισμό.  Πηγές: Saraiva et. al (2016). <i>Nanoparticle-mediated brain drug delivery: Overcoming blood–brain barrier to treat neurodegenerative diseases</i>. Journal of Controlled Release, 235, 34–47. doi:10.1016/j.jconrel.2016.05.044. Kwatra Shubhika,(2013), <i>Nanotechnology and medicine – The upside and the downside</i>, ISSN 0975-9344 . (Φωτό από Saraiva et. al 2016)

Κάρτα πληροφοριών 13 Γεγονότα και δεδομένα

Νανοϋλικά και νερό

Τα νανοϋλικά βρίσκουν εφαρμογή στον καθαρισμό και αφαλάτωση του νερού, συμβάλλοντας στη διατήρηση της δημόσιας υγείας. Συγκεκριμένες μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι: α. παράλληλα με την ακτινοβολήση UV και η χρήση (νανο)καταλύτη TiO_2 , (κυρίως για την αποικοδόμηση και μεταλλοφορία του νερού που περιέχει οργανικούς ρύπους), β. νανοπορώδη υλικά (συλλογής μη επιθυμητών ουσιών), γ) νανοϋλικά για χρήση σε κρίσιμες συνθήκες μόλυνσης (λ.χ. υψηλά ποσοστά βαρέων μετάλλων ή/και τοξικών ουσιών σε βιομηχανικά, γεωργικά, οικιακά λύματα), δ) χρήση μετάλλων μηδενικού σθένους και διμεταλλικών συστημάτων σιδήρου για τη μείωση τοξικών ρύπων στο ύδατα. Παρακάτω παρουσιάζεται η αποτελεσματικότητα της πρώτης μεθόδου:

ΠΡΙΝ

Αριθμός αποικιών της E. coli και του Spigella spp.		
Δείγμα	Μέτρηση E. coli	Μέτρηση Spigella spp.
1	> 960	> 1800
2	> 1000	> 7960
3	> 700	4000
4	> 1500	6000

ΜΕΤΑ

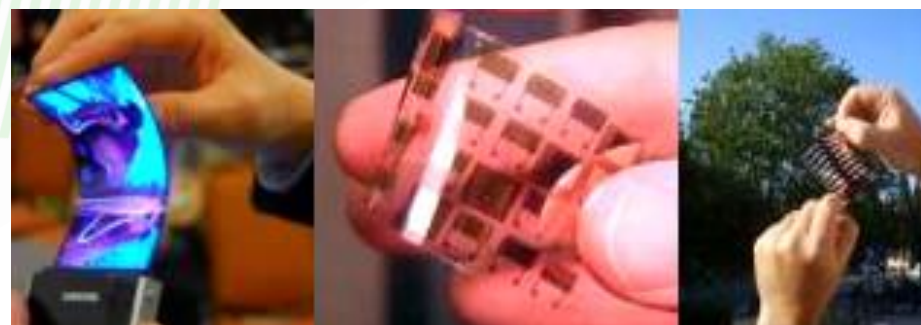
Βακτηριολογική ανάλυση για τη θεραπεία του νερού με τρίμμα καουτσούκ και υπεριώδη ακτινοβολία		
Δείγμα	Μέτρηση E. Coli	Μέτρηση Spigella spp.
1	0/100 ml	0/100 ml
2	3/100 ml	2/100 ml
3	0/100 ml	0/100 ml
4	1/100 ml	0/100 ml

Πηγή: Λουκάς Γ. Παναγιωτάκης Κ., (2015), Χρήση μεθόδων νανοτεχνολογίας στον καθαρισμό και στην αφαλάτωση του νερού. [Πτυχιακή Εργασία](#), ΑΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας.

Κάρτα πληροφοριών 14 Γεγονότα και δεδομένα

Οργανικά νανο-ηλεκτρονικά

Τα οργανικά νανο-ηλεκτρονικά αποτελούν έναν από τους ραγδαία αναπτυσσόμενους κλάδους της επιστήμης των υλικών. Ο όρος αναφέρεται στη μελέτη οργανικών αγώγιμων πολυμερών και των αγώγιμων μικρών μορίων καθώς και των εφαρμογών τους σε σύγχρονες ηλεκτρονικές διατάξεις. Βασίζονται στην ανακάλυψη της αγωγιμότητας που εμφανίζει το εμπλουτισμένο πολυακετυλένιο από τους A. Heeger, A.G. MacDiarmid και H. Shirakawa το 1977 (βραβείο Nobel Χημείας 2000). Τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής σε σχέση με την κλασσική τεχνολογία πυριτίου, είναι το χαμηλό κόστος, (εξαιτίας της δυνατότητας χρήσης νέων μεθόδων και τεχνικών για την ανάπτυξή τους σε ευρεία κλίμακα π.χ. roll-to-roll, εκτύπωση inkjet), η ευκαμψία τους, η ευκολία προσαρμογής (tailoring) των ιδιοτήτων των υλικών για συγκεκριμένες εφαρμογές και η χαμηλή τους ενεργειακή κατανάλωση.



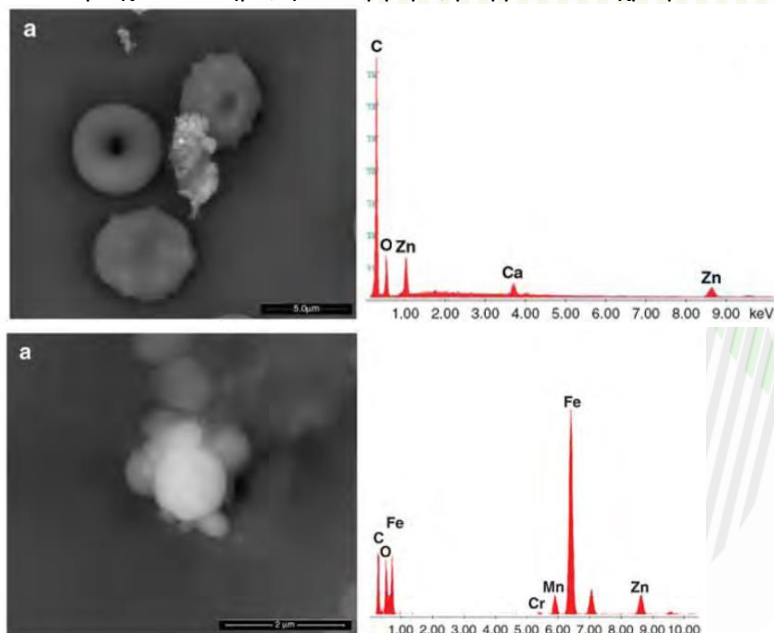
Πηγή: Από τον ιστότοπο του ΔΠΜΣ Νανοεπιστημών και της Νανοτεχνολογίας του ΑΠΘ nn.physics.auth.gr

Κάρτα πληροφοριών 15 Γεγονότα και δεδομένα

Νανοτοξικότητα

Επάνω φωτό: Ερυθρό αιμοσφαίριο με κοκκιοκύτταρο ανθρώπινου αίματος και ένα ασυνήθιστο βιολογικό συσσωμάτωμα που περιέχει σωματίδιο ψευδαργύρου-ασβεστίου.

Κάτω φωτό: Σφαιρικά θραυσμάτων που βρέθηκαν σε βιοψία νεφρού. Τα σφαιρίδια περιέχουν σίδηρο, ψευδάργυρο, μαγγάνιο και χρώμιο.

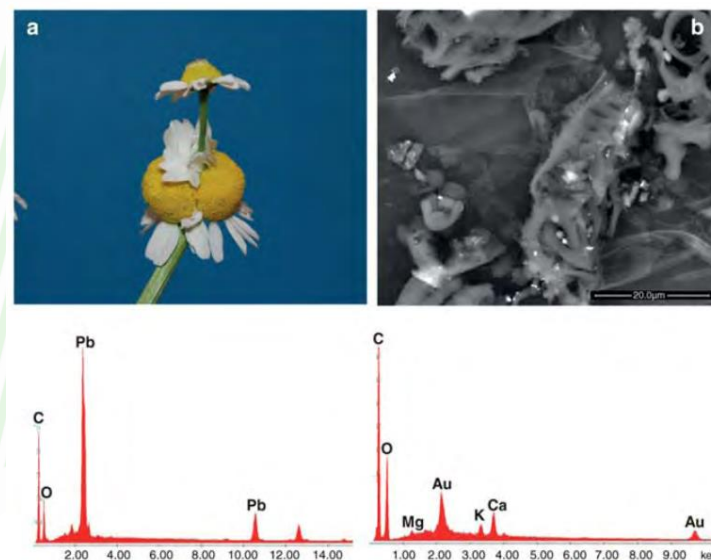


Πηγή: Gatti A.M., Montanari S. (2015), *Case Studies in Nanotoxicology and Particle Toxicology* - Academic Press, ISBN: 978-0-12-801215-4, Elsevier, σελ. 32,73.

Κάρτα πληροφοριών 16 Γεγονότα και δεδομένα

Νανοτοξικότητα Φυτών

Παραμορφωμένα λουλούδια χαμομηλιού. Οι φασματικές γραμμές δείχνουν επιμόλυνση μολύβδου, χρυσού, ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου.



Πηγή: Gatti A.M., Montanari S. (2015), *Case Studies in Nanotoxicology and Particle Toxicology* - Academic Press, ISBN: 978-0-12-801215-4, Elsevier, σελ. 254 & Dietz, K.-J., & Herth, S. (2011). *Plant nanotoxicology*. Trends in Plant Science, 16(11), 582–589. doi:10.1016/j.tplants.2011.08.003

Ιστορία 1



Richard Feynman (Νόμπελ Φυσικής 1965)

“Θέλω να κατασκευάσω ένα δισεκατομμύριο μικροσκοπικά εργοστάσια, όπου το ένα θα αποτελεί πρότυπο του άλλου, τα οποία θα συντίθενται ταυτόχρονα. Οι αρχές της Φυσικής με βάση τις εκτιμήσεις μου, δεν αντιτίθενται στην πιθανότητα του να χειριζόμαστε υλικά αντικείμενα, άτομο-προς-άτομο. Το σχέδιο αυτό, δεν αποτελεί ουδεμία απόπειρα παραβίασης των νόμων της φύσης. Είναι κάτι που είναι δυνατό να συμβεί και ο λόγος που δεν έχει συμβεί ακόμα κάτι τέτοιο στην πράξη, είναι ότι είμαστε πολύ μεγάλοι σε μέγεθος για κάτι τέτοιο..”

Πηγή: Απόσπασμα από την σειρά διαλέξεων του πάνω στη Νανοτεχνολογία, το 1959, με τίτλο "There's Plenty of Room at the Bottom".
<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>

Ιστορία 2



Γ. Μπίσκος (Επικ. Καθηγ. Περιβάλλοντος, Πανεπιστημίου Αιγαίου)

«Μπορούμε να πάρουμε οποιοδήποτε υλικό και να το κόψουμε σε πολύ μικρά κομμάτια, με διαστάσεις από 1 ως 100 νανόμετρα. Γιατί; Διότι έτσι αυξάνουμε τον λόγο της επιφάνειας προς τον όγκο ενός υλικού, κάτι πολύ χρήσιμο, αφού, έτσι αυξάνουμε και τη δραστικότητα του».

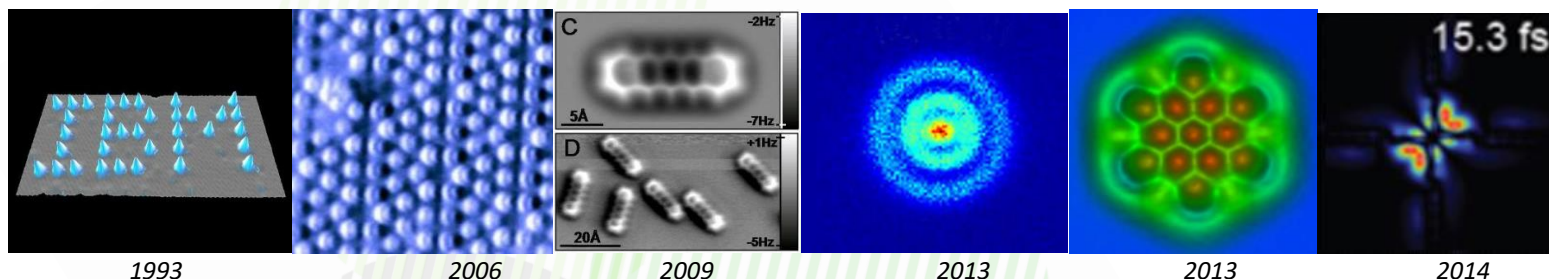
«Αγνοούμε σε μεγάλο βαθμό πώς οι ιδιότητες της ύλης στη νανοκλίμακα μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά των νανοσωματιδίων, όταν αυτά έλθουν σε επαφή με ζωντανούς οργανισμούς. Για παράδειγμα, έχουμε αναλύσει τη συμπεριφορά ορισμένων υλικών, όπως του χρυσού ή του άργυρου, όταν βρεθούν σε επίπεδο νανοκλίμακας, αλλά δεν έχουν διεξαχθεί αντίστοιχοι έλεγχοι για όλη την γκάμα των υλικών. Παράλληλα, τα προϊόντα, που περιέχουν νανοσωματίδια, υπόκεινται σε ελέγχους πριν από την κυκλοφορία τους, αλλά και σε αυτήν την περίπτωση πρόκειται για τεστ που εξετάζουν παρενέργειες με βάση την ως σήμερα γνώση μας. Η επιστημονική κοινότητα δεν έχει, δυστυχώς, ακόμη στα χέρια της την τεχνολογία που θα επιτρέψει τον προσδιορισμό ιδιοτήτων των νανοσωματιδίων, οι οποίες μπορεί να σχετίζονται άμεσα με επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία»

Πηγή: Τσώλη Θ. (2012), *Πόσο απειλεί την υγεία μας η διάδοση των νανοπροϊόντων*; @ tovima.gr

Ιστορία 3

Φωτογραφίζοντας τοάτομο & Ιστορική αναδρομή στη νανοτεχνολογία

«Η νανοτεχνολογία και τα νανοϋλικά έκαναν δυνατή την ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ αποτύπωση των δομικών στοιχείων της ύλης! Δείτε παρακάτω μίαιστορική αναδρομή!



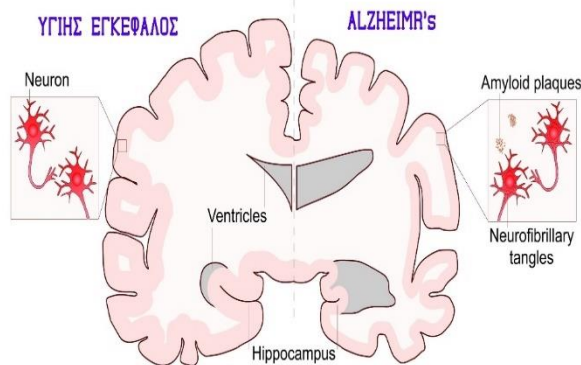
Ο Richard Feynman εισήγαγε την ιδέα της νανοτεχνολογίας ή των μοριακών μηχανών το 1959, με τη διάσημη διάλεξή του «[There's Plenty of Room at the Bottom](#)» ([μτφ](#) Υπάρχει Πολύ Χώρος στον Πάτο). Σε αυτή, ώθησε τους επιστήμονες να σκεφτούν την κατασκευή των ατομικών συσκευών και είκοσι χρόνια αργότερα, ο Drexler δημοσίευσε τα πρώτα επιτεύγματά του πάνω στην νανοτεχνολογία. Ο όρος 'νανοτεχνολογία' εγκαινιάσθηκε από τον καθηγητή Πανεπιστημίου Norio Taniguchi του Τόκιο σε ένα έγγραφο του 1974 ως εξής: «Η νανοτεχνολογία, κυρίως, αποτελείται από την επεξεργασία, τον χωρισμό, τη σταθεροποίηση και την παραμόρφωση των υλικών από ένα άτομο ή ένα μόριο». Το 1981 εφευρέθηκε στη Ζυρίχη το μικροσκόπιο ανίχνευσης (STM), ένα μη-οπτικό μικροσκόπιο που επιτρέπει την απεικόνιση περιοχών με υψηλή ηλεκτρονική πυκνότητα και, συνεπώς, μπορεί να εξαχθούν συμπεράσματα για την ύπαρξη μεμονωμένων ατόμων ή μορίων στην επιφάνεια ενός δικτυωτού πλέγματος. Τα φουλερένια (fullerenes) είναι αλλοτροπικές μορφές άνθρακα που έχουν ανακαλυφθεί πρόσφατα. Πρόκειται για σφαίρες-κλωβούς με 60, 70 ή περισσότερα άτομα C συνδεδεμένων μεταξύ τους σε 5-μελείς και 6-μελείς δακτυλίου σε συνολική διάταξη κανονικών πολυέδρων. Η ανακάλυψη των φουλλερενίων οδήγησε στην απονομή του βραβείου Nobel Χημείας το 1996 στους τρεις κυριότερους ερευνητές, Harold W. Kroto, Richard E. Smalley και Robert F. Curl. Το 1991 ανακαλύφθηκαν οι νανοσωλήνες (nanotubes - CNT). Πρόκειται για είναι ομόκεντρους κύλινδρους γραφίτη, κλειστούς σε κάθε άκρο με πενταμελείς δακτυλίους. Ανάλογα με τη δομή τους, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως ημιαγωγοί στην ηλεκτρονική. Οι CNT είναι πέντε φορές λιγότερο πυκνοί από τον χάλυβα και πενήντα φορές ισχυρότεροι από αυτόν και, επομένως, έχουν εφαρμογές στα σύνθετα υλικά, όπως στους προφυλακτήρες αυτοκινήτων, κ.ά.»

Πηγή: Dvorsky G. (2013) *The First Image Ever of a Hydrogen Atom's Orbital Structure* @ gizmodo.com <http://bit.ly/2WToQTJ> & Max Planck Institute (2014) *Physicists Image and Control the Motion of the Two Electrons in a Helium Atom*, <http://bit.ly/2WVaPVF> & ΙΕΠ (2017) *ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ Ι: Σχέδιο για την προετοιμασία εκπόνησης Δημιουργικής Εργασίας Ενδεικτικό Παράδειγμα: Χημεία, Β' Λυκείου*, <http://bit.ly/2JLy8xV>

Ιστορία 4

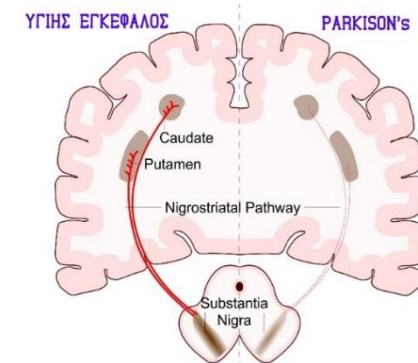
Κλινικές δοκιμές & Νανοσωματίδια

Το φράγμα αίματος-εγκεφάλου (BBB) είναι ένα ζωτικό όριο μεταξύ του νευρικού ιστού και του κυκλοφορούντος αίματος. Τα μοναδικά και προστατευτικά χαρακτηριστικά του BBB ελέγχουν την ομοιοστάση του εγκεφάλου, καθώς και την κίνηση των ιόντων και των μορίων. Η αποτυχία διατήρησης οποιουδήποτε από αυτά τα συστατικά έχει ως αποτέλεσμα τη διάσπαση αυτής της εξειδικευμένης πολυκυτταρικής δομής και κατά συνέπεια προάγει τη νευροφλεγμονή και τον νευροεκφυλισμό. Σε πολλές παθολογίες υψηλής συχνότητας, όπως εγκεφαλικό επεισόδιο, νόσος του Αλτσχάιμερ (AD) και νόσος του Πάρκινσον (PD), το BBB είναι εξασθενημένο. Ωστόσο, ακόμη και ένα κατεστραμμένο και πιο διαπερατό BBB μπορεί να δημιουργήσει σοβαρές προκλήσεις για τη διανομή φαρμάκων στον εγκέφαλο. ... Οι νανοφορείς (nanocarriers) είναι μικροί παράγοντες με την ικανότητα να περικλείουν φάρμακα που τους παρέχουν προστασία, αυξάνοντας τον χρόνο κυκλοφορίας τους και παρέχοντας μια χρονικά και χωρικά ελεγχόμενη απελευθέρωση του φορτίου τους στη θέση βλάβης μετά από ενδοφλέβια ένεση. Η χρήση νανοσωματιδίων (NP) σε σκευάσματα ικανά να ενθυλακώσουν μόρια με θεραπευτική αξία, ενώ στοχεύουν συγκεκριμένες διαδικασίες μεταφοράς στο εγκεφαλικό αγγειακό σύστημα, μπορεί να ενισχύσουν τη μεταφορά φαρμάκου μέσω του BBB σε νευροεκφυλιστικές / ισχαιμικές διαταραχές και να στοχεύσουν σχετικές περιοχές στον εγκέφαλο για αναγεννητικές διεργασίες. ... Οι θεραπείες αντικατάστασης ντοπαμίνης είναι σήμερα οι πιο χρησιμοποιούμενες μορφές θεραπείας PD, καθώς είναι σε θέση να βελτιώσουν τα κινητικά συμπτώματα. Ωστόσο, οι επιπτώσεις στη συμπεριφορά και τη γνώση εξακολουθούν να είναι αμφιλεγόμενες.... Σύμφωνα με αυτό, ο Rahuja και οι συνεργάτες του έχουν αναπτύξει νανοσωματίδια PLGA φορτωμένα με ντοπαμίνη (DA NPs) (με διάμετρο περίπου 120 nm), τα οποία μπόρεσαν να βελτιώσουν τη συμπεριφορά των ζώων, δηλαδή μειώνοντας την επαγόμενη από αμφεταμίνη περιστροφή, χωρίς να εμφανίζονται σημάδια μεταβολών που σχετίζονται με την καρδιά ή απότομες αλλαγές στον εγκέφαλο ή στην περιφέρεια.



(Αριστερά) – Τα κύρια παθολογικά σημάδια σε εγκέφαλο πάσχοντα από τη νόσο του Alzheimer (AD) όπου όπου δοκιμάσθηκαν συστήματα χορήγησης νανοσωματιδίων (NP) σε προκλινικά ζωικά μοντέλα. Τα κύρια χαρακτηριστικά της (AD) είναι η παρουσία πλακών αμυλοειδούς και νευρομυελικών πλεγμάτων στους νευρώνες. Αυτή η παρουσία οδηγεί σε σοβαρό νευροεκφυλισμό, συρρίκνωση των εγκεφαλικών φλοιών και ιππόκαμπου και διεύρυνση των κοιλιών.

(Δεξιά)– Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της νόσου του Πάρκινσον (PD) όπου δοκιμάσθηκαν συστήματα χορήγησης νανοσωματιδίων (NP) σε προκλινικά ζωικά μοντέλα.

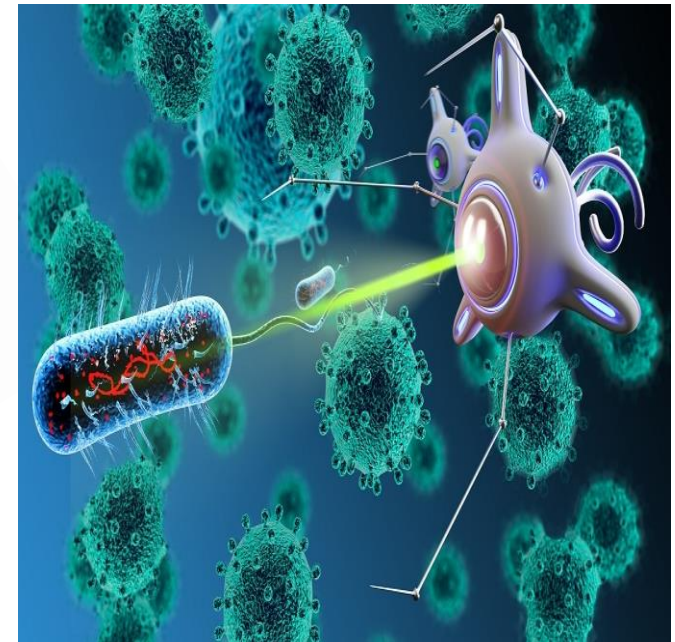


Πηγή: Saraiva et. al (2016). *Nanoparticle-mediated brain drug delivery: Overcoming blood–brain barrier to treat neurodegenerative diseases*. Journal of Controlled Release, 235, 34–47. doi:10.1016/j.jconrel.2016.05.044

Ιστορία 5

Οι κίνδυνοι της нанοτεχνολογίας για την ανθρώπινη υγεία

Έκθεση του Συμβουλίου του Ηνωμένου Βασιλείου για την Επιστήμη και την Τεχνολογία ([UK Council for Science and Technology](http://www.ukcouncil.org)) επέκρινε την κυβέρνηση για τη μη χρηματοδότηση περισσότερων ερευνών για τις τοξικολογικές, υγειονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των нанοτεχνολογιών. Το σημερινό 'κενό' γνώσης σχετικά με τον αντίκτυπο των νανοσωματιδίων στην ανθρώπινη υγεία προκαλεί ανησυχίες – και 'απαιτεί' άμεση περαιτέρω έρευνα. Τα νανοσωματίδια θα μπορούσαν, ενδεχομένως, να εισβάλλουν σε όργανα και συστήματα οργάνων του ανθρώπινου σώματος με αρνητικές συνέπειες για την υγεία. Για παράδειγμα, νανοϋλικά, όπως τα οξείδια μετάλλων και οι νανοσωλήνες άνθρακα, θα μπορούσαν (θεωρητικά) να συμπεριφέρονται ως σκόνη χαλαζία ή σωματίδια αμιάντου και να έχουν παρόμοιες καταστρεπτικές επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα. Μελέτες έχουν δείξει πως οι αμυντικοί μηχανισμοί του ανθρώπινου σώματος μπορούν να αντιμετωπίσουν νανοσωματίδια, όπως μικροοργανισμούς, αλλά τα νανοϋλικά μπορούν και συδέονται μεταξύ, σχηματίζοντας ίνες που είναι πολύ μεγάλες για να απορροφηθούν από τους μακροφάγους. Τα νανοσωματίδια περιέχουν μεγάλη αναλογία μετάλλων, και διαθέτουν μεγάλες δραστικές επιφάνειες οι οποίες θα μπορούσαν να μεταβάλουν την τοξικότητα των σωματιδίων και να βλάψουν τα ανθρώπινα κύτταρα. Η ραγδαία ανάπτυξη της νανοϊατρικής έχει οδηγήσει σε συναρπαστικές εξελίξεις στις γονιδιακές θεραπείες, στα στοχευμένα συστήματα χορήγησης φαρμάκων, στις μοριακές απεικονίσεις και στις συσκευές εμφύτευσης. Τα περισσότερα από αυτά βασίζονται σε τεχνικές που χειρίζονται νανοσωματίδια έτσι, ώστε να μπορούν να παρακάμψουν τους μηχανισμούς άμυνας του ανθρώπινου σώματος, γεγονός που μπορεί να σημαίνει ότι τα λιγότερο επιθυμητά νανοσωματίδια θα μπορούσαν, επίσης, να διεισδύσουν στα κύτταρα ή να διασχίσουν φυσικά εμπόδια. Ωστόσο, ο Κανονιστικός Οργανισμός Φαρμάκων του Ηνωμένου Βασιλείου ([MRHA](http://www.mhra.gov.uk)) είχε πρόσφατα διατυπώσει την άποψη πως τα υφιστάμενα ρυθμιστικά πλαίσια και οι διαδικασίες δοκιμαστικής ασφάλειας επαρκούν για την κάλυψη της χρήσης нанοτεχνολογιών σε φάρμακα και ιατροτεχνολογικά προϊόντα. Τώρα, ο MRHA αποφάσισε να μην συμμετέχει στην Επιτροπή Τυποποίησης Νανοτεχνολογίας του Ινστιτούτου Βρετανικών Προτύπων, μια κατάσταση την οποία το Ινστιτούτο χαρακτηρίζει ως "πολύ ανησυχητική". Το MRHA οφείλει να επανεξετάσει αμέσως την ανάπτυξη προτύπων για τις нанοτεχνολογίες. Οι άγνωστες και ανεπαρκώς ερευνηθείσες επιπτώσεις των нанοτεχνολογιών στην υγεία καθιστούν ασαφή την εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων σχετικά με τη μακροπρόθεσμη ασφάλειά τους ή μη.



Πηγή: The Lancet. (2007). *The risks of nanotechnology for human health*. The Lancet, 369(9568), 1142. doi:10.1016/s0140-6736(07)60538-8
Φωτό: <https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=5113>

Ιστορία 6

Ανησυχίες, Αρνητικές επιπτώσεις

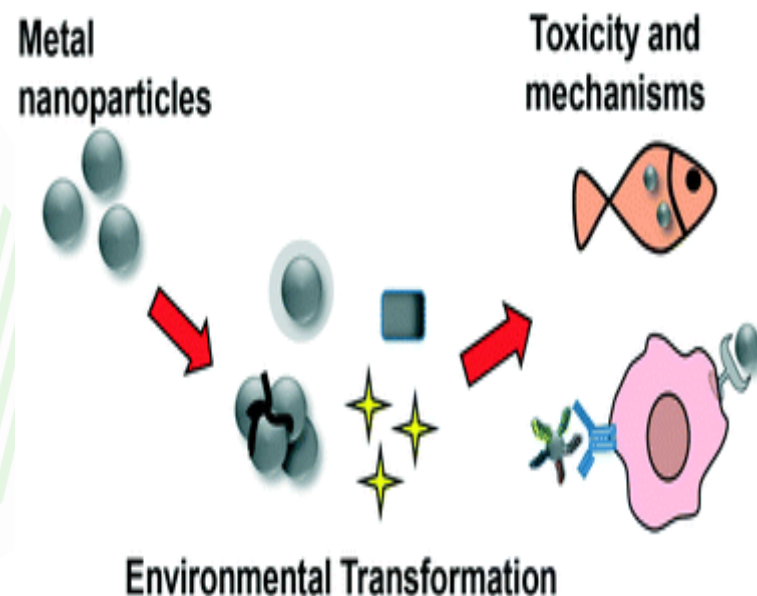
- Τα νανοσωματίδια μαγνητίτη (Fe_3O_4) έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα για την προσρόφηση τοξικών ιόντων, όπως του αρσενίτη. Ωστόσο, ελεύθερα νανοσωματίδια στα φυσικά ύδατα θα μπορούσαν να έχουν καταστροφικές επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς.

- Πρόσφατες μελέτες σχετικά με τη χημεία μετάλλου σιδήρου, ωστόσο, έδειξαν ότι ο ZVMs (μηδενικού σθένους μέταλλα) έχει αρκετά μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή του. Αυτά περιλαμβάνουν τον σχηματισμό των οξειδίων του σιδήρου στην επιφάνεια, αύξηση του pH του διαλύματος και τη μείωση στην αντιδραστικότητα με το χρόνο.

- Ελεύθερα αγώγιμα πολυμερή νανοσωματίδια θα μπορούσαν να καταλήξουν σε φυσικά ύδατα και να έχουν τοξικές επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς. Πράγματι, έχει παρατηρηθεί πως νανοϊνες έχουν τερατογόνες επιπτώσεις στις προνύμφες του βάτραχου.

- Μόρια που χρησιμοποιούνται σε ιατρικές θεραπείες, όπως οι ζωικές ή ανθρώπινες πρωτεΐνες, ορμόνες, κατάλοιπα του αίματος, και ορισμένα φάρμακα. Ανάμεσα σ' αυτά τα προϊόντα, οι ορμόνες και τα αντικαρκινικά φάρμακα αυξάνονται πολύ γρήγορα για 10 ή 20 χρόνια χωρίς ιδιαίτερη προσοχή στην επίδραση που ασκούν στο περιβάλλον. Αυτές οι ουσίες καταλήγουν στα μόρια του νερού και φτάνουν στα ποτάμια και, τέλος, στον ωκεανό.

- Στα ποτάμια, τα λύματα καταλήγουν στα φυτά, όπου η συγκέντρωση των εν λόγω μορίων μπορεί να είναι υψηλή, αυτά τα μόρια αλληλοεπιδρούν με τους ζωντανούς οργανισμούς, τροποποιώντας τη φυσική κατανομή του φύλου και την ισορροπία των υδρόβιων ειδών, ιδιαίτερα των ψαριών.



Πηγή: Λουκάς Γ., Παναγιολάου Κ. (2015) Χρήση μεθόδων νανοτεχνολογίας στον καθαρισμό και στην αφαλάτωση του νερού. [Πτυχιακή Εργασία](#), ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας,,

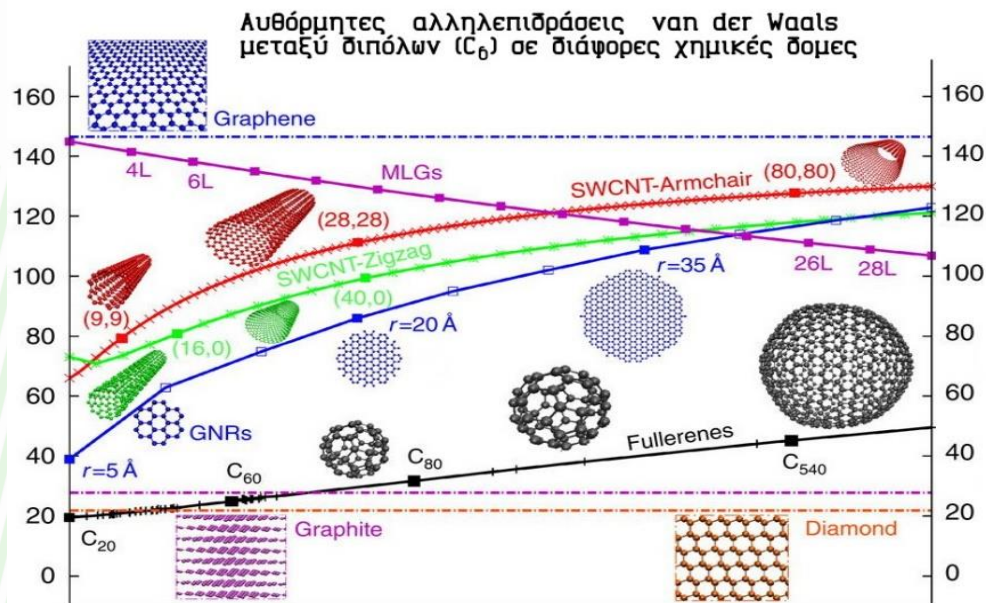
Ιστορία 7	Ιστορία 8
Οι παγίδες και οι προκλήσεις στη νανοτοξικολογία: Η περίπτωση των νανοκόκκων του φερρίτη κοβαλτίου (CoFe_2O_4) «Η νανοτεχνολογία αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς και πολλές υποσχέσεις για ένα λαμπρό κοινωνικοοικονομικό μέλλον. Οι ανησυχίες και οι αντιρρήσεις για την όλο και αυξανόμενη συμμετοχή της (σε όλους τους τομείς των εφαρμοσμένων επιστημών), καθιστούν τα νανοϋλικά πανταχού παρόντα στην ‘καθημερινή ζωή’. Η νανοτεχνολογία σαφώς μάς βοηθά να οπτικοποιήσουμε τους νέους μυστηριώδεις ορίζοντες στη νανο-μηχανική (λ.χ. νανορομπότ), τα νανο-ηλεκτρονικά (ακόμη μικρότερ chip), την περιβαλλοντική αποκατάσταση και τη νανοϊατρική. Σε όλα αυτά τα καίρια θέματα, τα νανოსωματίδια φερρίτη κοβαλτίου (CoFe) (NPs) είναι εξαιρετικοί ‘υποψήφιοι’ λόγω των εκπληκτικά ελεγχόμενων φυσικοχημικών και μαγνητικών ιδιοτήτων τους, καθώς και των εύκολων μεθόδων σύνθεσής τους. Η εκτεταμένη χρήση, όμως, των NPs CoFe μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τα NP του CoFe να διεισδύουν εύκολα στο ανθρώπινο σώμα με κατάποση, εισπνοή, προσρόφηση κ.λπ. Όταν εισέλθουν στο ανθρώπινο σώμα, μπορεί να προκαλέσουν καταστάσεις, όπως το οξειδωτικό στρες, την κυτταροτοξικότητα, την γονιδοτοξικότητα, φλεγμονές, αναπτυξιακές, μεταβολικές και ορμονικές ανωμαλίες». Πηγή: Ahmad, F., & Zhou, Y. (2017). Pitfalls and Challenges in Nanotoxicology: A Case of Cobalt Ferrite (CoFe_2O_4) Nanocomposites. Chemical Research in Toxicology, 30(2), 492–507. doi:10.1021/acs.chemrestox.6b00377, http://bit.ly/2YdzISF.	Νανοϋλικά & Ιατροφαρμακολογία «Στη θεραπευτική ιατρική σημαντικό ρόλο έχει η επιλεκτική μεταφορά φαρμάκων σε ιστούς και όργανα καθώς και η ελεγχόμενη απελευθέρωσή τους σε κύτταρα για την αποτελεσματική θεραπεία των ασθενειών. Τα φάρμακα αποδεδειγμένα στο ανθρώπινο σώμα είτε με στοματικές μεθόδους είτε διαμέσου του αναπνευστικού συστήματος ή με τη βοήθεια εμφυτευμάτων. Τα κύρια πλεονεκτήματα των νανομεταφορέων, σε αντίθεση με άλλους μεταφορείς φαρμάκων είναι: (α) το μικρό μέγεθος: Χάρη σε αυτό υπερπηδούν φυσιολογικά εμπόδια που συναντάνε στο ανθρώπινο σώμα και εισέρχονται στα κύτταρά του, (β) η αυξημένη διαλυτότητά τους ενισχύει τη βιοδιαθεσιμότητά τους, (γ) η ικανότητά τους να χορηγούνται σε συγκεκριμένους στόχους με ελεγχόμενη απελευθέρωση από συγκεκριμένα σήματα, που, συνήθως, βασίζονται στη θερμοκρασιακή ευαισθησία ή σε κάποια μαγνητική ιδιότητα. Οι νανομεταφορείς, επίσης, χρησιμοποιούνται για τη <u>θεραπεία ενάντια στον καρκίνο</u>, ως συστήματα στοχευμένης χορήγησης φαρμάκων με μειωμένη τοξικότητα και παρενέργειες εξαιτίας της ικανότητας να διεισδύουν στους καρκινικούς όγκους. Η σταθερότητα της εσωτερικής και εξωτερικής διανομής των νανοςωματιδίων στο βιολογικό αυτό μικροπεριβάλλον εξαρτάται από τη χημική τους φύση, τον χωρικό προσανατολισμό και το μέγεθός τους. <u>Ωστόσο, κάποια φάρμακα ή θεραπευτικά στελέχη που έχουν εξεταστεί στο εργαστήριο με θετικά αποτελέσματα στις εργαστηριακές μελέτες, δεν φαίνεται να έχουν το ίδιο θετικά αποτελέσματα στην κλινική πράξη</u>. Αυτό, πιθανόν, οφείλεται στην υποβάθμιση της θεραπευτικής ουσίας πριν φτάσει στον προκαθορισμένο στόχο καθώς και στη χαμηλά διαλυτότητα του φαρμάκου καθώς διαχέεται στο ανθρώπινο σώμα.» Πηγή: ΙΕΠ (2017) ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 1: Σχέδιο για την προετοιμασία εκπόνησης Δημιουργικής Εργασίας Ενδεικτικό Παράδειγμα: Χημεία, Β' Λυκείου, http://bit.ly/2JLy8xV & Alshahrani A., (2016), The Advantages of Nanotechnology in Medical Field, International Journal of Innovative Research in Electrical, Vol. 4, Issue 4, April 2016.

Ιστορία 9

Νανοϋλικά & Ζωντανοί Οργανισμοί

«Οι εταιρείες νανοτεχνολογίας, για να μετατρέψουν τα νανοσωματίδια σε χρήσιμα και εμπορεύσιμα προϊόντα, μελετάνε τους ζωντανούς οργανισμούς στο φυσικό τους περιβάλλον, καθώς οι οργανισμοί αυτοί διαθέτουν εξειδικευμένες οργανικές δομές νανοκλίμακας. Καλύτερο και πιο γνωστό παράδειγμα μιας αυτοκαθαριζόμενης επιφάνειας είναι το λεγόμενο **φαινόμενο του λωτού**. Το φαινόμενο του λωτού οφείλει την ονομασία του στον τρόπο καθαρισμού των φύλλων του άνθους του λωτού. Ανακαλύφθηκε από τους βοτανολόγους Wilhelm Barthlott και Christoph Neinhuis από το Πανεπιστήμιο της Βόννης στη Γερμανία. Τα άνθη του λωτού είναι επικαλυμμένα με μικροσκοπικά υδρόφοβα σωματίδια. Κατά την επαφή του νερού με αυτά τα σωματίδια το νερό δεν μένει στα φύλλα αλλά κυλάει, παίρνοντας μαζί του ταυτόχρονα και κάθε βρομιά. Επίσης, σκαθάρια, μύγες, αράχνες, σαύρες γκέκο αποκάλυψαν τα μυστικά τους στο Ινστιτούτο Μεταλλογνωσίας Max-Planck, στη Στουτγάρδη. Προσφύονται με τη βοήθεια τριχιδίων σε επιφάνειες, όπου αναπτύσσονται δεσμοί Van der Waals. Όσο βαρύτερο είναι το ζώο, τόσο λεπτότερα και πολυπληθέστερα τα τριχίδια. Παρατηρώντας σ' ένα απλό μικροσκόπιο τα πόδια μιας σαύρας γκέκο, διακρίνονται επάνω τους εκατοντάδες πτυχώσεις. Παρατηρώντας ακόμα πιο κοντά, με ένα πιο ισχυρό μικροσκόπιο, διαπιστώνεται ότι, σε κάθε πτύχωση υπάρχουν εκατομμύρια δεσμίδες, που αποτελούνται από πολύ μικρά τριχίδια, τόσο μικρά που μπορούν να υπολογιστούν μόνο στη νανοκλίμακα. Τέλος, το Ινστιτούτο Fraunhofer IFAM στην Βρέμη διενεργεί έρευνα σε τροποποιημένες κόλλες μυδιών, με σκοπό να είναι δυνατόν να συγκολλούνται λεπτότατες πορσελάνες ικανές να αντέχουν στο πλύσιμο σε πλυντήριο πιάτων. Ο λόγος είναι ότι όταν ένα μύδι προσκολλάται σε βράχο ανοίγει τις θυρίδες του και προωθεί τον πόδα του προς τον βράχο, κυρτώνει τον πόδα, ώστε να σχηματίζει βεντούζα και μέσω μικροσκοπικών αγωγών, εκκρίνει σφαιρίδια συγκολλητικής ύλης στο κοίλωμα υποπίεσης. Εκεί, τα σφαιρίδια διαρρηγνύονται και απελευθερώνουν ισχυρή συγκολλητική ύλη, η οποία αμέσως σχηματίζει μικρά «μαξιλάρια» αφρού. Με τον τρόπο αυτόν, το μύδι καταφέρνει να κλυδωνίζεται από το κύμα λόγω της απορρόφησης των κραδασμών από τον αφρό.»

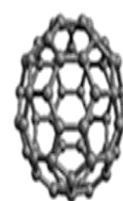
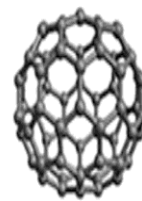
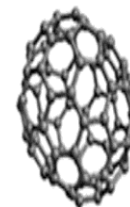
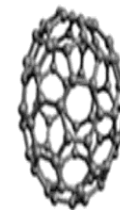
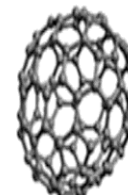
Πηγή: ΙΕΠ (2017) *ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ Ι: Σχέδιο για την προετοιμασία εκπόνησης Δημιουργικής Εργασίας Ενδεικτικό Παράδειγμα: Χημεία, Β' Λυκείου*, <http://bit.ly/2JLy8xV> (Διάγραμμα από Gobre V.V. & Tkatchenko A., (2013), *Scaling laws for van der Waals interactions in nanostructured materials*, Nature Communications volume 4, Article number: 2341)



Ιστορία 10

Φουλερένια (fullerenes)

Πρόκειται για σφαίρες με 60, 70 ή περισσότερα άτομα Άνθρακα (C) συνδεδεμένων μεταξύ τους σε 5-μελείς και 6-μελείς δακτυλίους σε συνολική διάταξη κανονικών πολυέδρων. Το πλήρες όνομα του C-60 είναι buckminsterfullerene (συχνά αναφέρεται και ως **bucky-ball**) προς τιμήν του αμερικανού αρχιτέκτονα Richard Buckminster Fuller. Το **φουλερένιο έχει εφαρμογές στα καλλυντικά και τα φαρμακευτικά είδη, τα λιπαντικά για τα μέρη μηχανών, καθώς και την ηλεκτρονική**. Το σταθερότερο εξ αυτών των μορίων διαπιστώθηκε ότι αποτελείται από 60 άτομα άνθρακα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ενδοεδρικά

C₆₀C₇₀C₇₆C₈₄C₉₆

φουλερένια μέσα στα οποία έχουν ενσωματωθεί άτομα ή μόρια, όπως τα μεταλλο-φουλερένια (σύνθετα νανοσωματίδια), και τα υδατοδιαλυτά φουλερένια τα οποία φέρουν στην εξωτερική τους επιφάνεια πολικές ομάδες που μειώνουν τον υδρόφοβο χαρακτήρα τους. Πιο συγκεκριμένα, τα ενδοεδρικά φουλερένια και η σφαιρική τους δομή τους επιτρέπει τον εγκλωβισμό ατόμων, μορίων ή ιόντων στην εσωτερική τους κοιλότητα. Συμβολίζονται ως **M@C₆₀**. Το σύμβολο @ υποδηλώνει ότι το άτομο που αναγράφεται πριν από το C₆₀ εντοπίζεται στο εσωτερικό του. Ο μηχανισμός ενσωμάτωσης δεν είναι γνωστός. Στη βιβλιογραφία έχει αναφερθεί η παρασκευή ενδοεδρικών συμπλόκων φουλερενίων με... Λανθάνιο(La), Ύτριο(Y), Σκάνδιο(Sc), Σελήνιο(Ce), Νεοδύμιο(Nd), Σαμάριο(Sm), Ευρώπιο(Eu), Γαδολίνιο(Gd), Τύρβιο(Tb), Δυσπρόσιο(Dy), Χόλμιο(Ho), και Έρβιο(Er). Επίσης, στο εσωτερικό των φουλερενίων έχουν εγκλειστεί άτομα ευγενών αερίων (He, Ne, Ar, Kr, Xe) σε συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Το φουλερένιο C₆₀ μπορεί να δράσει ως συσσωρευτής υδρογόνου – ώστε κατόπιν το H να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, να οδηγήσει ένα μόριο οργανικό μόριο στη θέση που επιθυμούμε (π.χ. σε μια πρωτεΐνη), να δράσει ως κβαντικές κουκκίδες σε επεξεργαστές υπερυπολογιστών ή σε στοιχεία ελέγχου σε επικοινωνίες οπτικών ινών. Επίσης, στην υπεραγωγιμότητα π.χ. ένας φουλερίτης με πρόσμιξη καλίου(K) ή ρουβιδίου(Rb) έγινε υπεραγωγός σε 28 - 29K. οι επιστήμονες εκτιμούν πως θα ανοίξουν τον δρόμο για ατομικά ρολόγια νέας «γενιάς», δηλαδή διατάξεις για τη μέτρηση του χρόνου με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια μέτρησης που δεν θα ξεπερνούν σε μέγεθος τα μικροσίπ. Επομένως, σε αντίθεση με τα σημερινά ατομικά ρολόγια, θα μπορούν για παράδειγμα να ενσωματωθούν στα κινητά τηλέφωνα, ώστε να κάνουν πολύ ακριβέστερη τη λειτουργία των GPS.

Πηγή: Alves et al. (2014) *Nanotoxicology – Materials*, ISBN 978-1-4614-8993-1, DOI 10.1007/978-1-4614-8993-1, Springer & Βουγιουκαλάκης Γ, *Χημεία Υλικών (Οργανικά Υλικά)*, Τμήμα Χημείας Εργαστήριο Οργανικής Χημείας, ΕΚΠΑ, <http://bit.ly/2YrhVC1> & ΙΕΠ (2017) *ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ Ι: Σχέδιο για την προετοιμασία εκπόνησης Δημιουργικής Εργασίας Ενδεικτικό Παράδειγμα: Χημεία, Β' Λυκείου*, <http://bit.ly/2JLy8xV>, & ΙΕΠ (2017) *ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ Ι: Σχέδιο για την προετοιμασία εκπόνησης Δημιουργικής Εργασίας Ενδεικτικό Παράδειγμα: Χημεία, Β' Λυκείου*, <http://bit.ly/2JLy8xV> & Jorio A. (eds.), (2016), *Bioengineering Applications of Carbon Nanostructures*, ISBN 978-3-319-25907-9, DOI 10.1007/978-3-319-25907-9, Springer International Publishing.

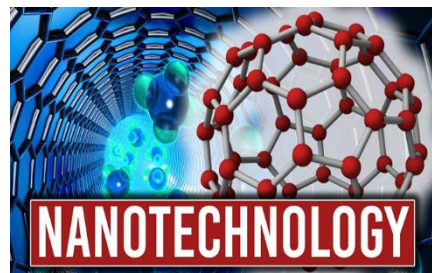
Ιστορία 11

Νανοτεχνολογία και εφαρμογές.

Μετά από περισσότερα από 20 χρόνια βασικής έρευνας στη νανοεπιστήμη και περισσότερα από 15 χρόνια εστιασμένης έρευνας στη νανοτεχνολογία, οι εφαρμογές της τελευταίας προσφέρουν με αναμενόμενο και απροσδόκητο τρόπο την υπόσχεσή της να ωφελήσει την κοινωνία. Η νανοτεχνολογία συμβάλλει στη βελτίωση, ακόμη και στην επανάσταση, πολλών τομέων της τεχνολογίας και της βιομηχανίας: π.χ. της τεχνολογίας πληροφοριών, της εγχώριας ασφάλειας, της ιατρικής, των μεταφορών, της ενέργειας, της ασφάλειας των τροφίμων και της περιβαλλοντικής επιστήμης. Παρακάτω, περιγράφεται μια δειγματοληψία της ταχέως αναπτυσσόμενης λίστας παροχών και εφαρμογών της νανοτεχνολογίας.

- **Καθημερινά Υλικά και Διαδικασίες** - Πολλά οφέλη της νανοτεχνολογίας εξαρτώνται από το γεγονός ότι είναι δυνατόν να προσαρμοστούν οι δομές των υλικών σε εξαιρετικά μικρές κλίμακες, για να επιτευχθούν συγκεκριμένες ιδιότητες, επεκτείνοντας έτσι σημαντικά την εργαλειοθήκη επιστήμης υλικών. Χρησιμοποιώντας τη νανοτεχνολογία, τα υλικά μπορούν πιο αποτελεσματικά να γίνουν ισχυρότερα, ελαφρύτερα, πιο ανθεκτικά, πιο αντιδραστικά, ή καλύτεροι ηλεκτρικοί αγωγοί, μεταξύ πολλών άλλων χαρακτηριστικών. Πολλά εμπορικά προϊόντα κυκλοφορούν στην αγορά και χρησιμοποιούνται καθημερινά και βασίζονται σε υλικά και διαδικασίες νανοκλίμακας.
- **Ηλεκτρονικά και Εφαρμογές Πληροφορικής** - Η νανοτεχνολογία έχει συμβάλει σε σημαντικές εξελίξεις στον υπολογιστή και την ηλεκτρονική, οδηγώντας σε γρηγορότερα, μικρότερα και πιο φορητά συστήματα, που μπορούν να διαχειριστούν και να αποθηκεύσουν όλο και μεγαλύτερες ποσότητες πληροφορίας.
- **Εφαρμογές ιατρικής και υγειονομικής περίθαλψης** - Η νανοτεχνολογία διευρύνει ήδη τα ιατρικά εργαλεία, τις γνώσεις και τις θεραπείες που διατίθενται σήμερα στους ιατρούς. Η νανοϊατρική, η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στην ιατρική, βασίζεται στη φυσική κλίμακα βιολογικών φαινομένων για την παραγωγή λύσεων ακριβείας για την πρόληψη, τη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενειών.
- **Ενεργειακές Εφαρμογές** - Η νανοτεχνολογία βρίσκει εφαρμογή σε παραδοσιακές πηγές ενέργειας και βελτιώνει σημαντικά τις εναλλακτικές ενεργειακές προσεγγίσεις, για να καλύψει τις αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις παγκοσμίως.
- **Περιβαλλοντική αποκατάσταση** - Εκτός από τους τρόπους με τους οποίους η νανοτεχνολογία μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, υπάρχουν, επίσης, πολλοί τρόποι που μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό και τον καθαρισμό περιβαλλοντικών ρύπων.
- **Μελλοντικά οφέλη στις μεταφορές** - Η νανοτεχνολογία προσφέρει την υπόσχεση ανάπτυξης πολυλειτουργικών υλικών, που θα συμβάλουν στην κατασκευή και συντήρηση ελαφρύτερων, ασφαλέστερων, εξυπνότερων και αποδοτικότερων οχημάτων, αεροσκαφών, διαστημικών σκαφών και πλοίων.

Πηγή: <https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits>



Παράλληλα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι αν και τα οφέλη από τη χρήση των νανοτεχνολογιών είναι πολλά, οι τεχνολογίες αυτές, λόγω του υψηλού κόστους, ελέγχονται, κυρίως, από τις αναπτυγμένες χώρες και τις πολυεθνικές εταιρείες. Αυτό έχει (προς το παρόν τουλάχιστον) ως αποτέλεσμα, οι τεχνολογίες να μην είναι προσιτές για το ευρύ κοινό, εδραιώνοντας περισσότερο τον διαχωρισμό ανάμεσα στους κατοίκους αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών.

Πηγές : Sheetza T, Vidal J, Pearson TD, Lozano K. Nanotechnology: Awareness and societal concerns. Technology in Society, 2005, 27: 329–345 και Gammel S. Nano-Ethics. Basic Ethical Concepts. The Ethics Portfolio. Technical University Darmstadt for NanoCap. 2009.

ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 1	ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 2	ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 3	ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 4
Υπάρχει όντως μεγάλη παρουσία των νανοϋλικών στην ‘καθημερινή ζωή’ και τι επίδραση μπορεί να έχει αυτό στην υγεία του πληθυσμού;	Ποιες θεωρείτε τις σημαντικότερες εφαρμογές των νανοϋλικών;	Η ανάγκη για την παραγωγή νανοϋλικών τι επίδραση μπορεί να έχει στη διαδικασία και την αγορά των ‘πρώτων υλών’ που απαιτούνται;	Πρέπει να αντιμετωπίσουμε τη νανοτοξικότητα, ως μια νέα κατηγορία τοξικότητας, για την οποία λίγα είναι γνωστά, δίνοντας ιδιαίτερο βάρος στους ευαίσθητους πληθυσμούς (λ.χ. παιδιά) ο οργανισμός των οποίων είναι πιο ευάλωτος σε σύγκριση με εκείνον των ενηλίκων;
ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 5	ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 6	ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 7	ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 8
Πόσο πιθανή είναι η (μη ελεγχόμενη) έκλυση νονοσωματιδίων στην ατμόσφαιρα και τι αποτέλεσμα μπορεί να έχει στη δημόσια υγεία; Μπορούν να υπάρξουν αντίμετρα στη νανο-ρύπανση με τη χρήση νανοϋλικών;	Υπάρχουν βιολογικές συνέπειες των νανοϋλικών τόσο στα ζώα όσο και στα φυτά;	Ποιες είναι οι θετικές χρήσεις της νανοτεχνολογίας;	Στην ιατρική έχει να επιδείξει κάτι η έρευνα με νανοϋλικά;

ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 9

Πόσο ...παλιά είναι η νανοτεχνολογία;

ΚΑΡΤΑ ΕΡΩΤΗΣΗΣ 10

<i>Είδος Νανοϋλικού</i>	BSI (Ηνωμ. Βασίλειο 2007)	IFA (Γερμανία 2009) & SER (Ολλανδία 2012)	SWA (Αυστραλία 2012)	NIOSH (ΗΠΑ 2013)
<i>Ινες</i>	0.01 fibers/cm ³	0.01 fibers/cm ³	0.1 fibers/cm ³	0.007 mg/m ³
<i>Κοκκώδη</i>	20 000 particl./ cm ³	40 000 particl./cm3	0.3 mg/m ³	0,003 mg/m ³

Αναφερόμενοι στον παραπάνω Πίνακα βλέπετε διαφορές στις ‘ανεκτές’ ή ‘επιτρεπόμενες’ τιμές νανοσωματιδίων στους διάφορους οργανισμούς; Πού πιστεύετε ότι οφείλεται αυτό και τι συνέπεια μπορεί αυτό να έχει στην υγεία μας;

Προετοιμάστε τα επιχειρήματα για τη συζήτηση. Μια ομάδα μαθητών ετοιμάζει επιχειρήματα που υποστηρίζουν την μία άποψη, ή άλλη έχει αντίθετα επιχειρήματα. Χρησιμοποιήστε το προτεινόμενο σχήμα.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ Ν° 1.

Επιχείρημα με συλλογιστική	Πιθανές αντικρούσεις από την άλλη ομάδα	Απαντήσεις στις αντικρούσεις

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ Ν^ο 2.

Επιχείρημα με συλλογιστική	Πιθανές αντικρούσεις από την άλλη ομάδα	Απαντήσεις στις αντικρούσεις
		

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ Ν^ο 3.

Επιχείρημα με συλλογιστική	Πιθανές αντικρούσεις από την άλλη ομάδα	Απαντήσεις στις αντικρούσεις

The project has been funded with the support of European Commission within ERASMUS+ program



Επιμέλεια Υλικού: Δημήτριος Ι. Σωτηρόπουλος

odyssey.igf.edu.pl

Νανοτεχνολογία Υγεία και Περιβάλλον

Δημήτριος Ι. Σωτηρόπουλος, Μέλος του Ι.Ρ.Ε.Σ.Ε.,
Φυσικός , Μ.Εδ. στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών
Ph.D. στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Ψηφιακή
Τεχνολογία

6, Φεβρουάριος 2020

Διαδικτυακό Webinar

Έναυσμα

<https://www.youtube.com/watch?v=CjpXj2BqJBY>

Στο σημερινό διαδικτυακό σεμινάριο /webinar

- Θα γνωρίσετε την έννοια της νανοκλίμακας
- και τα υλικά που έχουν δημιουργηθεί σε αυτήν την κλίμακα, τα οποία προσφέρουν λύσεις και διαθέτουν πλεονεκτήματα στους διάφορους τομείς εφαρμογής τους (ιατρική, φαρμακολογία, βιομηχανία, καλλυντικά, κ.ά.).
- Παράλληλα, θα αναγνωρίσετε τη συνεισφορά από την ανάπτυξη αυτών των υλικών στην οικονομία και
- θα προσεγγίσετε τους πιθανούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία από την (ανεξέλεγκτη) διάχυσή τους στο περιβάλλον.
- Θα γνωρίσετε το τι κάνει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τον έλεγχο της ανεξέλεγκτης χρήσης τους.

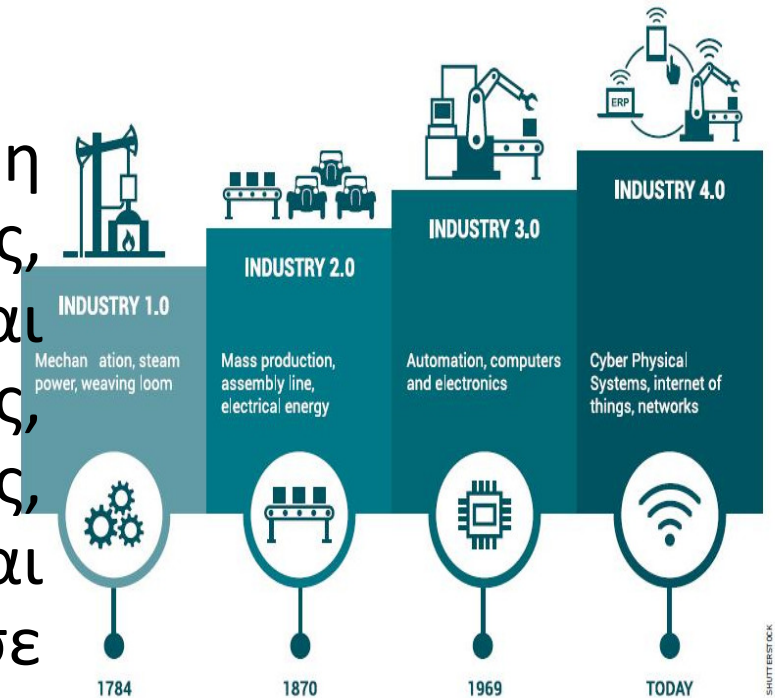
Θεωρητική Εισαγωγή

για τη Νανο-τεχνολογία

4^η Βιομηχανική Επανάσταση

Η 4η Βιομηχανική επανάσταση (4BE/4IR) έχει ήδη αρχίσει. Οι χώρες που επιζητούν την εξέλιξή τους, ως κοινωνίες, συμμετέχουν με κάθε μέσο και τρόπο σε αυτήν. Μαθητές, φοιτητές καθηγητές, πανεπιστήμια, Ιδρύματα, Ινστιτούτα, εταιρείες, φορείς και πολιτικοί συμμετέχουν ενεργά και συμβάλλουν με τον (αντίστοιχο) ρόλο τους σε αυτή.

Οι κύριες τεχνολογικές διαστάσεις, που σχετίζονται με την 4η Βιομηχανική Επανάσταση, είναι: οι Πληροφορικές Τεχνολογίες, η Τεχνητή Νοημοσύνη, η Φωτονική, η Νανοτεχνολογία, η Βιοτεχνολογία και η Ρομποτική.



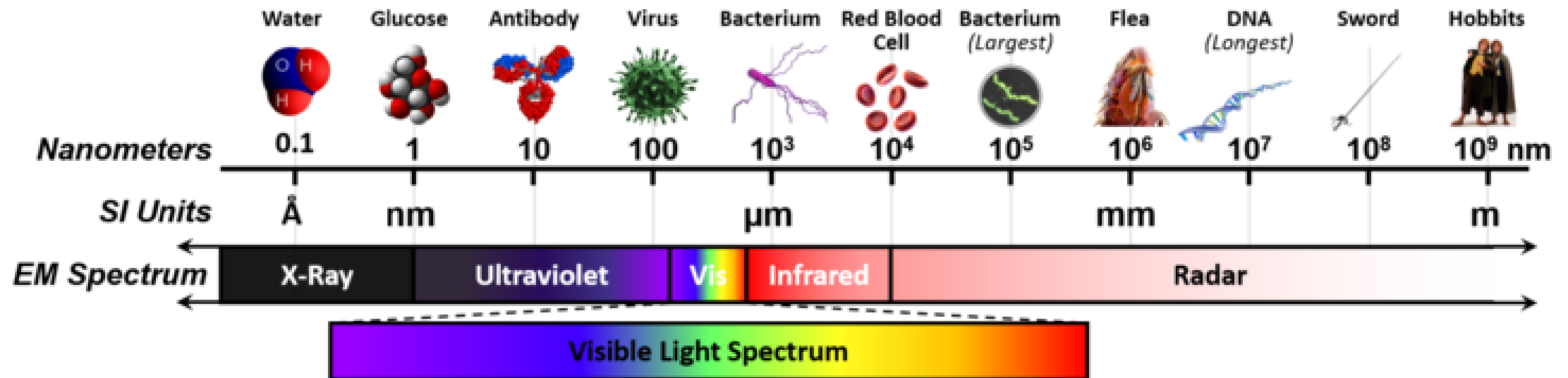
4^η Βιομηχανική Επανάσταση

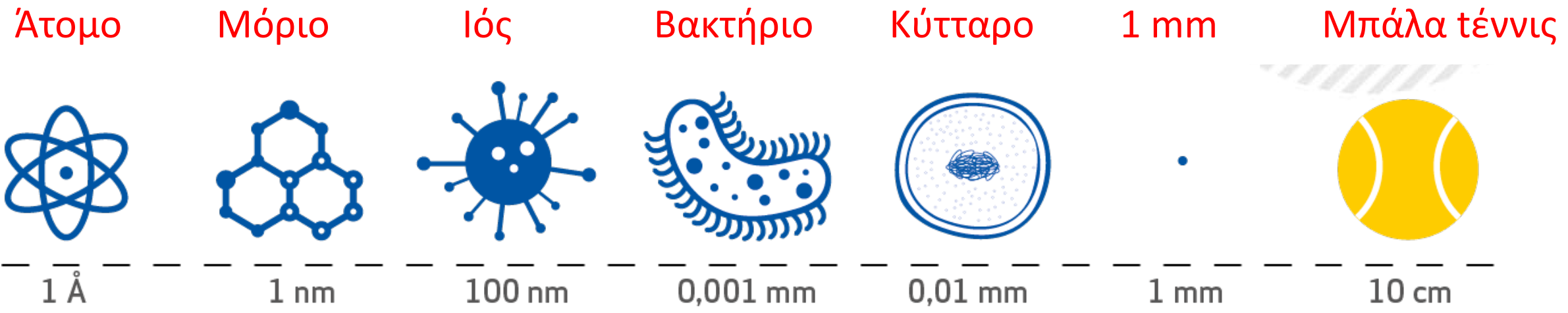
Κοιτώντας με όραμα μπροστά και με στόχο την ενεργό συμμετοχή της χώρας μας στο παγκόσμιο εκπαιδευτικό γίγνεσθαι, κρίνεται σκόπιμο οι μαθητές/τριες του σύγχρονου ελληνικού σχολείου να ενημερωθούν και να ασχοληθούν, ουσιαστικά, με τη νανοτεχνολογία, που αποτελεί μια από τις σημαντικότερες διαστάσεις της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης



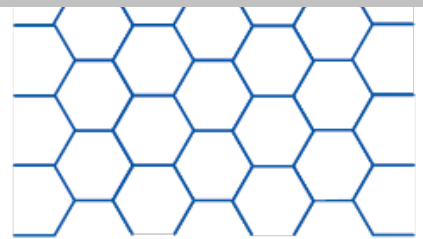
Μέγεθος νάνο- ..πόσο μικρό είναι;

- <https://kapwi.ng/c/IgPpEadq>





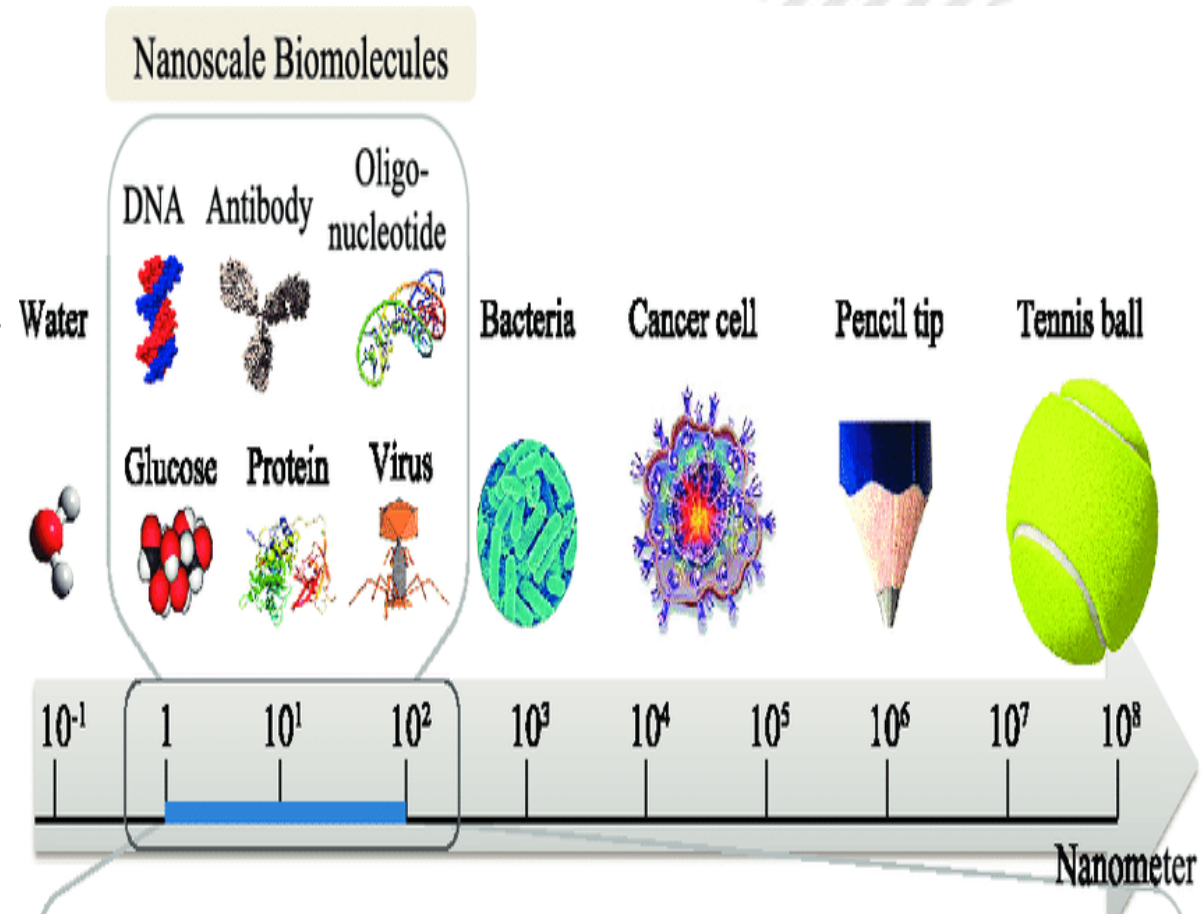
Νανοϋλικά
1– 100 nm



Για παράδειγμα:

> το μόριο του DNA αποτελεί υλικό της νανοκλίμακας (1-2 νανόμετρα διάμετρος), το ίδιο και τα υποκυτταρικά υπερ-μοριακά συμπλέγματα, όπως τα ριβοσώματα (20 νανόμετρα). Το ίδιο και οι ιοί (30-100 νανόμετρα) και τα prions (4-10 νανόμετρα).

> Τα βακτήρια (μικρόβια) ανήκουν στη μικρο-κλίμακα, καθώς οι διαστάσεις των μικροβίων κυμαίνονται από 200 και 300 νανόμετρα (μυκοπλάσματα) έως και 2-500 μικρόμετρα (E.coli = 2 μικρόμετρα και το γιγαντιαίο βακτήριο Thiomargarita = 500-600 μικρόμετρα).

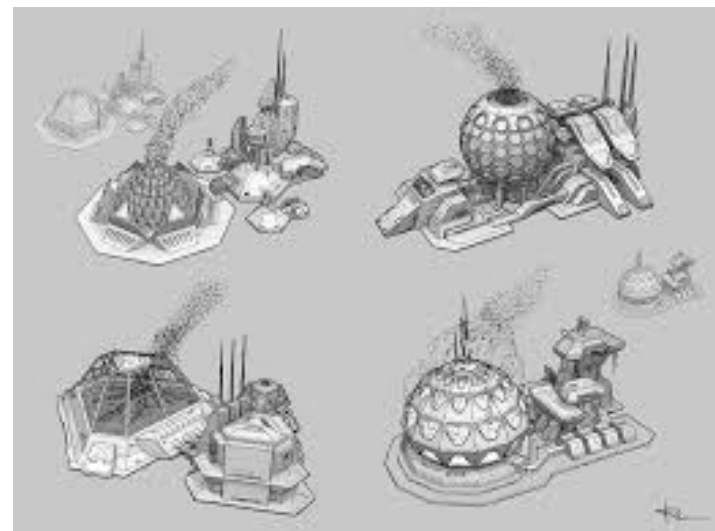


"Θέλω να κατασκευάσω ένα δισεκατομμύριο μικροσκοπικά εργοστάσια, όπου το ένα θα αποτελεί πρότυπο του άλλου, τα οποία θα συντίθενται ταυτόχρονα. Οι αρχές της Φυσικής με βάση τις εκτιμήσεις μου, δεν αντιτίθενται στην πιθανότητα του να χειριζόμαστε υλικά αντικείμενα, άτομο-προς-άτομο. Το concept αυτό, δεν αποτελεί ουδεμία απόπειρα παραβίασης των νόμων της φύσης. Είναι κάτι που είναι δυνατό να συμβεί και ο λόγος που δεν έχει συμβεί ακόμα κάτι τέτοιο στην πράξη, είναι ότι είμαστε πολύ μεγάλοι σε μέγεθος για κάτι τέτοιο."

*Richard Feynman, απόσπασμα από την σειρά διαλέξεών του
πάνω στη Νανοτεχνολογία, το 1959, με τίτλο*

"There's Plenty of Room at the Bottom"

<https://transhumanistgr.wixsite.com/society/blog/η-μοριακή-νανοτεχνολογία-και-το-μοριακό-μέλλον-της-ανθρωπότητας>



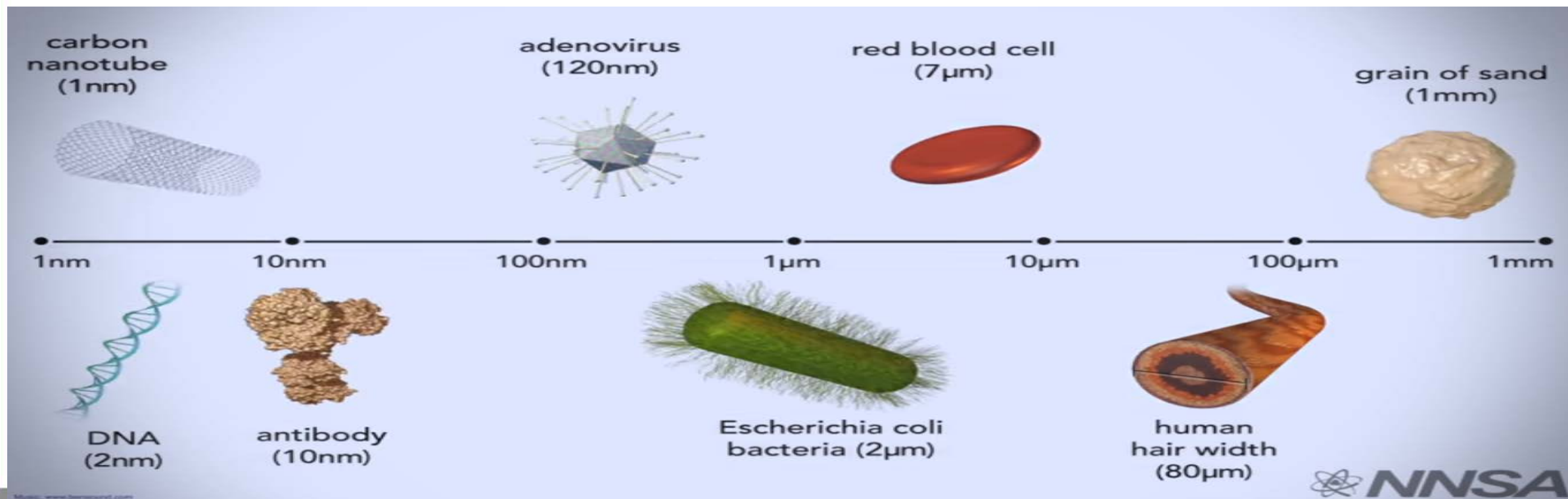
Νανο-τεχνολογία

Νανο-τεχνολογία είναι η μελέτη και η τεχνολογική δημιουργία πολύ μικρών αντικειμένων (που βρίσκονται στην τάξη μεγέθους των νανομέτρων/nm), τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε πολλούς τομείς, όπως τη βιοχημεία, την επιστήμη των υλικών, τη φαρμακολογία, την ιατρική και αλλού.

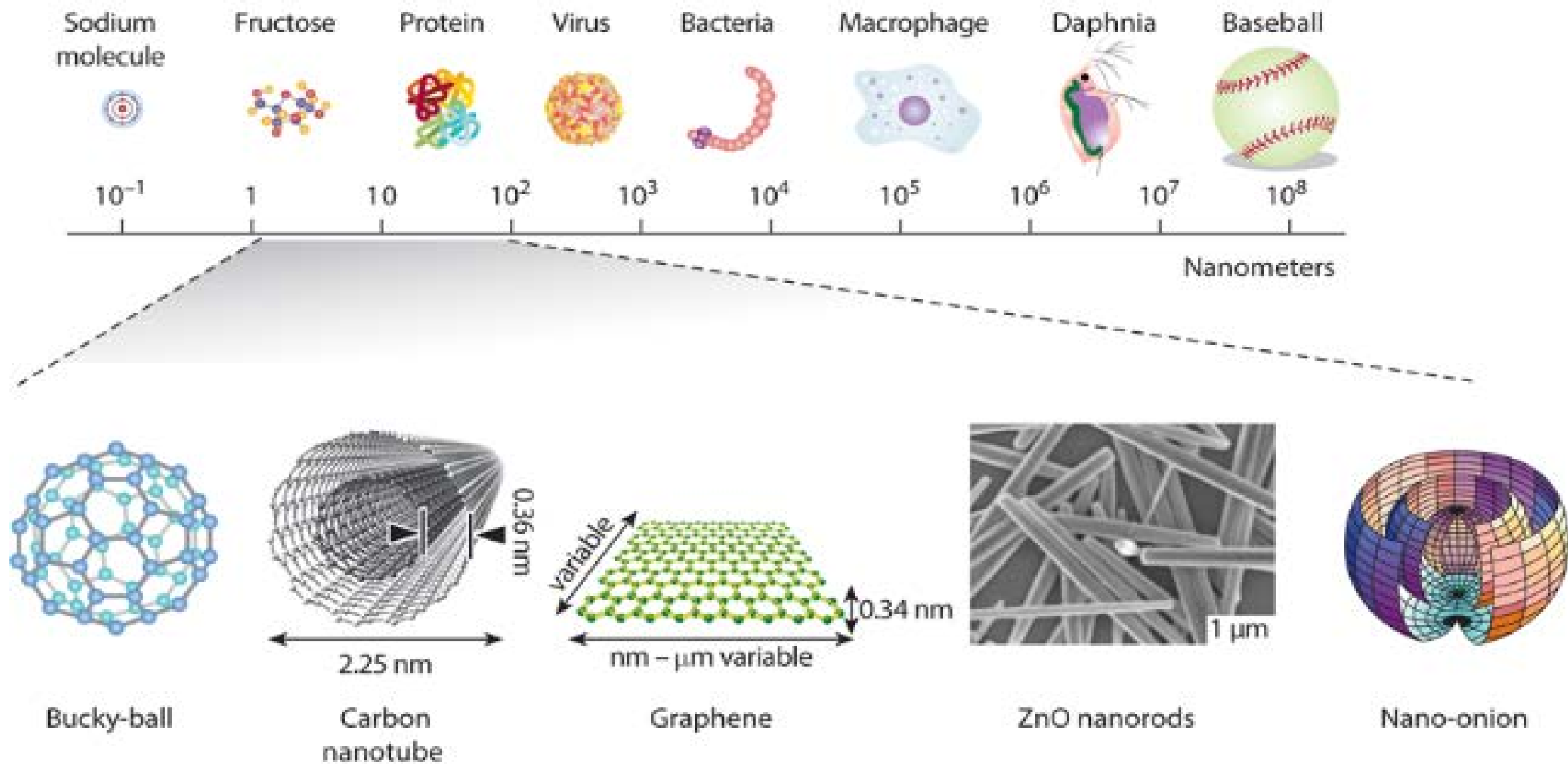
Οι κύριες δραστηριότητες της νανο-τεχνολογίας περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό και την κατασκευή νανοϋλικών στο επίπεδο του μορίου και του ατόμου, κατά περίπτωση, καθώς και τις ποικίλες εφαρμογές των υλικών αυτών στη βιομηχανία και την καθημερινή ζωή.

Για να δούμε ...τη νανοκλίμακα

<https://www.youtube.com/watch?v=sqv5ESP20tw>



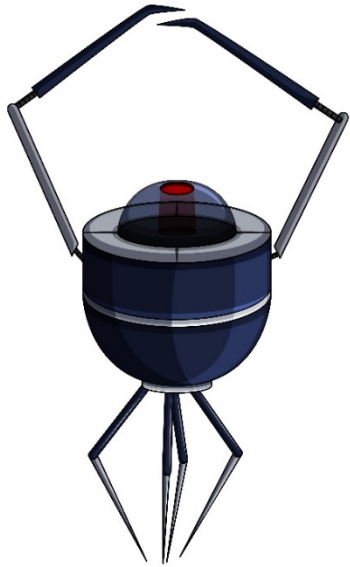
Nanoscale materials



Source: Curtis D. Klaassen, John B. Watkins III: *Casarett & Doull's Essentials of Toxicology*, 3rd Edition: www.accesspharmacy.com
 Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

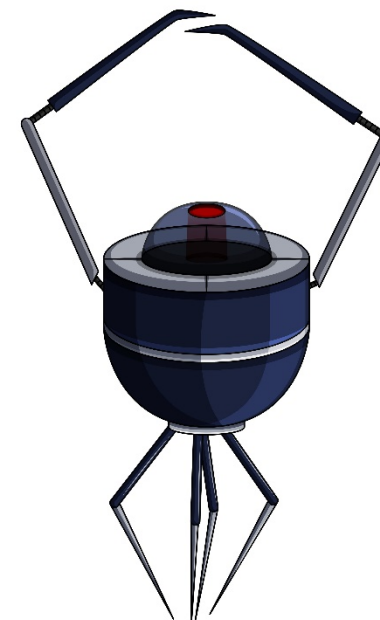
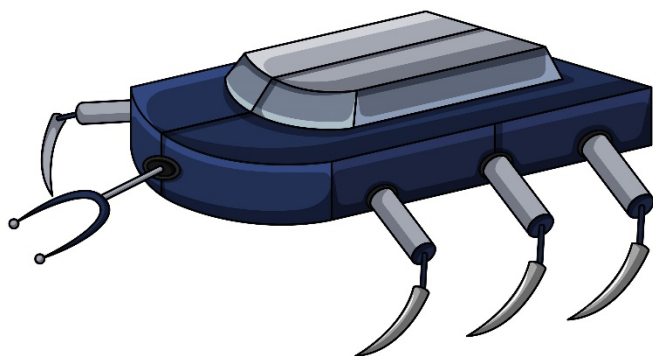
Νάνο - Υλικά

- [1. https://www.youtube.com/watch?v=dQhhcgn8YZo](https://www.youtube.com/watch?v=dQhhcgn8YZo)
- [2. https://www.youtube.com/watch?v=IGjCOJqINPA](https://www.youtube.com/watch?v=IGjCOJqINPA)

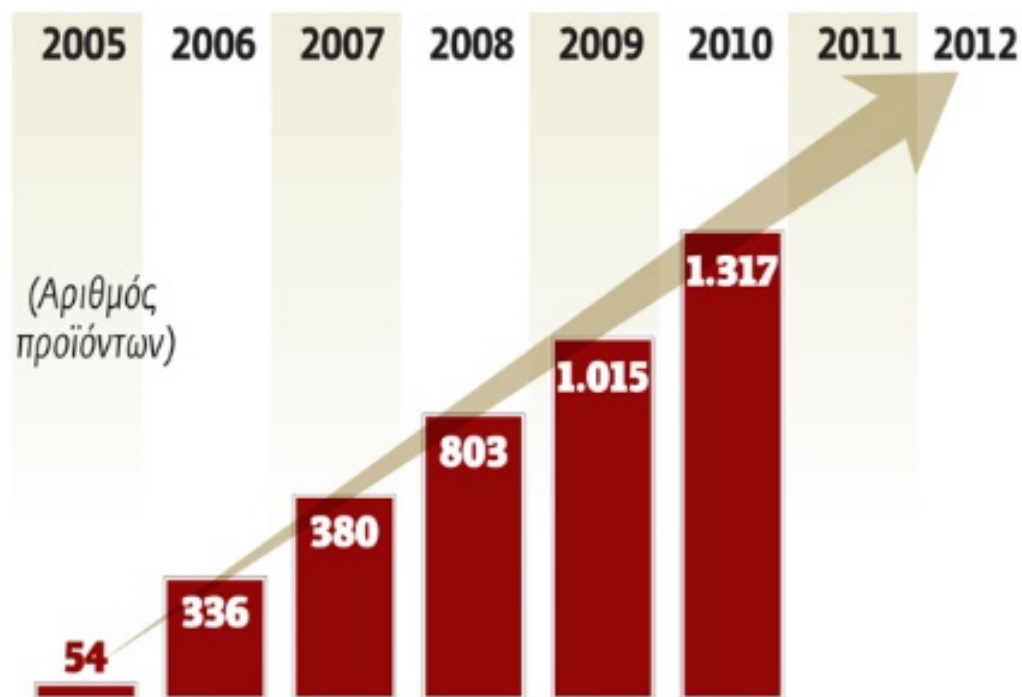


Νανοϋλικά

Nanomaterials Database

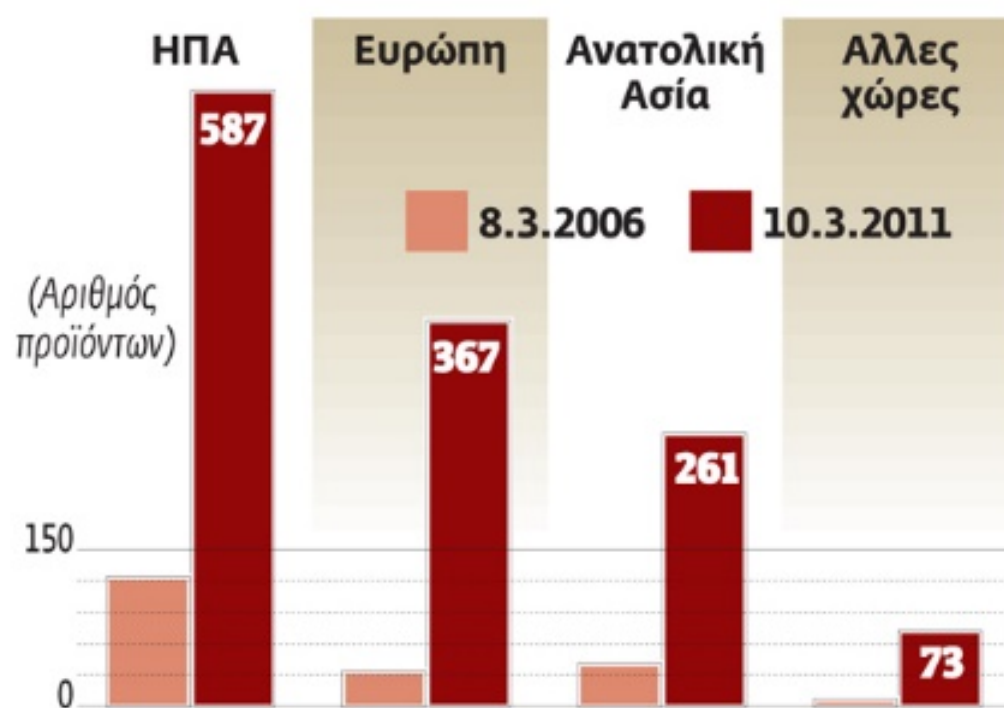


Με γεωμετρική πρόοδο αυξάνονται τα προϊόντα με νανοσωματίδια



Πηγή: The Project on Emerging Nanotechnologies (<http://www.nanotechproject.org/>)

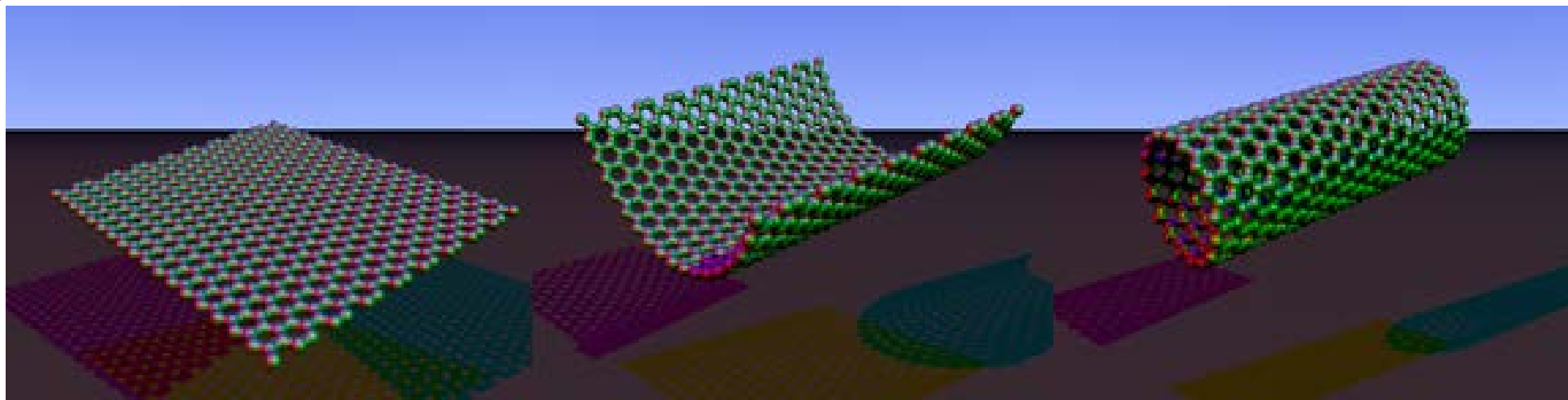
ΗΠΑ και Ευρώπη στην κορυφή της παραγωγής νανοπροϊόντων



- **Νανοσωλήνες άνθρακα**

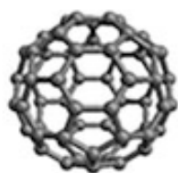
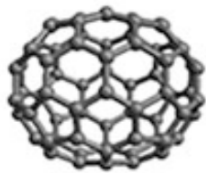
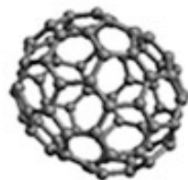
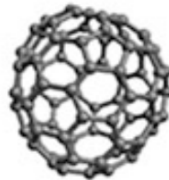
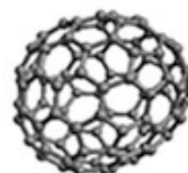
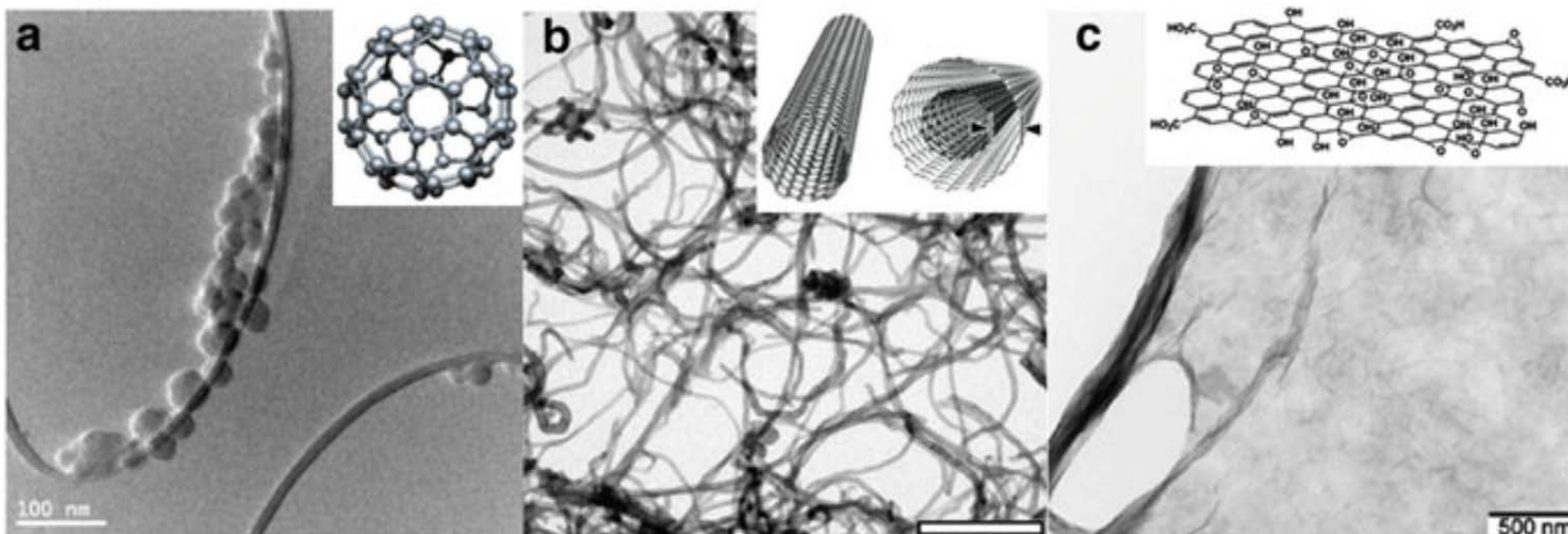
Οι εφαρμογές των νανοσωλήνων άνθρακα είναι πάρα πολλές

Φανταστείτε έναν ανθρακο-σωλήνα ως ένα πλέγμα γραφενίου (άτομα άνθρακα), το οποίο τυλίγεται και δημιουργεί μία κυλινδρική επιφάνεια.



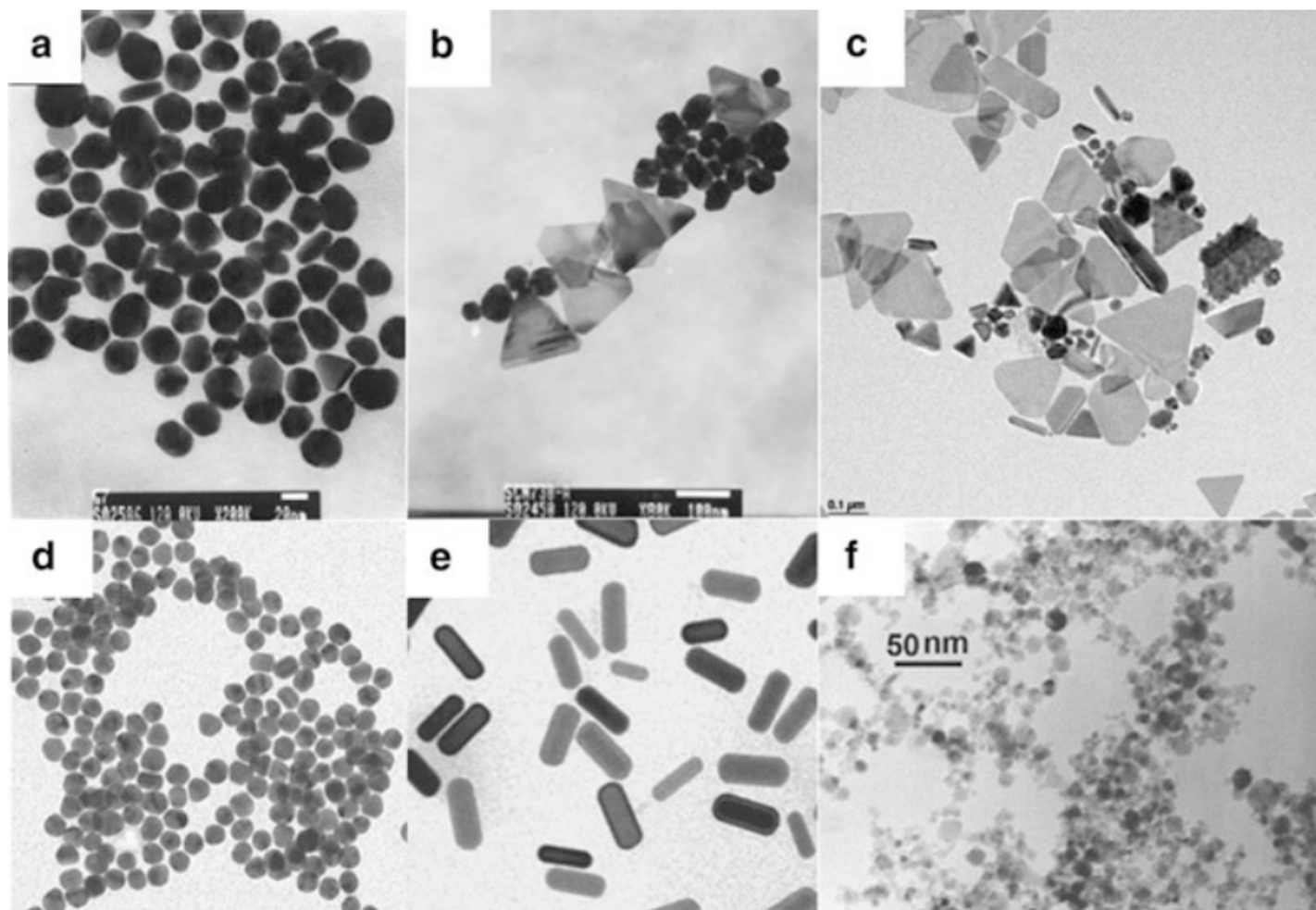
<https://nucleus2012.wordpress.com/2015/05/22/οι-τρομακτικές-δυνατότητες-της-νανοτ/>

• Φουλλερένια

 C_{60}  C_{70}  C_{76}  C_{84}  C_{96} 

Φωτογραφίες από...
α) φουλλερένιο C-60
β) πολυ-
αποδομημένους νανο-
σωλήνες άνθρακα
γ) μονής στιβάδας
οξειδίου του
γραφένιου.

Alves et al., 2019:6

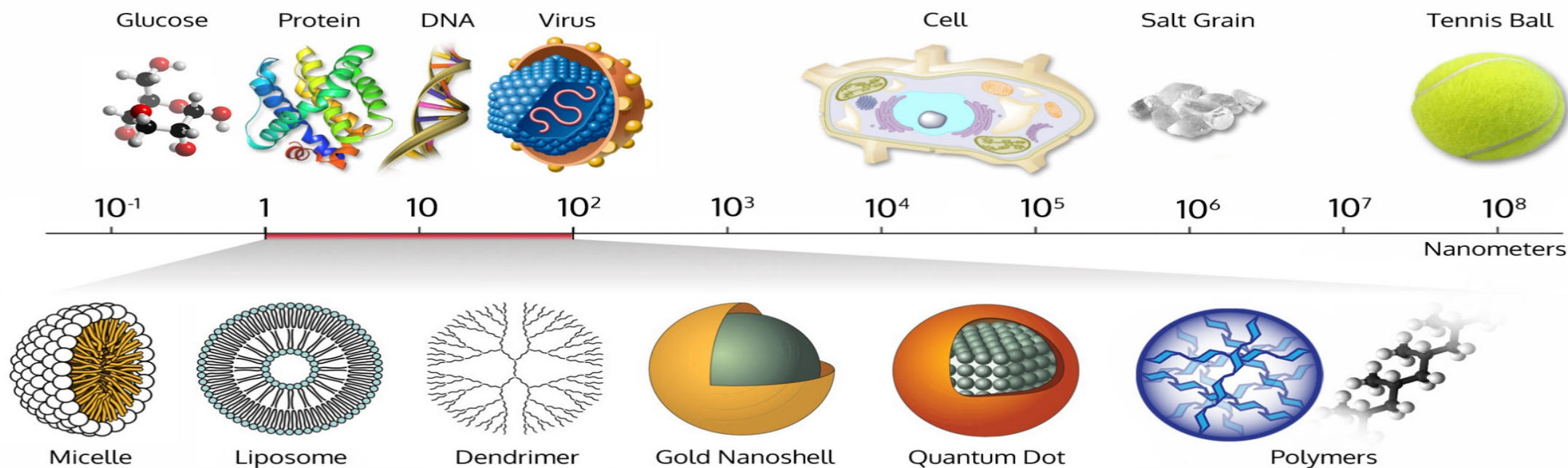


Φωτογραφίες από...

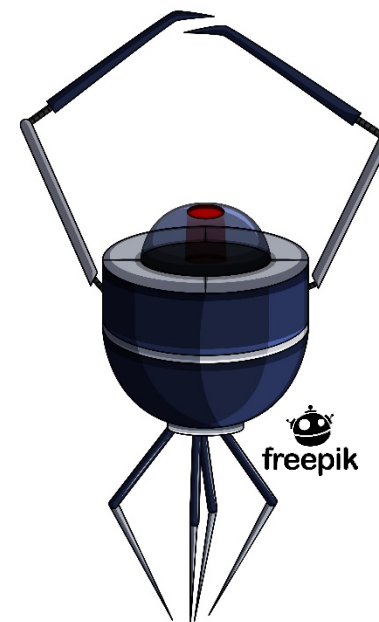
- α) σφαιρικά νανοσωματίδια αργύρου (Ag)
- β) νανοσωματίδια Ag (διάφορα σχήματα)
- γ) τριγωνικά και τετράπλευρα νανοσωματίδια Ag
- δ) σφαιρικά νανοσωματίδια χρυσού (Au)
- ε) nanorods χρυσού (Au)
- στ) σφαιρικά νανοσωματίδια TiO_2

Alves et al., 2019:13

✓ Χάρη στους νανοσωλήνες άνθρακα είναι δυνατή η δημιουργία μπαταριών ιόντων λιθίου (τα συστατικά υλικό απλώς 'ψεκάζονται' πάνω σε μια επιφάνεια!)



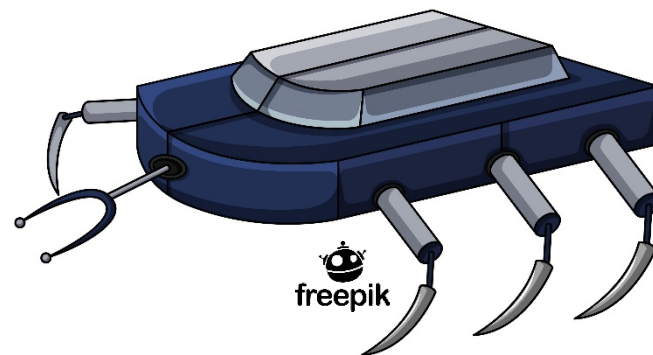
✓ Οι νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά ουσιών σε συγκεκριμένα κύτταρα του οργανισμού αλλά και ως αισθητήρες ουσιών που βρίσκονται μέσα στο σώμα μας. Μπορούν να μεταφέρουν ουσίες, οι οποίες θα σκοτώσουν μόνο τα καρκινικά κύτταρα ή θα επιταχύνουν τη διαδικασία αποκατάστασης σπασμένων οστών. Επίσης, μπορούν να ανιχνεύουν σε αρχικό στάδιο λ.χ. πρωτεΐνες που υποδηλώνουν κάποια σοβαρή ασθένεια, όπως τον καρκίνο.



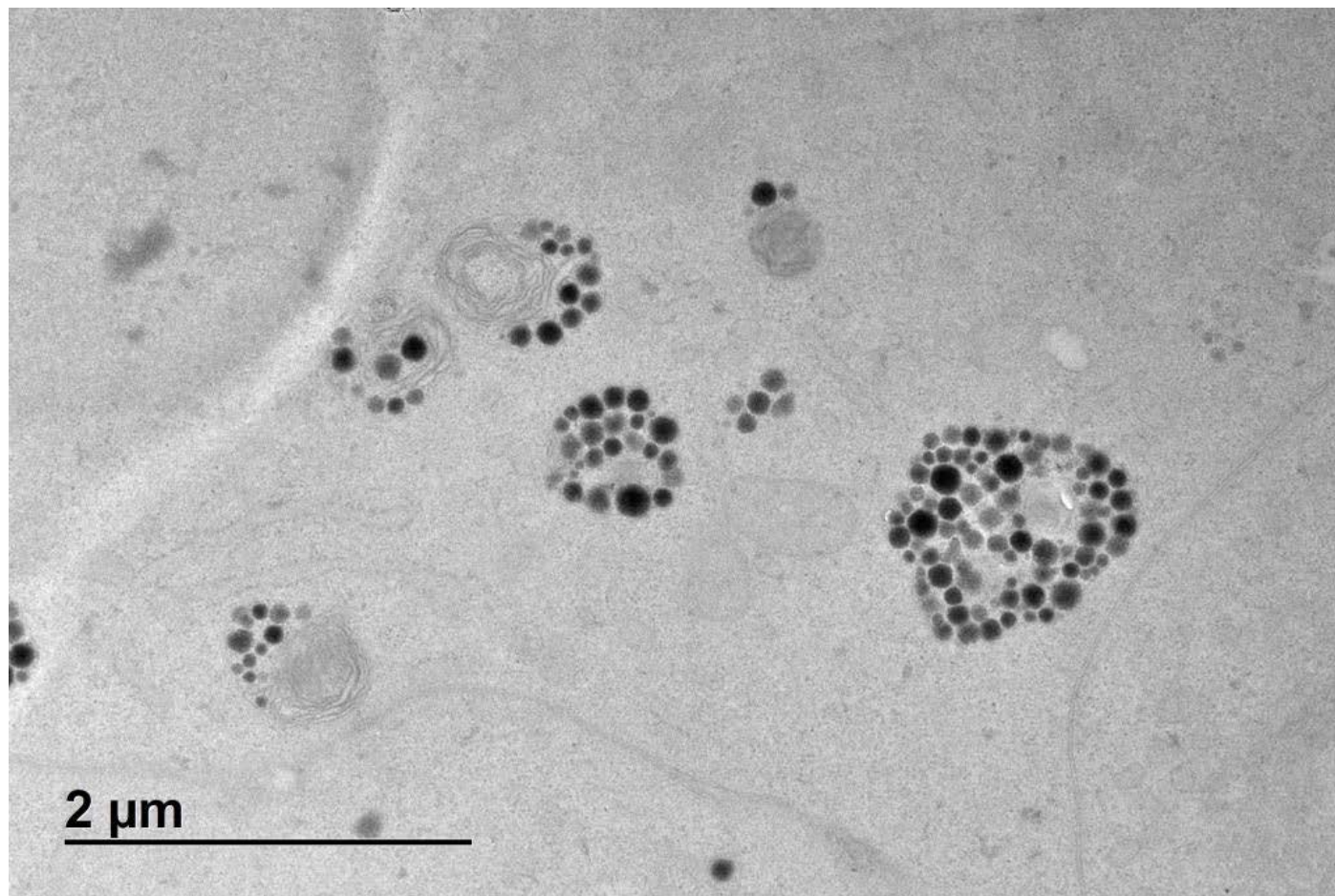
✓ Οι νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς μπορούν να δημιουργηθούν υλικά, τα οποία θα απορροφούν και θα παγιδεύουν πετρελαιοκηλίδες. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις λεγόμενες μεμβράνες αντίστροφης ώσμωσης δημιουργώντας σχετικά φτηνές και αποδοτικές συσκευές καθαρισμού νερού δίνοντας μια λύση στο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν πολλές φτωχές χώρες.



✓ Επιπλέον, με νανοσωματίδια νικελίου είναι δυνατή η κατασκευή υλικών, τα οποία «αυτό-θεραπεύονται», αν για παράδειγμα με κάποιο τρόπο κοπούν. Επίσης, τα ίδια σωματίδια μπορούν, λόγω των αλλαγών στη δομή του υλικού, όταν πάνω του ασκείται πίεση (και στη συνέχεια την επαναφορά του στην αρχική του κατάσταση), να χαρίσουν στα ρομπότ μία αίσθηση σαν την αφή!

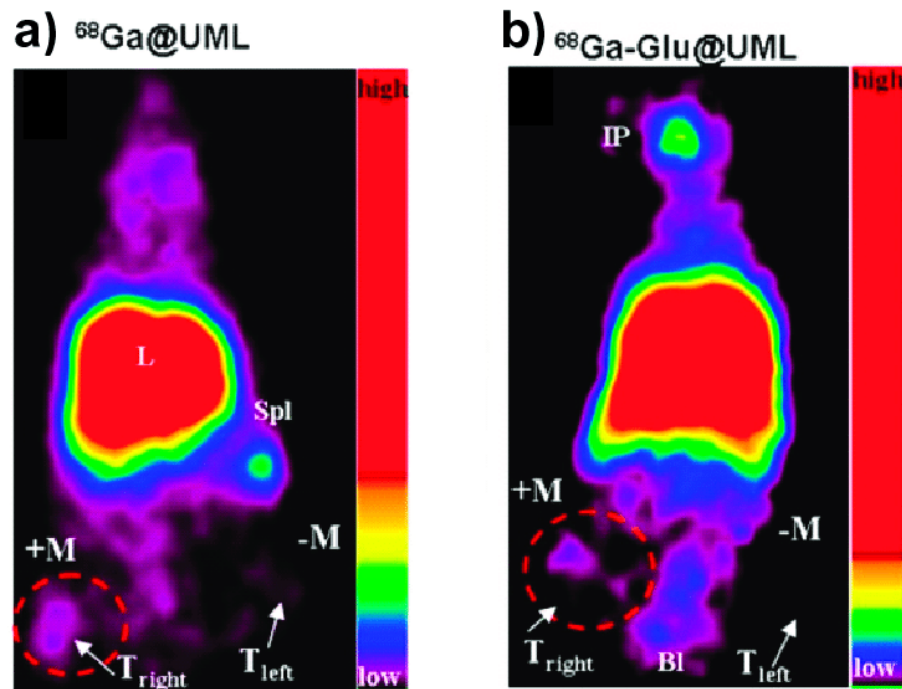


Ιατρικές Εφαρμογές

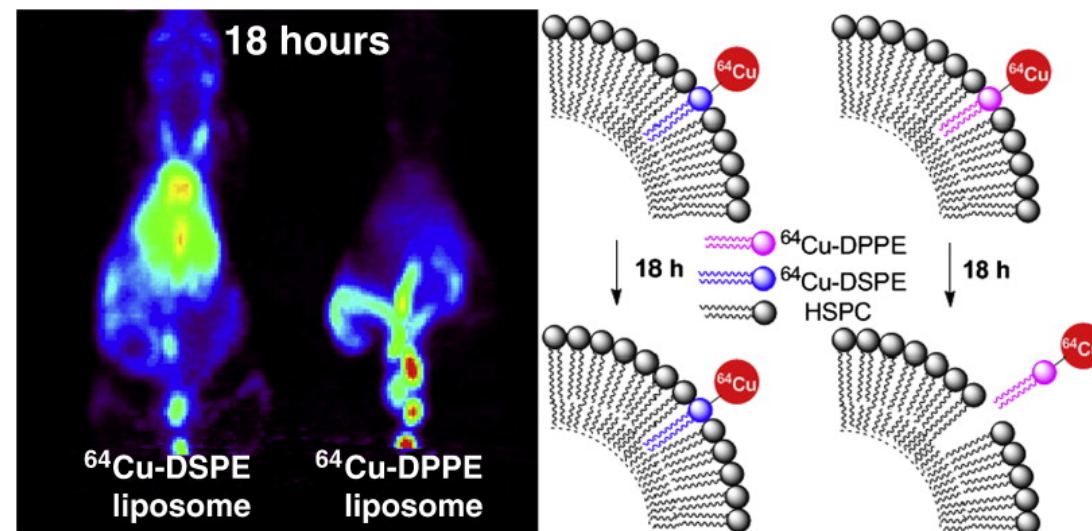


Στη φωτογραφία φαίνονται νανοσωματίδια άνθρακα (C) που μεταφέρονται από μόρια γλυκόζης και προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες μελλοντικής χρήσης στη θεραπεία και στη διάγνωση του καρκίνου.

Ιατρικές Εφαρμογές

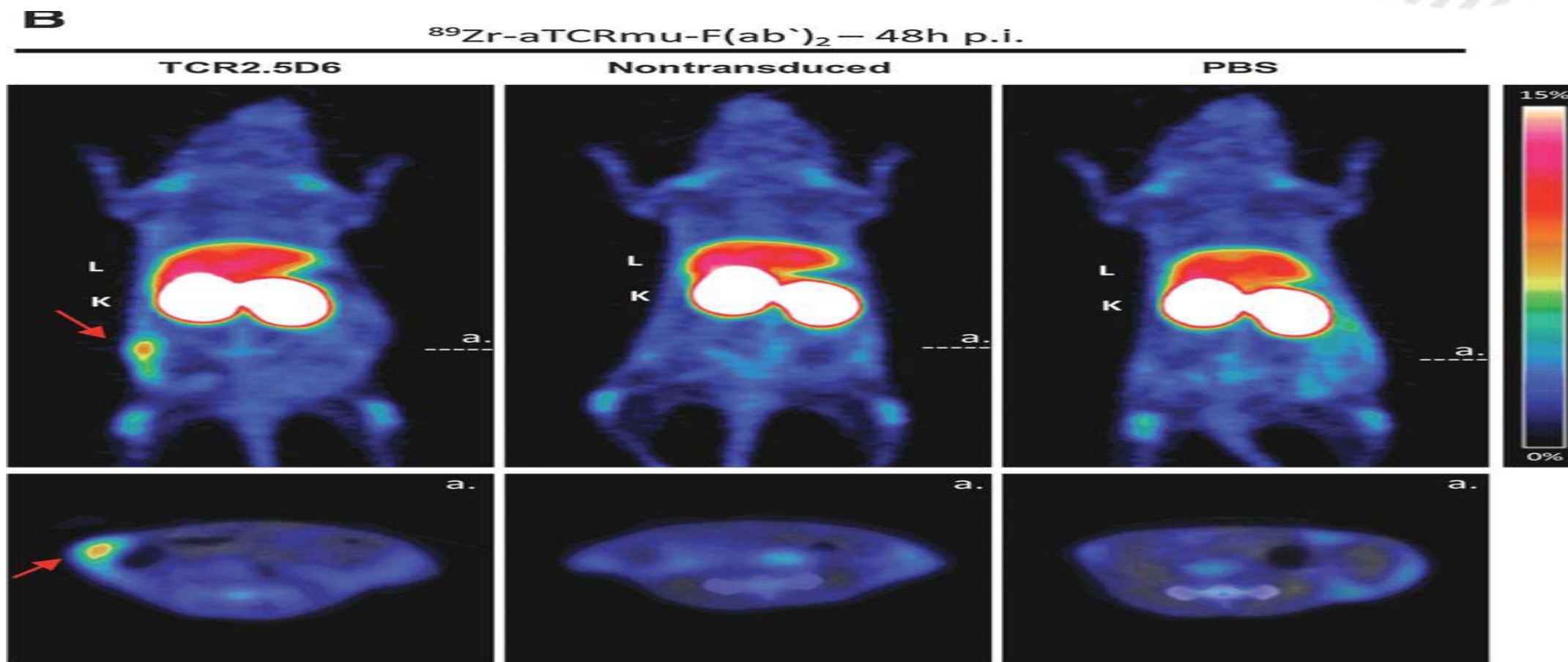


Νανοσωματίδια Γαλλίου (Ga)



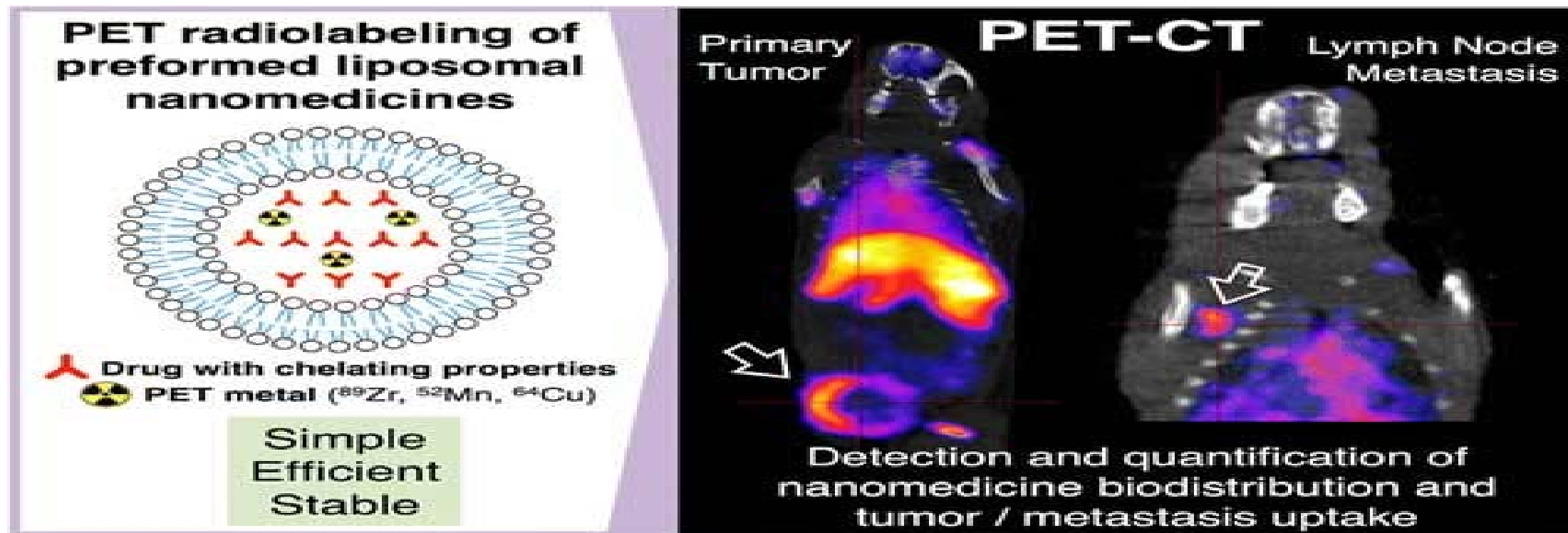
Νανοσωματίδια Χαλκού (Cu)

Ιατρικές Εφαρμογές – PET scanning (τομογραφίες)



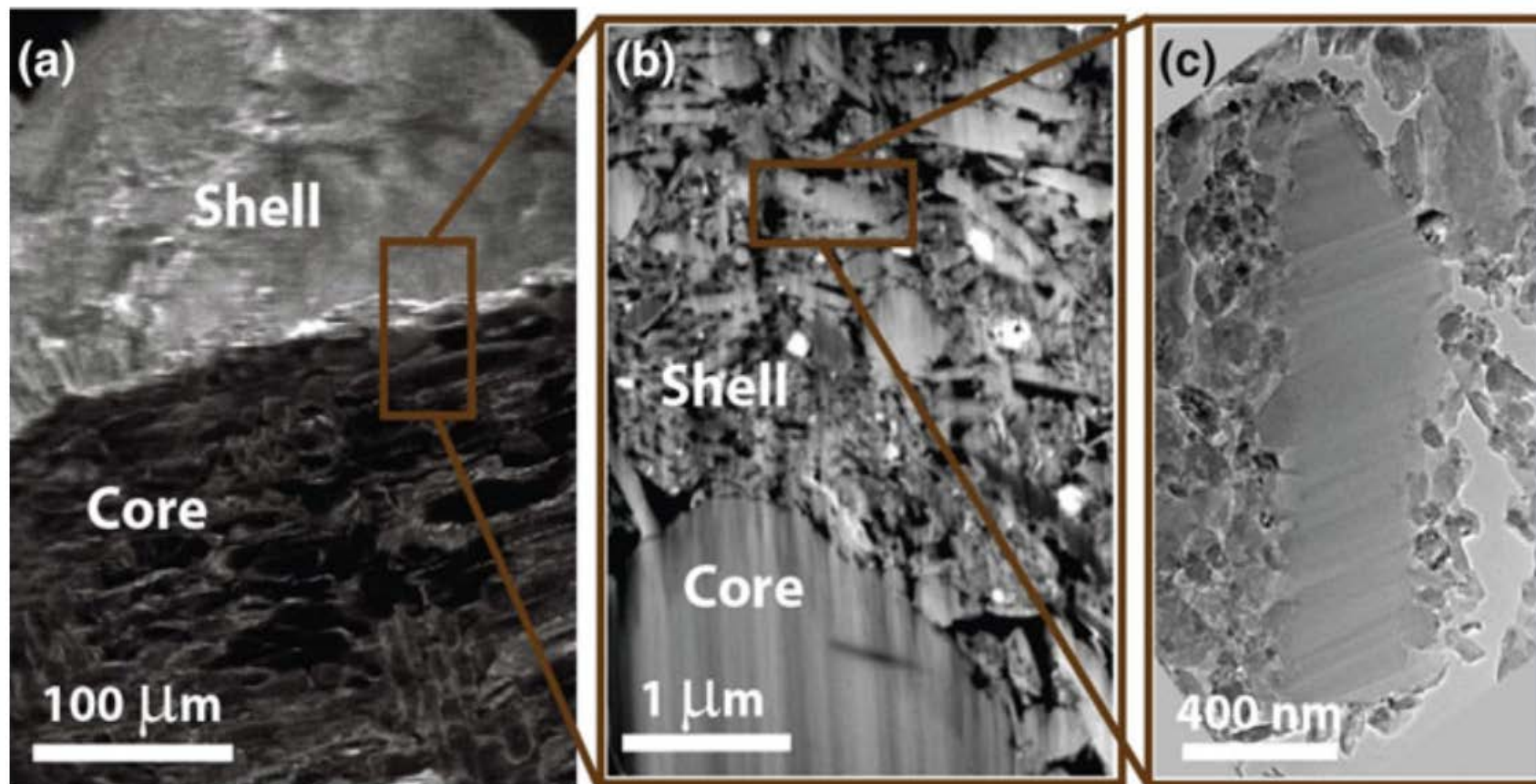
Νανοσωματίδια Ζιρκονίου (Zr)

Ιατρικές Εφαρμογές – PET scanning (τομογραφίες)



Νανοσωματίδια Ζιρκονίου (Zi)

Ιατρικές Εφαρμογές -



Στη φωτογραφία φαίνεται η διεπαφή μεταξύ του γραφιτικού πυρήνα και της πορώδους νανο-επιφάνειας.

Jorio, 2016:89

Βιοϊατρικές Εφαρμογές

Τα νανοσωματίδια χρησιμοποιούνται στη διάγνωση νόσων, στην ‘παράδοση’ φαρμάκων, στη γονιδιακή θεραπεία του καρκίνου, στις πνευμονικές ασθένειες και την πρόληψη άλλων λοιμώξεων.



(Singh 2017)

Παραγωγή τροφίμων

Νανο-ϋλικά, κυρίως με βάση το μέταλλο και νανο-ϋλικά με βάση τον άνθρακα, έχουν αξιοποιηθεί για την απορρόφηση, τη μετατόπιση, τη συσσώρευσή τους στις καλλιέργειες. Οι θετικές επιδράσεις περιελάμβαναν αυξημένο ποσοστό βλάστησης, μεγαλύτερο μήκος ρίζας και βλαστού και περισσότερη φυτική βιομάζα σε πολλές καλλιέργειες – π.χ. του καλαμποκιού, του σιταριού, της σίκαλης, της σόγιας, της ντομάτας.

(Singh 2017)

Ασφάλεια

Η νανοτεχνολογία αυξάνει τη δυνατότητα μικροσκοπικών συσκευών καταγραφής, οι οποίες θα ήταν σχεδόν μη ανιχνεύσιμες. Οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας στον σχεδιασμό όπλων είναι ένα εφιαλτικό σενάριο. Για παράδειγμα, η "έξυπνη σφαίρα", δηλαδή μια ηλεκτρονική σφαίρα που θα μπορούσε να ελεγχθεί και να στοχεύει με μεγάλη ακρίβεια.



freepik



(Edwards @ chron.com)

Υλικά - Μηχανική

Η νανοτεχνολογία έχει ήδη ‘προσφέρει’ νέα υλικά – όπως νανοσωλήνες και αερογέλες – τα οποία αποτελούνται από πολύ ελαφριές αλλά ισχυρές δομές, με αξιοσημείωτες μονωτικές ιδιότητες.

Επίσης, ρομπότ με μήκος μόνο μερικά νανόμετρα (*nanorobots*) βοηθούν στην κατασκευή νέων υλικών και αντικειμένων - αντίστοιχων διαστάσεων.



freepik



(Edwards @ chron.com)

Ενέργεια

Αναμένεται ότι η νανοτεχνολογία θα καταστήσει την ηλιακή ενέργεια πιο οικονομική, μειώνοντας το κόστος κατασκευής ηλιακών συλλεκτών & συναφούς εξοπλισμού καθώς και των συσκευών και μέσων αποθήκευσης ενέργειας.

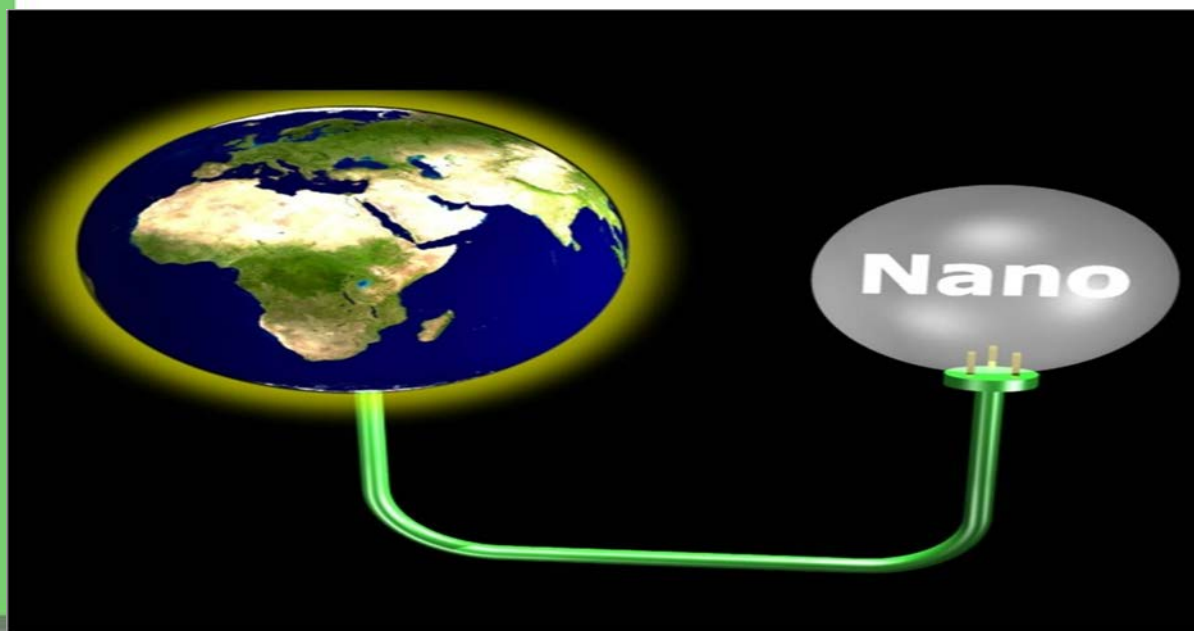


Photo:

[https://www.advancedscien
cenews.com/powering-the-
planet-with-energy-
nanomaterials/](https://www.advancedscien
cenews.com/powering-the-
planet-with-energy-
nanomaterials/)

(Edwards @ chron.com)

Ηλεκτρονικά και Πληροφορική

Ο τομέας των ηλεκτρονικών αναμένεται να έχει αλματώδη εξέλιξη λόγω των εφαρμογών της νανοτεχνολογίας. Οι κβαντικές κουκίδες (*quantum dots*), για παράδειγμα, είναι μικροσκοπικά κύτταρα που παράγουν φως και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωτισμό ή για σκοπούς, όπως οθόνες απεικόνισης. Τα *chip* πυριτίου μπορούν να φθάσουν στα όριά τους – στην αποτύπωση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων – καθώς η νανοτεχνολογία θα επιτρέψει την κατασκευή των κυκλωμάτων με ακρίβεια σε ατομικό επίπεδο θα γίνει δυνατή η επέκταση των ορίων αυτών.

(Edwards @ chron.com)

Βιο-καύσιμα

Τα νανο-ϋλικά μπορούν να αυξήσουν τον μεταβολισμό των μικροοργανισμών και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα της λιπιδικής εκχύλισης χωρίς να βλάψουν τα μικροφύκη.

Χρησιμοποιήθηκαν νανοσωματίδια οξειδίου του ασβεστίου και οξειδίου του μαγνησίου ως φορείς βιοκαταλύσεως σε διεστεροποίηση ελαίου σε βιοντίζελ, με θετικά αποτελέσματα.

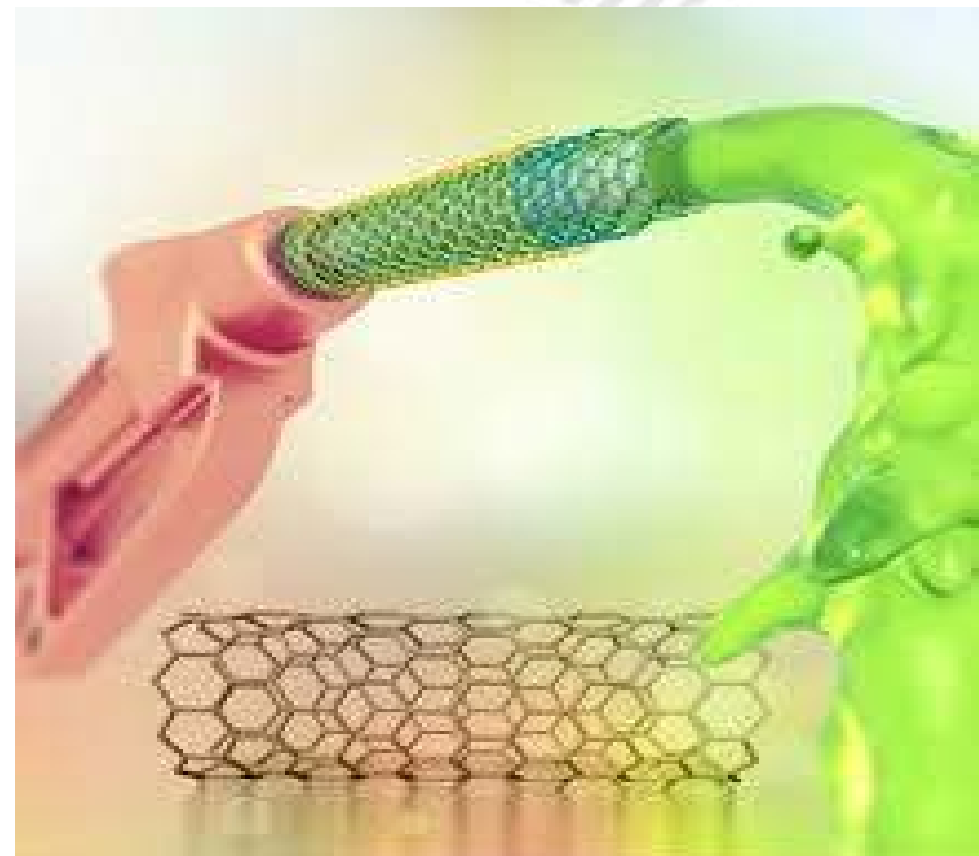


Photo:
https://www.biofueljournal.com/article_63200.html

(Singh 2017)

Κλωστο-ϋφαντουργία

Η νανο-τεχνολογία βρίσκει εφαρμογές στην κλωστο-ϋφαντουργία καθώς τα νανο-σωματίδια παρέχουν στα υφάσματα υψηλή ανθεκτικότητα, αυξημένη αντοχή, άνεση, χαμηλότερο κόστος παραγωγής κ.ά. Η χρήση της νανο-τεχνολογίας επιτρέπει στα υφάσματα να γίνουν πολυλειτουργικά με ειδικές λειτουργίες (λ.χ. αντι-βακτηριακή προστασία (με νανο-σωματίδια αργύρου), προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία).

(Singh 2017)



Κοσμετολογία - Καλλυντικά

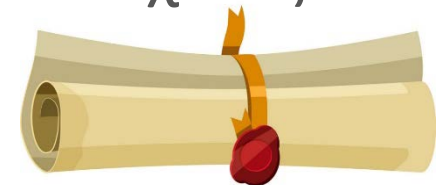
- Πληθώρα καλλυντικών προϊόντων (από εταιρείες όπως η Lancôme, η Kara Vita, η Nano-Infinity Nanotech, η L'Oréal) με βάση τα νανοϋλικά κυκλοφορούν ήδη στην αγορά.
- Πολλά προϊόντα (όπως ενυδατικές κρέμες, καθαριστικά, αντιρρυτιδικές κρέμες, αντηλιακά) με βάση τα νανοϋλικά κυκλοφορούν ήδη στην αγορά. Τα λιποσώματα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή καλλυντικών, καθώς είναι βιοσυμβατά, βιοδιασπώμενα, μη τοξικά, εύκαμπτα και μπορούν να 'εγκλωβίσουν' εύκολα και αποτελεσματικά τα ενεργά συστατικά.
- Ένα από τα κύρια συστατικά των λιποσωμάτων είναι η φωσφατιδυλοχολίνη (*phosphatidylcholine*), που χρησιμοποιείται στα προϊόντα φροντίδας του δέρματος (ενυδατική κρέμα, λοσιόν, κρέμες κτλ.), στα προϊόντα περιποίησης μαλλιών (σαμπουάν, κοντίσιονερ).

Πηγή: Singh, N. A. (2017). Nanotechnology innovations, industrial applications and patents. *Environmental Chemistry Letters*, 15(2), 185–191. doi:10.1007/s10311-017-0612-8.

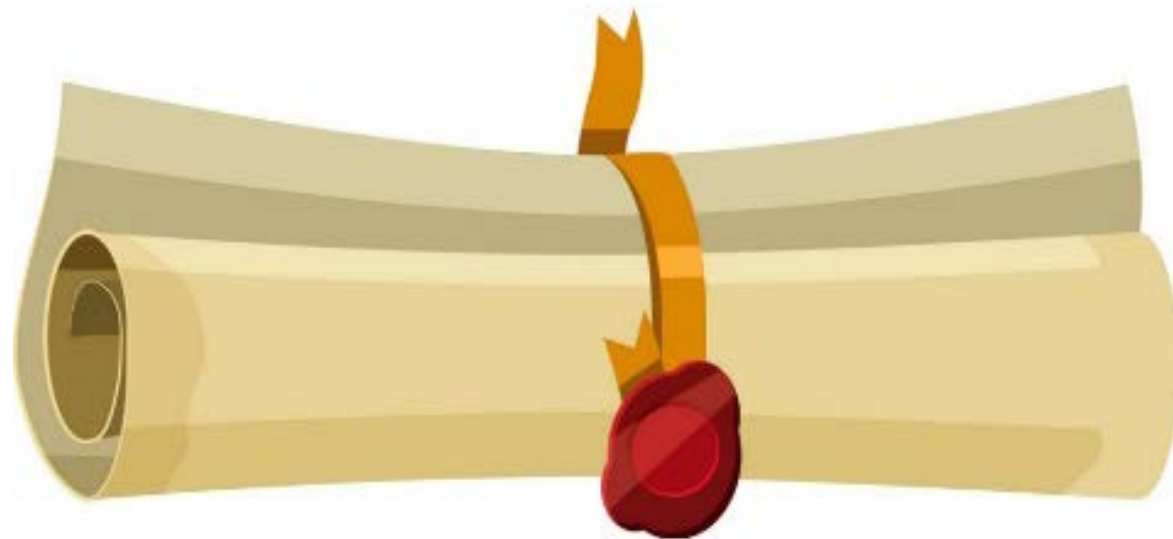
(Singh 2017)

Οικονομική Διάσταση

- Η νανοτεχνολογία, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των νανοϋλικών, χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλούς τομείς, όπως στην ιατρική, τη γεωργία, τη βιομηχανία κ.λπ. Παρά τις παγκόσμιες εφαρμογές της, ο τομέας της νανοτεχνολογίας, αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα που σχετίζονται με τη χορήγηση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας.
- Οι ΗΠΑ κατατάσσονται στην πρώτη θέση μεταξύ των είκοσι κορυφαίων χωρών για την υποβολή διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεων σχετικά με τη νανοτεχνολογία, ενώ η Ινδία βρίσκεται στη δέκατη ένατη θέση για την υποβολή διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και στην όγδοη θέση στις επιστημονικές δημοσιεύσεις.



- Πατέντες / Patents



Τα κύρια υλικά από τα οποία προέρχονται τα νανοσωματίδια



Πηγή: The Project on Emerging Nanotechnologies (<http://www.nanotechproject.org/>)

Νανίτες (nanites)....

- [Οι νανίτες εξελίσσονται \(Βίντεο\)](#)



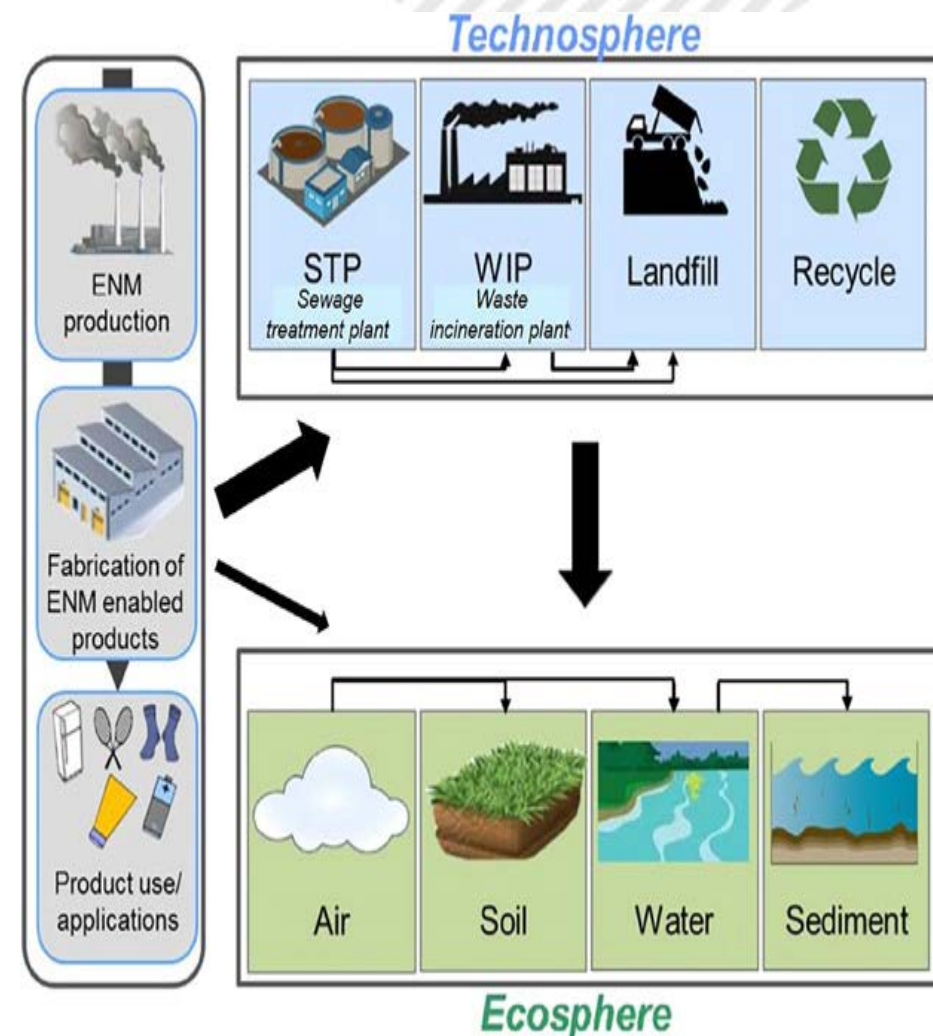
Photo:

<https://www.artstation.com/artwork/gAvxK>

Περιβάλλον

Αφήνοντας 'εκτός' ορισμένα σενάρια *Επιστημονικής Φαντασίας* (για παράδειγμα το λεγόμενο σενάριο "γκρίζο goo", όπου αυτο-αντιγραφόμενα nano-bot καταναλώνουν τα πάντα γύρω τους για να δημιουργήσουν αντίγραφά τους), θεωρείται πιθανό να υπάρξουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθώς πιθανές νέες νανο-τοξίνες και νανο-ρύποι (με άγνωστες συνέπειες) θα βρεθούν στους κύκλους του νερού, του άνθρακα και στην τροφική αλυσίδα.

Photo: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/etc.4147>



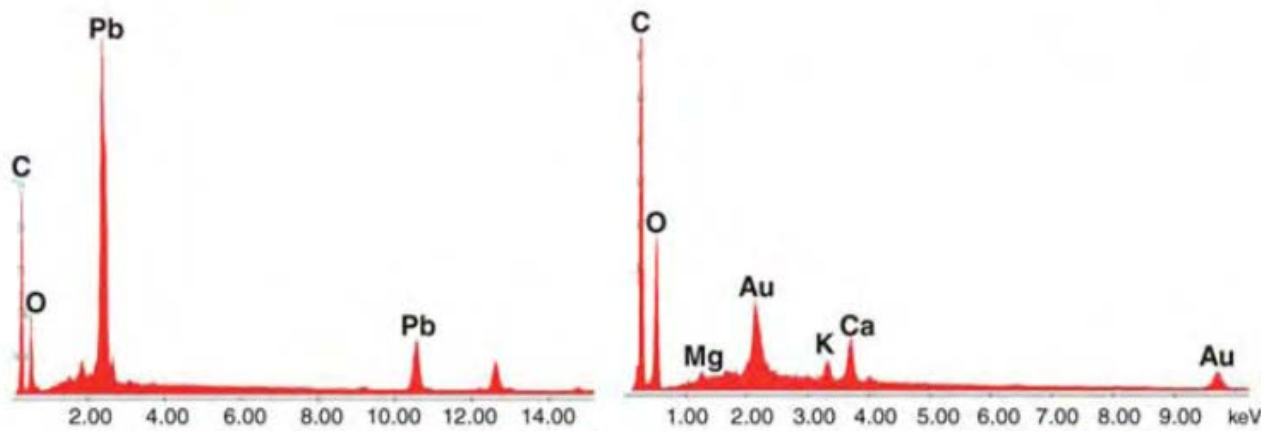
- «Όταν τα τεχνητώς κατασκευασμένα νανοσωματίδια εκλυθούν στην ατμόσφαιρα, μπορούν να υποστούν διαφορετικές φυσικοχημικές μεταβολές, οι οποίες οδηγούν σε αλλαγή των ιδιοτήτων τους και της επίδρασής τους στο περιβάλλον. Υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία σχετικά με το ότι η ανθρώπινη έκθεση σε ορισμένους τύπους τέτοιων σωματιδίων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία. Πρέπει να αντιμετωπίσουμε τη νανοτοξικότητα ως μια νέα κατηγορία τοξικότητας, για την οποία λίγα είναι γνωστά, δίνοντας ιδιαίτερο βάρος στους ευαίσθητους πληθυσμούς, όπως τα παιδιά, ο οργανισμός των οποίων είναι πιο ευάλωτος σε σύγκριση με εκείνον των ενηλίκων».

<https://www.tovima.gr/2012/04/22/science/poso-apeilei-tin-ygeia-mas-i-diadosi-twn-nanoproiontwn/>

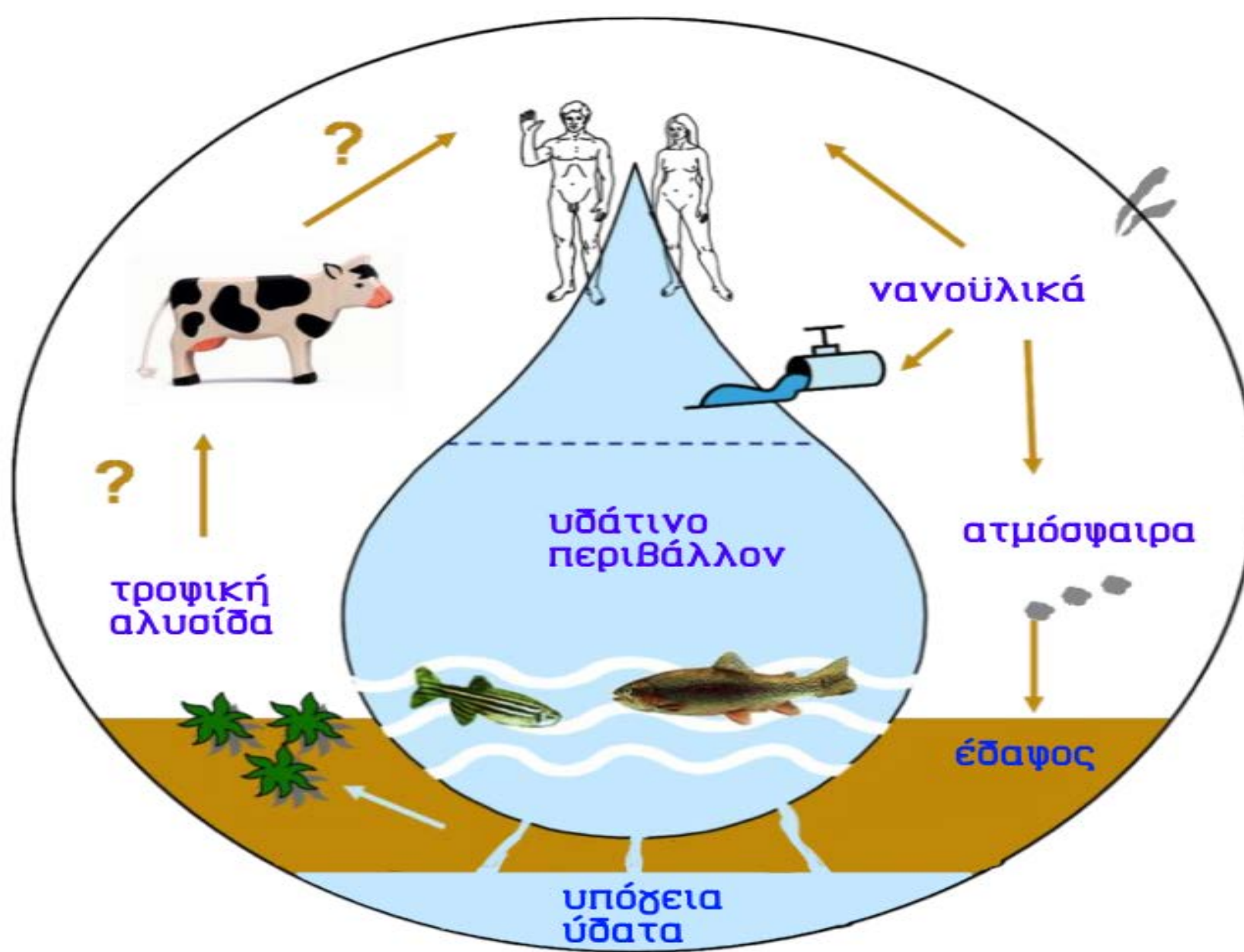


Παραμορφωμένα λουλούδια χαμομηλιού. Οι φασματικές γραμμές δείχνουν επιμόλυνση μολύβδου, χρυσού, ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου.

Gatti & Montanari 2015:254



(*Plant nanotoxicology – Dietz & Herth 2011)



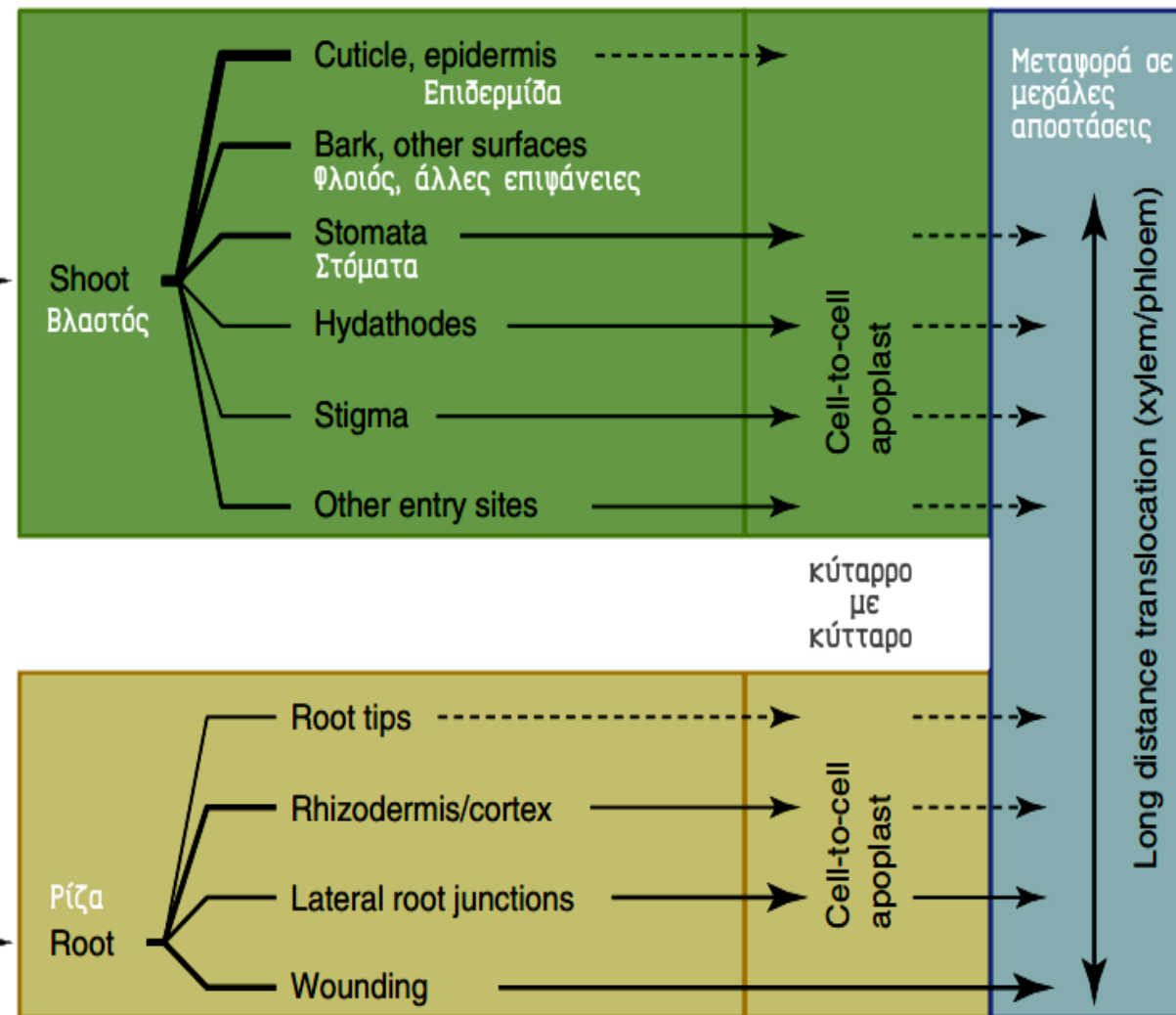
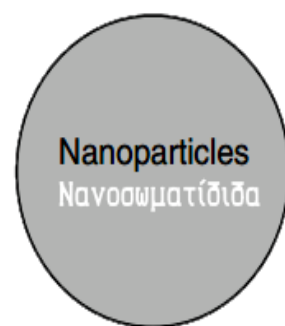
...από το περιβάλλον
...στον άνθρωπο

Διαδρομές νανοσωματιδίων, σε διαδικασίες πρόσληψης και μετατόπισης των φυτών.

Το πάχος των γραμμών δηλοί τη θεωρούμενη σημασία τους στο φαινόμενο:

... παχιές γραμμές ισοδυναμούν με σημαντική μεταφορά μέσω αυτών των οδών

... διακεκομμένες γραμμές ισοδυναμούν με πολύ χαμηλή μεταφορά μέσω αυτών των διαδρομών. (Dietz & Herth, 2011)

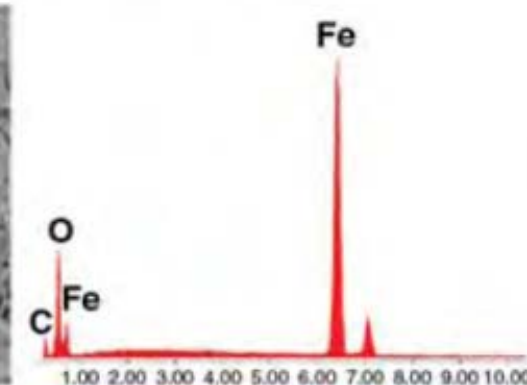
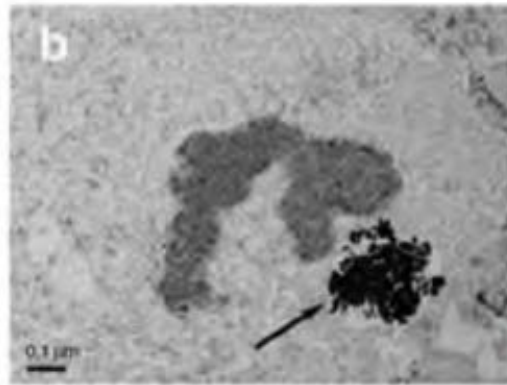
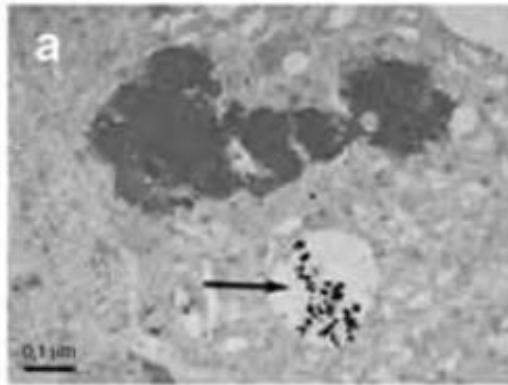


TRENDS in Plant Science

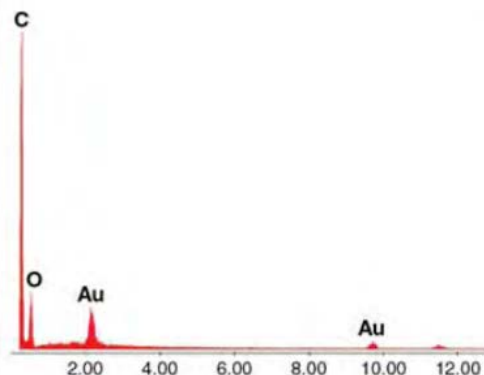
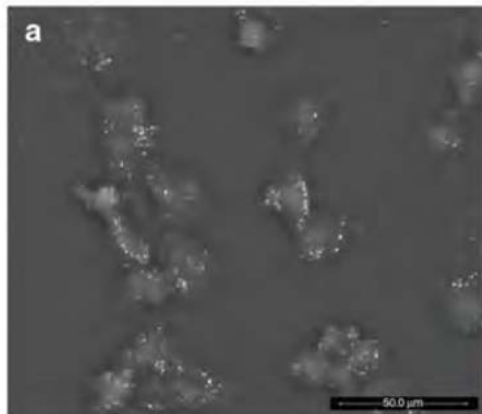
Σε έρευνες για τη χρήση νανο-σωματιδίων στην ανάπτυξη των φυτών έχει ήδη χρησιμοποιηθεί ως διαδικασία ομοιόστασης για να προσλαμβάνουν συγκεκριμένα επίπεδα από συστατικά τα οποία τους είναι απαραίτητα.

Πηγή: <https://www.dovepress.com/nanotechnology-in-agri-food-production-an-overview-peer-reviewed-fulltext-article-NSA>

Νανοτοξικότητα



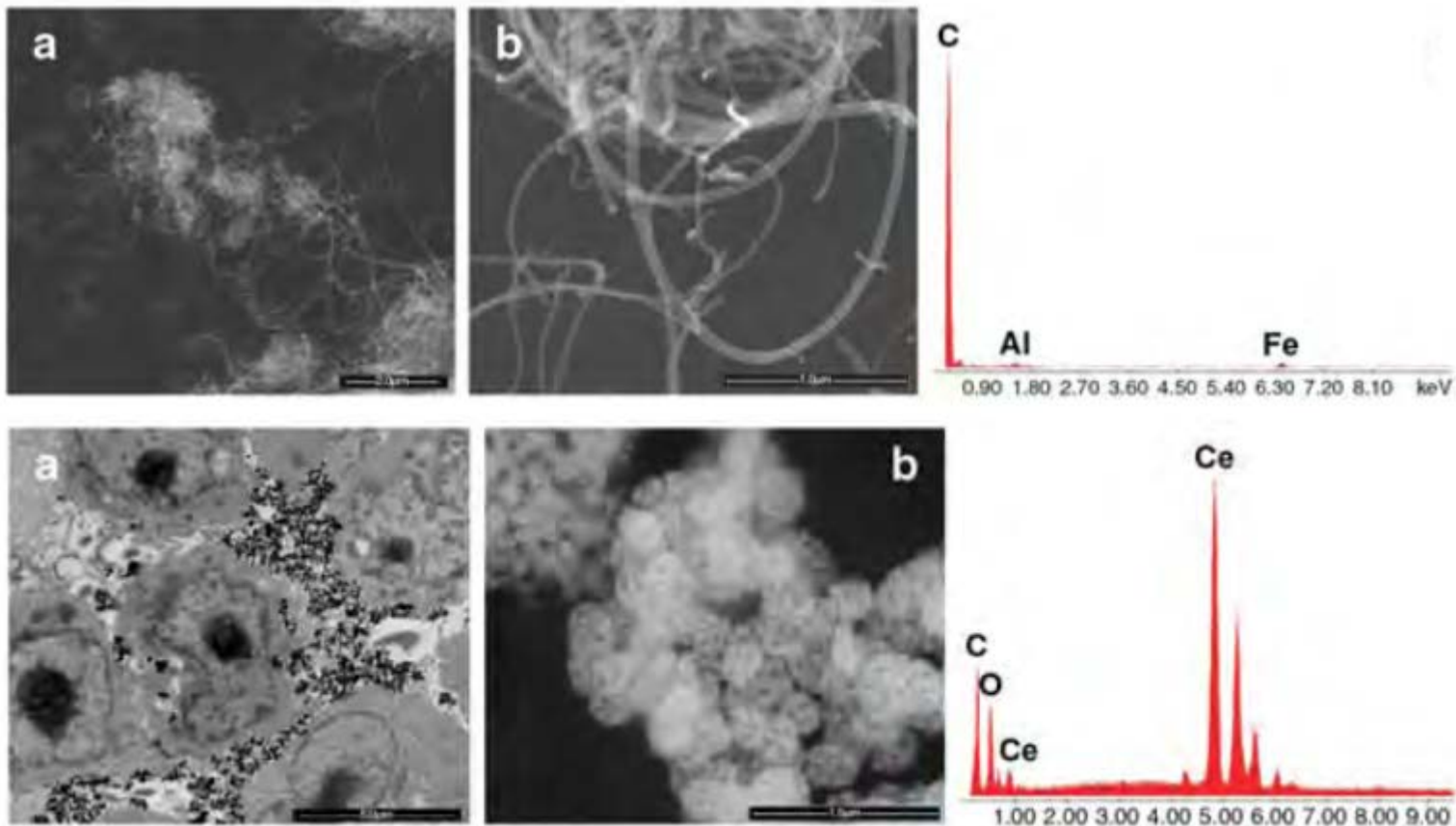
Επάνω φωτό: ένα κύτταρο 3T3 κατά τη διάρκεια μίτωσης σε επαφή τον αιματίτη (Fe_2O_3)



Κάτω φωτό: 3T3 κύτταρα μετά από επιμόλυνση με νανοσωματίδια χρυσού (λευκές κουκίδες)

Gatti & Montanari 2015:19-25

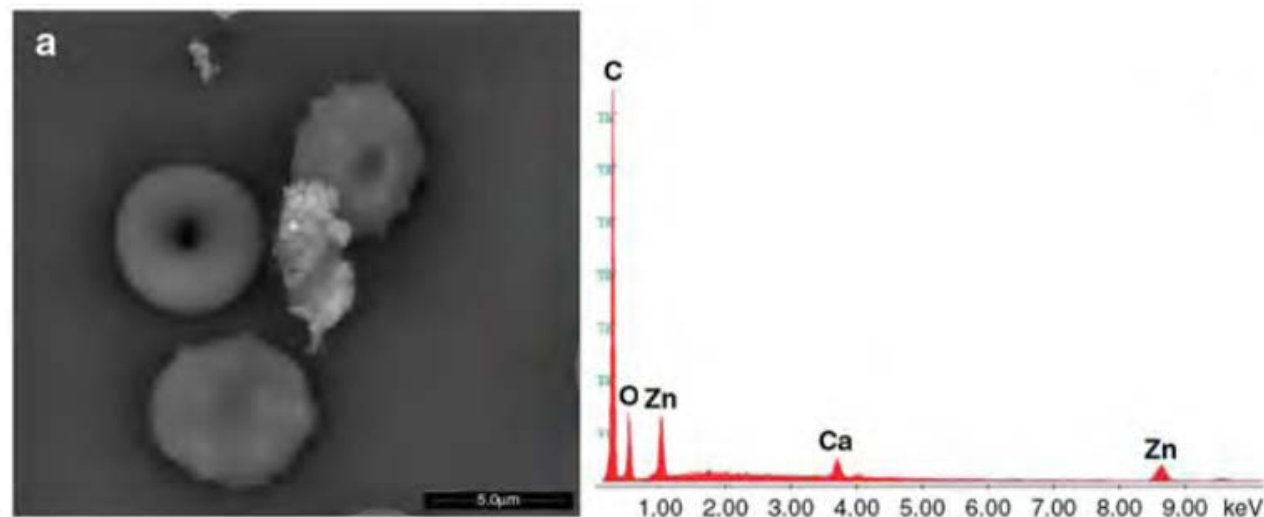
Νανοτοξικότητα



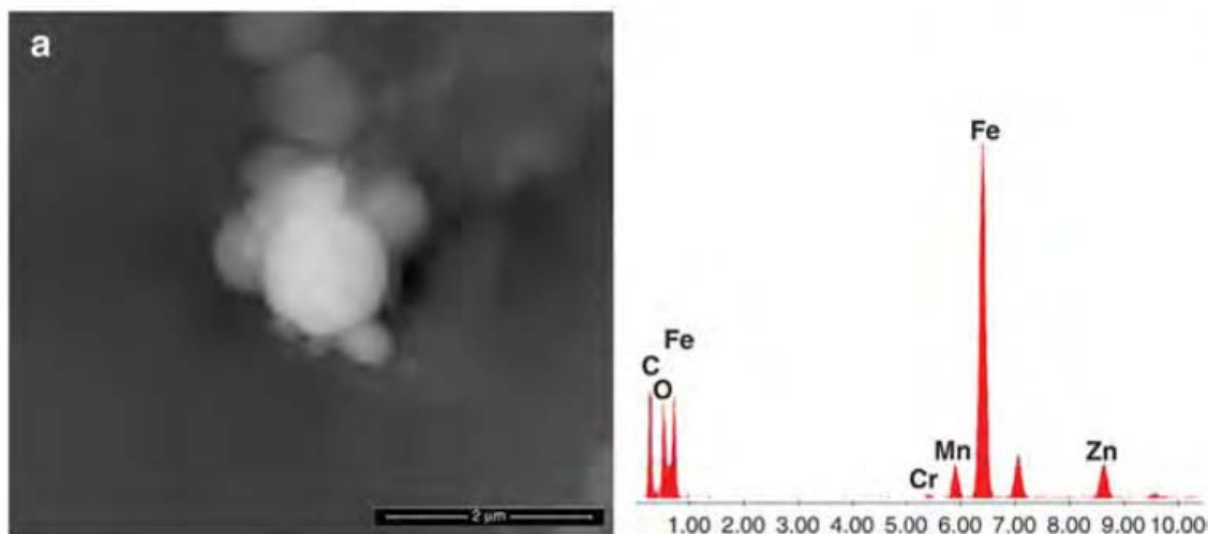
Επάνω φωτό: παρουσία σμήνους νανοσωλήνων - σε μεγαλύτερη μεγέθυνση βλέπουμε μόλυνση από αλουμίνιο και σίδηρο.

Κάτω φωτό: νανοσωματίδια CeO_2 σε κύτταρα 3T3 – τα νανοσωματίδια πληρούν το εξωκυτταρικό χώρο εμποδίζοντας τη φυσιολογική κυτταρική επικοινωνία και μετακίνηση.

Gatti & Montanari , 2015:19-25



Επάνω φωτό: Ερυθρό αιμοσφαίριο με κοκκιοκύτταρο ανθρώπινου αίματος και ένα ασυνήθιστο βιολογικό συσσωμάτωμα που περιέχει σωματίδιο ψευδαργύρου-ασβεστίου.

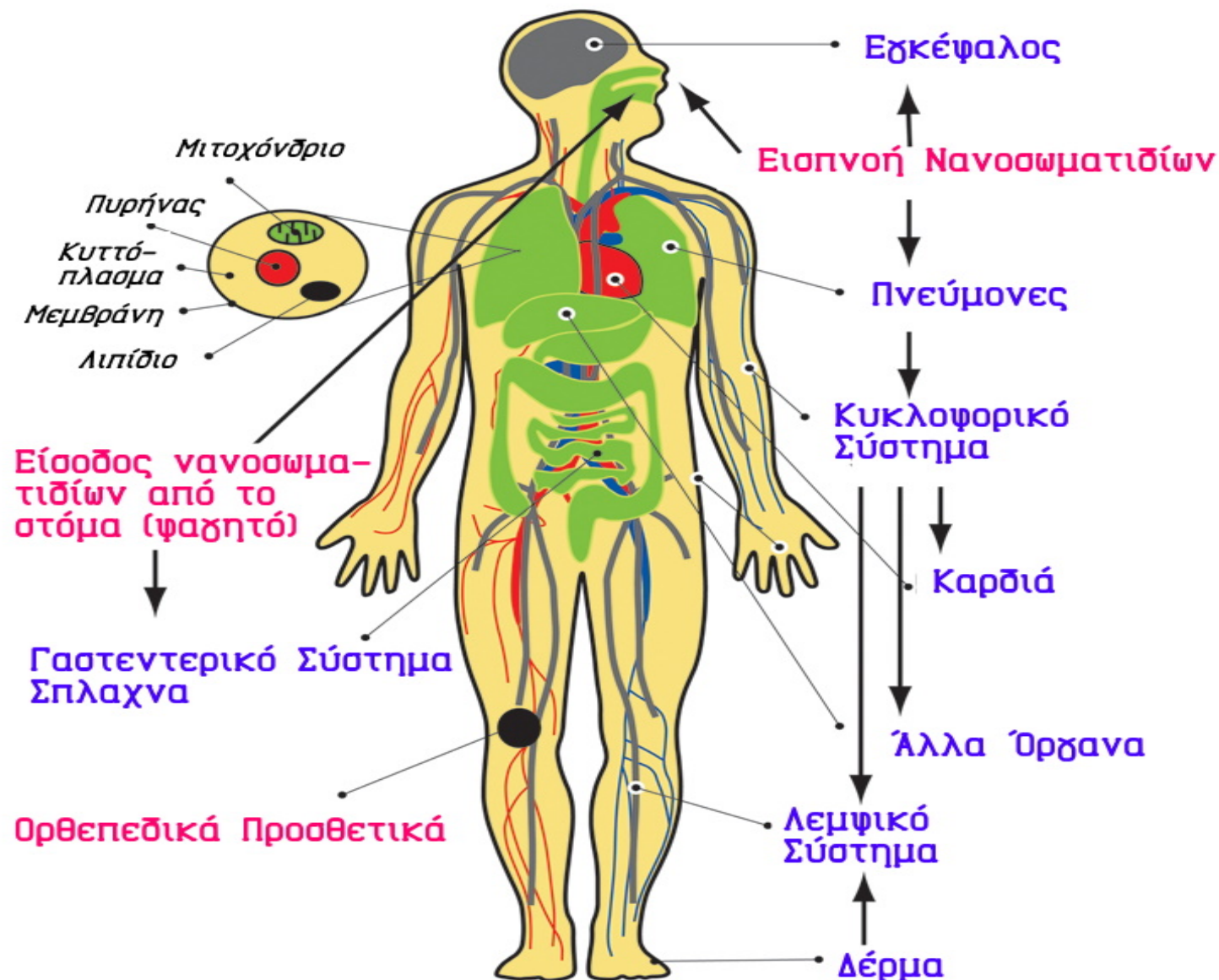


Κάτω φωτό: Σφαιρικά θραυσμάτων που βρέθηκαν σε βιοψία νεφρού. Τα σφαιρίδια περιέχουν σίδηρο, ψευδάργυρο, μαγγάνιο και χρώμιο.

Gatti & Montanari, 2015:32,73

DISEASES ASSOCIATED TO NANOPARTICLE EXPOSURE

C. Buzea, I. Pacheco, & K. Robbie, *Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity*, *Biointerphases 2* (2007) MR17-MR71



...από το περιβάλλον
...στον άνθρωπο

Θέμα Αντιλογίας

Ανακύπτει, λοιπόν, το ερώτημα για το αν η χρήση νανοϋλικών προκαλεί προβλήματα υγείας και η χρήση τους έχει αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον ή αν τα προβλήματα είναι περιορισμένα και οι τεχνολογικές εφαρμογές είναι, πραγματικά, ωφέλιμες για το περιβάλλον και, κατ' επέκταση, την ανθρώπινη υγεία.

Θέμα αντιλογίας

Η χρήση νανοϋλικών προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας στον άνθρωπο

Ζητήματα Υγείας και Προστασία

- [Νανο-υλικά αργύρου. Κίνδυνοι και ωφέλειες. Επτά πράγματα που αξίζει να γνωρίζουμε](https://ec.europa.eu/jrc/en/science-update/silver-nanoparticles-and-cells)



Photo:

<https://ec.europa.eu/jrc/en/science-update/silver-nanoparticles-and-cells>

Ζητήματα Υγείας και Προστασίας

- [Νανο-υλικά: Υγεία, ασφάλεια και περιβάλλον \(βίντεο\)](#)
- [Ασφάλεια νανο-υλικών](#)
- <http://www.oecd.org/env/ehs/nanosafety/45910212.pdf>
(ΟΟΑΣΑ)

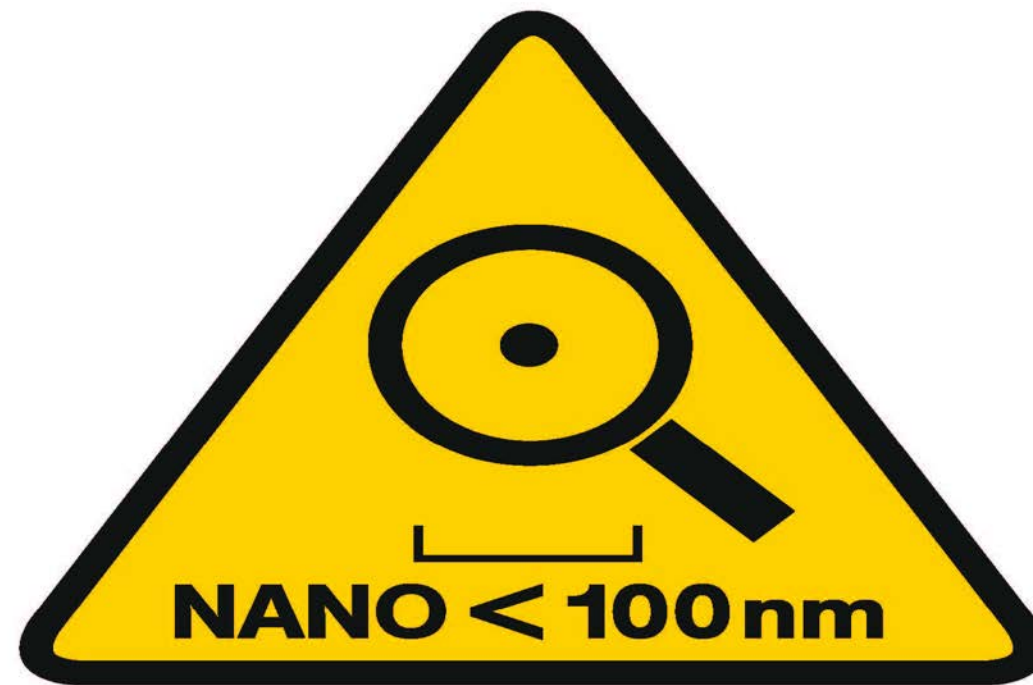


Photo: <https://cds.cern.ch/record/1514695>

Σας ευχαριστώ...
Δημήτριος Ι. Σωτηρόπουλος

Σημειώσεις για τον καθηγητή από
εδώ και κάτω...

Βίντεο της Παρουσίασης

- Δ1. <https://www.youtube.com/watch?v=CjpXj2BqJBY>
- Δ.7. <https://kapwi.ng/c/IgPpEadq>
- Δ.14. 1. <https://www.youtube.com/watch?v=dQhhcgn8YZo>
- Δ.14 2. <https://www.youtube.com/watch?v=IGjCOJqINPA>
- Δ.41. <https://www.youtube.com/watch?v=P-3MFjkyRtk>
- Δ.52. <https://www.youtube.com/watch?v=Yz6LuH-11II>
- Δ.53. <https://www.youtube.com/watch?v=MkpcUpattE8>

Συσχέτιση ζητήματος Νανοτεχνολογίας και Γνωστικών Αντικειμένων σχολείου

Το ζήτημα της νανοτεχνολογίας και της χρήσης των νανοϋλικών σχετίζεται με έννοιες, φαινόμενα, σχέσεις και μηχανισμούς, που εμπεριέχονται στις ενότητες των σχολικών αντικειμένων (που θα αναφερθούν πιο κάτω).

Επομένως, εμπίπτουν στους γνωστικούς στόχους του αναλυτικού προγράμματος και των οδηγιών, που αποστέλλονται συμπληρωματικά κάθε σχολική χρονιά στα σχολεία.

Σχετιζόμενα Μαθήματα

- **Βιολογία:** Β' Γυμνασίου, Γ' Γυμνασίου, Β' Γενικού Λυκείου
- **Χημεία** Β' Γυμνασίου, Γ' Γυμνασίου, Β' Γενικού Λυκείου

Σχετιζόμενα Μαθήματα ανά τάξη

Β΄ Γυμνασίου

- **Βιολογία** (1.2,4.1,4.2)
- **Χημεία** (1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.4, 3.4)

Γ΄ Γυμνασίου

- **Βιολογία** (1.2, 2.2, 2.4, 5.1, 5.2)
- **Χημεία** (4.2, 4.3, 4.6, Παράθεμα)

Σχετιζόμενα Μαθήματα ανά τάξη

Β' Λυκείου

- **Βιολογία** (1.1, 1.2, 2.2, 2.3)
- **Χημεία** (1.1, 1.4, 2.8, 5.1, 5.2, 5.4)

Για παράδειγμα στη Β' Λυκείου

Στη **Βιολογία** (Ενότητες 1.1 και 1.2 (Στόχοι εντός βιβλίου) αναμένεται οι μαθητές/τριες:

- να αναφέρουν τις σπουδαιότερες ομάδες βιολογικών μακρο-μορίων (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, υδατάνθρακες, λιπίδια) και να περιγράφουν τη δομή τους. Κατ' επέκταση, αναμένεται οι μαθητές/τριες να συσχετίσουν τα μακρομόρια (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, υδατάνθρακες, λιπίδια) με τα νανο-ϋλικά και, γνωρίζοντας στην ίδια ενότητα στοιχεία για το DNA και το RNA, να προσεγγίσουν τις δυνατότητες της νανο-τεχνολογίας να δράσει σε αυτό το επίπεδο.
- Στις ενότητες 2.2 και 2.3 του ίδιου βιβλίου, μελετάται το κύτταρο (οι σχετικοί στόχοι έχουν αναφερθεί στο αντίστοιχο αρχείο της εισαγωγικής επιμόρφωσης) και αναμένεται οι μαθητές/τριες να συσχετίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κυττάρου με τη νανοκλίμακα και τις πιθανές αλληλεπιδράσεις για τα διάφορα μέρη του κυττάρου στο επίπεδο της νανοκλίμακας. Από το βιβλίο της Γ' Λυκείου για το μάθημα της Β' Λυκείου (οδηγίες) οι μαθητές/τριες θα ασχοληθούν με τις ενότητες 1.1, 1.2, όπου μελετάται η ομοιόσταση (οι σχετικοί στόχοι έχουν αναφερθεί παραπάνω) και οι μικροοργανισμοί/μικρόβια, ενώ αναμένεται να συσχετισθούν, και λόγω κλίμακας, με τις πιθανές εφαρμογές της νανο-τεχνολογίας.

Για παράδειγμα στη Β' Λυκείου

Στο μάθημα της **Χημείας** (Ενότητα 1.1, ΑΠΣ: σ. 2678) επιδίδεται οι μαθητές/τριες:

- να συνδέουν τις ενώσεις του άνθρακα με τις εφαρμογές τους στη χημική τεχνολογία, στη βιοχημεία και στην καθημερινή ζωή (για παράδειγμα, φάρμακα, βιοπολυμερή, χρώματα, υφάνσιμες ίνες, καλλυντικά),
- να ερμηνεύουν το πλήθος ενώσεων του άνθρακα με βάση τη δομή του ατόμου του C. Γενικότερα, υπάρχει σημαντική αναφορά για τον άνθρακα, που είναι βασικό συστατικό μιας κατηγορίας νανοϋλικών και αναμένεται οι μαθητές/τριες να εκτιμήσουν την αξία του στοιχείου για την ανάπτυξη νέων υλικών.
- Στην ενότητα 1.4 γίνεται λόγος για την ισομέρεια και τις διαφορετικές ιδιότητες λόγω διάταξης (ΑΠΣ, σ. 2679) και αναμένεται οι μαθητές/τριες:
- να αναφέρουν τι ονομάζεται ισομέρεια και να διακρίνουν τα είδη της.
- Αυτός ο στόχος σχετίζεται με τις διαφορετικές ιδιότητες των νανοϋλικών έναντι των υπολοίπων και είναι αναμενόμενο οι μαθητές/τριες να κάνουν μια τέτοια νοηματική σύνδεση.

Για παράδειγμα στη Β' Λυκείου

Στο μάθημα της Χημείας

- Στην ενότητα 2.8 γίνεται λόγος για τα παράγωγα της καύσης των υδρογονανθράκων, την ατμοσφαιρική ρύπανση και τα αποτελέσματα της έκλυσης ουσιών από τη βιομηχανική παραγωγή (ΑΠΣ, σ. 2684). Αναμένουμε οι μαθητές/τριες να λάβουν υπόψη τους κατά τη σχηματοποίηση των επιχειρημάτων τους και τη διάσταση αυτή Στο κεφάλαιο 5 (εισαγωγή, ενότητες 5.2 και 5.4) περιγράφονται ουσίες, που είναι μεγαλομόρια και χρησιμοποιούνται ευρέως. Αναμένουμε οι μαθητές και μαθήτριες να κάνουν τις απαραίτητες συνδέσεις μεταξύ των πολυμερών (και των σιλικονών), που αποτελούν φυσικά (ήδη υπάρχοντα) ή τεχνητά (νέα) υλικά και των νανοϋλικών.
- Επιπλέον στο ΑΠΣ (σ. 2682) διατυπώνονται ρητά οι παρακάτω στόχοι τους οποίους επιδιώκεται να κατακτήσουν οι μαθητές/τριες:
- να εξηγούν ότι τα νανο-ϋλικά είναι υλικά αιχμής με εφαρμογές σε τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας και
- να αναφέρουν εφαρμογές των νανοϋλικών στην καθημερινή ζωή.
- Στοιχεία που θα προσεγγίσουν οι μαθητές/τριες με τη χρήση του εποπτικού υλικού και τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας (δεν περιλαμβάνεται σχετικό υλικό στο επίσημο σχολικό εγχειρίδιο).

Παράλληλα, όμως, και με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού υλικού...

που θα διατεθεί στους εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/τριες, θα δοθεί η δυνατότητα επέκτασης του γνωστικού πεδίου των μαθητών/τριών σε σχέση με τους υπάρχοντες στόχους του αναλυτικού προγράμματος σπουδών, με την προσθήκη νέων, σχετικών με τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα, που εμπεριέχονται στο ζήτημα της χρήσης νανο-υλικών και εφαρμογών νανο-τεχνολογίας εν γένει.

Ο εκπαιδευτικός οδηγός...

ενταγμένος στην τυπική εκπαίδευση, προτείνει μια διεπιστημονική προσέγγιση στο γνωστικό αντικείμενο της νανοτεχνολογίας και των υλικών της.

Μέσα από τις διαθεματικές δραστηριότητες που προτείνονται και το εκπαιδευτικό υλικό που θα δοθεί, οι μαθητές/τριες θα γνωρίσουν τις διαστάσεις του ζητήματος, τα οφέλη από τη χρήση νανο-υλικών αλλά και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία από τη χρήση νανο-υλικών.

Πρόσθετες επισημάνσεις

- Σημαντικό είναι να γίνει σαφές ότι: οι ενότητες που προτείνονται περιέχουν έννοιες, φαινόμενα και σχέσεις ή μηχανισμούς, που, δυνητικά, μπορούν να συσχετιστούν με το παρόν εκπαιδευτικό-επιμορφωτικό υλικό. Η συσχέτιση θα γίνει με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών και με αυτόν τον τρόπο γίνεται -αν και έμμεσα- η απαραίτητη σύνδεση με τους υπάρχοντες στόχους του Αναλυτικού Προγράμματος για τα αντίστοιχα μαθήματα. Σε κάποιες (εξαιρετικά λίγες) περιπτώσεις, οι προτεινόμενες ενότητες βρίσκονται εκτός προτεινόμενης (φετινής) ύλης. Παρόλα αυτά, οι προτεινόμενοι στόχοι μπορούν να αποτελέσουν άριστο υλικό για τις ανάγκες του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού οδηγού. Επίσης, έννοιες και φαινόμενα που υπάρχουν στην ύλη προηγούμενων τάξεων, θεωρούνται γνωστές και μπορούν να αναφερθούν, εν συντομία, με βάση τις αναφορές παραπάνω.
- Για τους μαθητές των τάξεων του Γυμνασίου και της Β' Λυκείου, ο εκπαιδευτικός οδηγός θα μπορούσε να εφαρμοστεί και στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων, των καινοτόμων δημιουργικών ερευνητικών εργασιών (project), των ομίλων αλλά και σε κάθε περίπτωση εμπλουτισμού και επέκτασης της διδασκαλίας των μαθημάτων που αναφέρονται.

Μια τέτοια δημιουργική εργασία αναφέρεται παρακάτω:

- http://www.iep.edu.gr/images/IEP/EPISTIMONIKI_YPIRESIA/Epist_Monades/B_Kyklos/Genika/2017-10-31_Xhmeia_BLykeioy_nanoylika_ypodeigma1.pdf
- http://www.iep.edu.gr/images/IEP/EPISTIMONIKI_YPIRESIA/Epist_Monades/B_Kyklos/Genika/2017-10-31_Xhmeia_BLykeioy_nanoylika_ypodeigma2.pdf

Ορολογία Σχετική με την Νανοτεχνολογία και τα Νανοϋλικά

Ορολογία_1

- Νανοϋλικά: Τα μηχανικά νανο-ϋλικά (engineered nanomaterials, ENMs) είναι χημικές ουσίες ή υλικά που το μέγεθός τους κυμαίνεται μεταξύ 1 και 100 nm (νανό-μετρα, 10^{-9} του μέτρου – διάφορες κατηγοριοποιήσεις: μηδενικής διάστασης (0D) $<100\text{nm}$, όπως νανο-σωματίδια και κβαντικές τελείες, μονοδιάστατα (1D) $<100\text{nm}$, όπως νανο-σωλήνες, ίνες και νανο-σύρματα, δισδιάστατα (2D) $<100\text{ nm}$ λεπτά και υπέρλεπτα υμένια, επικαλύψεις, πολυ-στρωματικές δομές κ.λπ). Τα νανο-ϋλικά παρουσιάζουν εξειδικευμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και κβαντικές ιδιότητες σε σύγκριση με τα υλικά από σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους. Η ανάγκη για νέα, προηγμένα υλικά και συστήματα με νέες ιδιότητες και συμπεριφορές, οδήγησε στη δημιουργία των νανοϋλικών. Διαδικασίες παραγωγής των νανοϋλικών περιλαμβάνουν α) μηχανισμούς εναπόθεσης ατόμων ή μορίων από την αέρια φάση στην επιφάνεια ενός στερεού υλικού (bottom-up προσέγγιση) είτε β) τη δημιουργία συγκεκριμένης δομής μέσω π.χ. βομβαρδισμού ιόντων, λιθογραφίας (top down προσέγγιση)(Βλαχογιάννη κ.ά. 2014, Μηχανικά Νανοϋλικά και Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας, <http://bit.ly/2LyAr9H>; Χαριτίδης & Κορδάτος από την ιστοσελίδα του μαθήματος Νανοϋλικά και Νανοτεχνολογία)

Ορολογία_2

- **Νανοτεχνολογία:** είναι η μελέτη και η τεχνολογική εφαρμογή εξαιρετικά μικρών αντικειμένων, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε όλους τους άλλους τομείς της επιστήμης, όπως στη χημεία, τη βιολογία, τη φυσική, την επιστήμη των υλικών και τη μηχανική, τη φαρμακολογία κλπ. Ως νανοτεχνολογία ορίζεται το πεδίο των εφαρμογών της μηχανικής που χρησιμοποιεί δομές μεγέθους μορίου. Η κλίμακα μέτρησης των δομών αυτών είναι η νανο-κλίμακα και αποδίδει τα μεγέθη τους σε νανό-μετρα (nm), δηλαδή σε πολλαπλάσια του ενός δισεκατομμυριοστού του μέτρου. Ως επί το πλείστον, στο πεδίο της νανο-τεχνολογίας οι δομές ενδιαφέροντος, συνήθως, έχουν μέγεθος μικρότερο των 300nm. Συγκριτικά, η διατομή μιας ανθρώπινης τρίχας είναι περίπου 60.000nm, ενός μορίου DNA από 2 έως 2,5 nm, και ενός μορίου νερού σχεδόν 0,3nm. Οι δράσεις της νανο-τεχνολογίας περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό και την κατασκευή των υλικών στο επίπεδο του μορίου και του ατόμου, καθώς και τις ποικίλες εφαρμογές των υλικών αυτών. Η ύλη, στα επίπεδα που την εξετάζει η νανο-τεχνολογία, εμφανίζει ιδιότητες κβαντικής φύσεως, τελείως διαφορετικές από τις ιδιότητες των μακροσκοπικών μεγεθών που περιτριγυρίζουν τον άνθρωπο στην καθημερινότητά του. Συνεπώς, η νανο-τεχνολογία έχει χαρακτήρα διεπιστημονικό, αφού συνδυάζεται άριστα με τις υπόλοιπες επιστήμες των οποίων οι δομές που τις απαρτίζουν μετρώνται και αυτές στην ίδια κλίμακα (νανο-κλίμακα), όπως η κβαντική φυσική, η χημεία, η βιολογία, η πληροφορική και μικροηλεκτρονική κτλ. <http://bit.ly/2JLy8xV>
- (τα) **Φουλερένια:** Κάθε μόριο έχει τη μορφή κανονικού εικοσαέδρου, αποτελείται από 60 άτομα C και θυμίζει μπάλα ποδοσφαίρου. Δείτε το σχήμα δίπλα και <http://bit.ly/2IUA7OA>.

Ορολογία_3

- Νανοσωλήνες άνθρακα: είναι ομόκεντροι κύλινδροι γραφίτη(/γραφενίου), κλειστοί σε κάθε άκρο με πενταμελείς δακτυλίους. Ανακαλύφθηκαν το 1991 από τον Sumio Iijima. Οι νανοσωλήνες μπορεί να είναι πολυ-φλοιϊκοί με ένα κεντρικό σωλήνα να περιβάλλεται από ένα ή περισσότερα στρώματα γραφίτη ή μονο-φλοιϊκοί, όπου υπάρχει μόνο ένας σωλήνας και καθόλου επιπλέον στρώματα γραφίτη. Όταν νανο-σωλήνες ομαδοποιούνται, έχουμε τις λεγόμενες συστοιχίες νανοσωλήνων (Wikipedia). Δείτε σχετικά εδώ: <http://bit.ly/2XVMtMJ>,
- Νανοτοξικότητα: Όταν τα τεχνητώς κατασκευασμένα νανο-σωματίδια εκλυθούν στην ατμόσφαιρα, μπορούν να υποστούν διαφορετικές φυσικοχημικές μεταβολές, οι οποίες οδηγούν σε αλλαγή των ιδιοτήτων τους και της επίδρασής τους στο περιβάλλον. Υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία σχετικά με το ότι η ανθρώπινη έκθεση σε ορισμένους τύπους τέτοιων σωματιδίων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία.
- Βιοδιαθεσιμότητα: Η βιοδιαθεσιμότητα αναφέρεται στα νέα φάρμακα και η βιο-ϊσοδυναμία στα ουσιωδώς όμοια φάρμακα, αυτών που η προστασία του διπλώματος ευρεσιτεχνίας έληξε και παρασκευάζονται από οποιαδήποτε φαρμακευτική εταιρεία. Ο ορισμός της βιοδιαθεσιμότητας όπως τον καθορίζει η ακαδημία των Φαρμακευτικών επιστημών είναι 1,2 : " Η καταμέτρηση της σχετικής ποσότητας ενός χορηγημένου φαρμάκου που φθάνει στη γενική κυκλοφορία του αίματος σε συνάρτηση με το ρυθμό που συμβαίνει." (Πηγή ΙΦΕΤ)

Ορολογία_4

- Οξειδωτικό στρες: Οξειδωτικό στρες σε ένα κύτταρο ή έναν οργανισμό ονομάζεται η παθολογική κατάσταση, η οποία προκύπτει από τη διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ των επιπέδων των αντι-οξειδωτικών μηχανισμών και των οξειδωτικών παραγόντων (δραστικές μορφές οξυγόνου, αζώτου και ελεύθερες ρίζες) (Ντουνούση κ.ά. 2009,)
- Ομοιόσταση: Με αυτόν το μηχανισμό αυτορρύθμισης διατηρείται σταθερή η προγραμματισμένη θερμοκρασία, για παράδειγμα μιας συσκευής, όπως το σίδηρο σιδερώματος, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος. Παρόμοιους μηχανισμούς αυτορρύθμισης συναντάμε και στους ζωντανούς οργανισμούς. Για να λειτουργήσουν σωστά, θα πρέπει να μπορούν να διατηρούν το εσωτερικό τους περιβάλλον (σύσταση και ποσότητα υγρών, θερμοκρασία, pH κ.ά.) σχετικά σταθερό, ανεξάρτητα από τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Η ικανότητά τους αυτή ονομάζεται ομοιόσταση και, για να επιτευχθεί, απαιτείται ενέργεια. (Σχολικό Εγχειρίδιο Βιολογίας Γ Γ/σίου, Κεφ.4).

Νανοτοξικότητα

- Εργαστηριακές μελέτες έδειξαν πως οι νανο-σωλήνες άνθρακα είναι κυτταροτοξικοί και ότι προκαλούν τη δημιουργία κοκκιωμάτων στους πνεύμονες ζώων. Άλλα νανο-σωματίδια, που περιέχουν μέταλλα και οξείδια μετάλλων (όπως Χαλκό (Cu), Κοβάλτιο (Co), διοξείδιο του Τιτανίου(TiO_2) και διοξείδιο του Πυριτίου(SiO_2), έχουν επίσης αποδειχθεί ότι έχουν φλεγμονώδη και τοξικά αποτελέσματα στα κύτταρα. Μάλιστα, τα νανο-σωματίδια TiO_2 έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν βλάβες στο DNA καθώς και χρωμοσωμικές ανωμαλίες. Τα νανο-σωματίδια υδροξυαπατίτη (hydroxyapatite), μια ουσία που σχετίζεται στενά με το ορυκτό συστατικό των οστών και των δοντιών, βρέθηκε, σε μελέτες, ότι προκαλούν κυτταρικό θάνατο.
- Πηγή: Dunphy Guzmán, K. A., Taylor, M. R., & Banfield, J. F. (2006). Environmental Risks of Nanotechnology: National Nanotechnology Initiative Funding, 2000–2004. Environmental Science & Technology, 40(5), 1401–1407. doi:10.1021/es0515708

Επιπλέον Βίντεο

- 1 <http://bit.ly/2GnNyp8> (TEDx «The next step in nanotechnology»)
- 2 <https://youtu.be/VDYD5U5UtR4> (TEDx «Redefining nanotechnology»)
- 3 <https://youtu.be/KXwW6F181i0> (TEDx «How Nanotechnology Will Change Our World»)
- 4 <https://youtu.be/ZpSZdQUllpg> (TEDx «Nanotechnology: The Spies Inside Living Things»)
- 5 <https://youtu.be/UttB1VHXzug> (TEDx «The possibilities of nanotechnology»)
- 6. <https://www.youtube.com/watch?v=IU4A4h1ACJs> (Nanotechnology in Cancer Research | Jessica Winter)



Designed by ibrandify / Freepik

Επιπλέον Υλικό

- https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/nano-brochure/nano_brochure_el.pdf

„ Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον ”

Υλικό για Εκπαιδευτικούς

Μεθοδολογικές κατευθυντήριες γραμμές, σχέδιο μαθήματος και ενδεικτικές απαντήσεις στα φύλλα εργασίας

Το εκπαιδευτικό πακέτο: "Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον" αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος "Oxford Debates για την εκπαίδευση των νέων στον τομέα των θετικών επιστημών".

Αποτελεί βασικό υλικό, το οποίο διευκολύνει την επίτευξη των πρωταρχικών στόχων του έργου, συμπεριλαμβανομένης της καλλιέργειας των συλλογιστικών δεξιοτήτων και του ενδιαφέροντος για την εκπαίδευση STEM. Μια τέτοια στροφή είναι σημαντική για τους μαθητές και τις μαθήτριες, αφού στο μέλλον μπορεί να τους οδηγήσει σε επιτυχημένη επιστημονική σταδιοδρομία.

Κατά την προετοιμασία των μαθητών/τριών για τη συζήτηση, ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως της επικοινωνιακής επάρκειας, της επιχειρηματολογίας και της δημόσιας ομιλίας. Οι μαθητές θα πρέπει να βελτιώσουν την ικανότητα να πείθουν αποτελεσματικά, να σκέφτονται και να υποστηρίζουν την άποψή τους με τον κατάλληλο τρόπο, και, αντίστοιχα, να μιλούν σωστά. Η σύνθεση κειμένων, η χρήση ρητορικών μέσων σε προφορικές δηλώσεις, σύμφωνα με τους κανόνες της μητρικής γλωσσικής κουλτούρας, η ερμηνεία κειμένων, η δημόσια ομιλία και παρουσίαση προφορικών κειμένων, οι συζητήσεις και οι διαπραγματεύσεις είναι ζητήματα εξίσου μεγάλης σημασίας.

Για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων, η εφαρμογή των θεματικών εκπαιδευτικών οδηγιών θα πρέπει να ακολουθήσει τη διεξαγωγή μαθημάτων, τα οποία είναι αφιερωμένα στην προετοιμασία των μαθητών/τριών για τους αγώνες αντιλογίας (debates). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί σε συνεννόηση με τους εκπαιδευτικούς άλλων μαθημάτων και τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό για το πρόγραμμα. Η ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων επικοινωνίας μπορεί να συμπεριληφθεί στο πρόγραμμα εργασίας του εκπαιδευτικού της τάξης, και τα έτοιμα σχέδια μαθημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια τακτικών μαθημάτων. Βοηθητικά υλικά μπορούν να βρεθούν στα ακόλουθα έγγραφα:

1. **Πρακτικές ασκήσεις προθέρμανσης**– Παράρτημα Νο 2 στο [Εθνικό πλαίσιο εφαρμογής των Oxford Debates στη σχολική πράξη](#): Το παρόν έγγραφο περιλαμβάνει τις ακόλουθες ασκήσεις: ενεργή ακρόαση, δημόσια ομιλία και δεξιότητες αντιλογίας.

Σχέδια μαθημάτων που αποσκοπούν στη γενική ανάπτυξη των δεξιοτήτων αντιλογίας– Παράρτημα Νο 2 στο [Εθνικό πλαίσιο εφαρμογής των Oxford Debates στη σχολική πράξη](#). Το υλικό αυτό αποτελείται από επτά (7) σχέδια μαθημάτων, τα οποία προετοίμασε η Δρ. Φωτεινή Εγγλέζου, πρόεδρος του Ινστιτούτου Ρητορικών και Επικοινωνιακών Σπουδών Ελλάδας (Ι.Ρ.Ε.Σ.Ε.). Τα σενάρια είναι ένας οδηγός για την παρούσα εργασία. Δεν είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν όλα τα μαθήματα. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να αποφασίσει ποια σενάρια (ή επιλεγμένα τμήματά τους) είναι πιο χρήσιμα για την εργασία με μια συγκεκριμένη ομάδα μαθητών. Το έγγραφο προσφέρει τα ακόλουθα σχέδια μαθήματος:

1. Επικοινωνιακές δεξιότητες

Project office: Ks. Janusza 64, 01-452, Warsaw, Poland <http://odyssey.igf.edu.pl> edukacja@igf.edu.pl



Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences



CENTER FOR
THE
PROMOTION
OF SCIENCE



ENERGINIA
AVASTUSKESKUS
ENERGY DISCOVERY CENTRE

2. Διατύπωση επιστημονικών επιχειρημάτων / Εκφράστε το επιστημονικό σας επιχείρημα, όχι τη γνώμη σας
3. Δημιουργία έγκυρου επιστημονικού επιχειρήματος
4. Αναζητώντας αποδείξεις
5. Ενίσχυση των γλωσσικών δεξιοτήτων των μαθητών
6. Αντίκρουση και διάψευση/ανασκευή
7. Λογικές πλάνες

3. Μεθοδολογικός Οδηγός Odyssey-Oxford debates για Νέους στη Διδασκαλία των Θετικών Επιστημών/ <https://odyssey.igf.edu.pl/wp-content/uploads/2019/11/O4-IN-GREEK.pdf>

Το τελικό στάδιο της προετοιμασίας των αγώνων αντιλογίας που βασίζονται σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά πακέτα είναι η εξοικείωση των μαθητών με τις αρχές της αντιλογίας, οι οποίες περιγράφονται λεπτομερώς στο προαναφερθέν έγγραφο.

Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον

Το εκπαιδευτικό πακέτο: «Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον» αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Παρουσίαση πολυμέσων
- Αρχείο βίντεο (εγγραφή/παρουσίαση) με βάση την παρουσίαση <https://www.youtube.com/watch?v=inUAMspFTE4&list=PLfqrEdpFjt1f1yoxEWvMI0zduuzbDqdTI&index=1&t=191s>
- "Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον" - υλικό για τους μαθητές
- Φύλλα εργασίας (το ίδιο για όλα τα πακέτα)
- "Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον" - υλικό για τον εκπαιδευτικό (με προτεινόμενες ενδεικτικές απαντήσεις).

Το εκπαιδευτικό πακέτο συνιστάται να εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια τουλάχιστον τριών διδακτικών ωρών/μαθημάτων.

Η 4η Βιομηχανική επανάσταση (4BE/4IR) έχει ήδη αρχίσει. Οι χώρες που επιζητούν την εξέλιξή τους, ως κοινωνίες, συμμετέχουν με κάθε μέσο και τρόπο σε αυτήν. Μαθητές, φοιτητές καθηγητές, πανεπιστήμια, ιδρύματα, Ινστιτούτα, εταιρείες, φορείς και πολιτικοί συμμετέχουν ενεργά και συμβάλλουν με τον (αντίστοιχο) ρόλο τους σε αυτή. Οι κύριες τεχνολογικές διαστάσεις, που σχετίζονται με την 4η Βιομηχανική Επανάσταση, είναι: οι Πληροφορικές Τεχνολογίες, η Τεχνητή Νοημοσύνη, η Φωτονική, η Νανοτεχνολογία, η Βιοτεχνολογία και η Ρομποτική.

Κοιτάζοντας το μέλλον με όραμα και στοχεύοντας στην ενεργό συμμετοχή όλων των ευρωπαϊκών κρατών στην παγκόσμια εκπαιδευτική διαδικασία, συνιστάται οι μαθητές να είναι ενήμεροι και να μπορούν να πραγματευτούν ουσιαστικά το θέμα της νανοτεχνολογίας, το οποίο αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές διαστάσεις της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης.

Ο συγκεκριμένος εκπαιδευτικός οδηγός «Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον» περιλαμβάνει μια σειρά δραστηριοτήτων, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα εμπλουτισμού της γνώσης των μαθητών/τριών για

τη νανοτεχνολογία. Επίσης, επιτρέπει στους μαθητές να σχηματίσουν επιχειρήματα αναδεικνύοντας τόσο τις εξελίξεις στον χώρο της νανοτεχνολογίας όσο και τους πιθανούς κινδύνους τους οποίους συνεπάγεται για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Ο αγώνας αντιλογίας με θέμα: “Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον» μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια εξωδικαστικών δραστηριοτήτων αναφορικά με τα μαθήματα της Βιολογίας και της Χημείας. Το επίπεδο του παρεχόμενου υλικού απευθύνεται, κυρίως, σε μαθητές Λυκείου.

Μάθημα 1. Εισαγωγή στην Νανοτεχνολογία. Ποια είναι τα οφέλη και οι κίνδυνοι από τη χρήση νανοϋλικών για την ανθρώπινη ζωή και το περιβάλλον;

Με τη βοήθεια του εποπτικού υλικού (κατά περίπτωση και τάξη) του εκπαιδευτικού οδηγού «Νανοτεχνολογία: Υγεία και Περιβάλλον», οι μαθητές/τριες, αναμένεται:

- να γνωρίσουν τα διαφορετικά νανοϋλικά,
- να επικεντρωθούν στις λύσεις και στα πλεονεκτήματα που αυτά προσφέρουν στους διάφορους τομείς εφαρμογής τους (ιατρική, φαρμακολογία, βιομηχανία, καλλυντικά),
- και παράλληλα να γνωρίσουν τους πιθανούς κινδύνους από την ανεξέλεγκτη διάχυσή τους στο περιβάλλον.

Επιπρόσθετα, οι μαθητές/τριες θα προσεγγίσουν τις δυνατότητες που υπάρχουν για ‘αδρανοποίηση’ των επικίνδυνων νανοϋλικών ή των συνεπειών τους, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιδράσεις της χρήσης τους (για παράδειγμα μέσα από την εισαγωγή τους στην τροφική αλυσίδα).

Τέλος, θα προβληματιστούν για το μέλλον των τεχνολογικών εφαρμογών της νανο-τεχνολογίας, που, δυνητικά, θα επηρεάσουν με διάφορους τρόπους τη ζωή τους.

Μάθημα 2. „Η χρήση νανοϋλικών προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας στον άνθρωπο”- δημιουργία επιχειρημάτων υπέρ και κατά του θέματος

Σκοπός του δεύτερου μαθήματος είναι οι μαθητές/τριες να σχηματίσουν όσα επιχειρήματα είναι δυνατόν (υπέρ και κατά του θέματος), τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη διάρκεια του αγώνα αντιλογίας, ανακεφαλαιώνοντας την εργασία που έγινε με τον εκπαιδευτικό οδηγό.

Σχέδιο μαθήματος

1. Οργανωτικά θέματα, έλεγχος της λίστας παρουσιών, εξοικείωση με το θέμα και τους στόχους του μαθήματος [5 λεπτά].
2. Προετοιμασία επιχειρημάτων: Ο δάσκαλος χωρίζει την τάξη σε ομάδες των δύο. Κάθε ομάδα λαμβάνει **12 κάρτες ερωτήσεων** (διαθέσιμες στο εκπαιδευτικό υλικό για το μαθητή) και 2 αντίγραφα του φύλλου εργασίας 1. Με βάση τα ερωτήματα, οι μαθητές διατυπώνουν επιχειρήματα για την παρουσίαση/υποστήριξη της θέσης τους, κατά της θέσης και επιχειρήματα που είναι συζητήσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αντιλογία και από τα δύο μέρη. Οι μαθητές συνεργάζονται, αλλά ο κάθε μαθητής συμπληρώνει ξεχωριστά το φύλλο εργασίας του. Υπάρχουν ενδεικτικές απαντήσεις για το φύλλο εργασίας 1 στο υλικό του καθηγητή (στο παρόν αρχείο) [25 λεπτά].
3. Ομάδες: συγκροτούνται οι ομάδες λόγου και αντιλόγου (υπέρ και κατά) [10 λεπτά].



Η επιλογή ομάδας μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους, με τον καθένα από αυτούς να παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

α) Οι μαθητές δηλώνουν ποια επιχειρήματα είναι πιο κοντά στις πεποιθήσεις τους. Ο δάσκαλος χωρίζει την τάξη σε ομάδες (η κάθε μία με παρόμοιο αριθμό μαθητών) με τον τρόπο που αντικατοπτρίζει τις πεποιθήσεις τους τους.

β) Η δεύτερη μέθοδος προϋποθέτει μια διαίρεση παρόμοια με την παραπάνω, με τη διαφορά ότι, τελικά, η ομάδα που αποτελείται από τους υποστηρικτές μιας δεδομένης θέσης γίνεται η "αντίπαλη" ομάδα (θέση Κατά), ενώ οι αντίπαλοι της μιας θέσης γίνονται η ομάδα της "θέσης Υπέρ". Οι υποστηρικτές μιας τέτοιας διαίρεσης υποθέτουν ότι διδάσκει τους συμμετέχοντες της συζήτησης να χρησιμοποιούν επιχειρήματα που βασίζονται σε μεγαλύτερο βαθμό σε γεγονότα/δεδομένα, και λιγότερο στα συναισθήματα. Εναλλακτικά, η διαίρεση σε ομάδες μπορεί επίσης να γίνει τυχαία.

Τέλος, η επιλογή της ομάδας μπορεί επίσης να γίνει από τον δάσκαλο με υποκειμενικό τρόπο, εξασφαλίζοντας ότι κάθε ομάδα έχει τόσο τους ηγέτες όσο και τους μαθητές που χρειάζονται περισσότερη βοήθεια, έτσι ώστε και οι δύο ομάδες να έχουν παρόμοιες "δυνατότητες νίκης". Για να εξοικονομηθεί χρόνος για το τμήμα, ο δάσκαλος μπορεί να κάνει την επιλογή των ομάδων στην αρχή του μαθήματος, για παράδειγμα με τη διανομή των φύλλων εργασίας 1 στους μαθητές, τυπωμένων σε φύλλα διαφορετικού χρώματος ή με κάποιο αντίστοιχο τρόπο.

1. Ο δάσκαλος διανέμει τα φύλλα εργασίας 2 στους μαθητές (ένα για κάθε μαθητή) και εξηγεί την εργασία. Ένα παράδειγμα συμπληρωμένης εργασίας είναι διαθέσιμο παρακάτω (στο υλικό του καθηγητή).
2. Οι μαθητές σε κάθε ομάδα διαβάζουν έτοιμα επιχειρήματα σύμφωνα με την ανάθεση σε μια δεδομένη ομάδα. Κάθε μαθητής /τρια λαμβάνει 1 επιχείρημα, το οποίο αυτός/ αυτή θα αναπτύξει (ως εργασία) σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές στο φύλλο εργασίας 2.
3. Επίσης, κάθε ομάδα ορίζει 3 άτομα, που θα παρουσιάσουν τα επιχειρήματα που εκπονήθηκαν από ολόκληρη την ομάδα. Οι μαθητές αποφασίζουν τη σειρά των ομιλιών τους. Κατά τη διάρκεια της αντιλογίας, άλλα μέλη της ομάδας που δεν έχουν εμπλακεί στην αντιλογία, συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας.
4. Περίληψη του μαθήματος, αξιολόγηση της εργασίας των μαθητών [5 λεπτά]

Μάθημα 3. Αγώνας αντιλογίας / Debate

Κατά τη διάρκεια του τελευταίου μαθήματος, οι ομάδες διεξάγουν την αντιλογία σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές που περιέχονται στον Μεθοδολογικό Οδηγό Odyssey-Oxford debates για Νέους στη Διδασκαλία των Θετικών Επιστημών (<https://odyssey.igf.edu.pl/wp-content/uploads/2019/11/O4-IN-GREEK.pdf>)

Χρειάζονται συνολικά 45 λεπτά για να διεξαχθεί ένας πλήρης αγώνας αντιλογίας. Κατά τη διάρκεια του αγώνα, ο εκπαιδευτικός δεν σχολιάζει τα επιχειρήματα ή δεν αναφέρει τις πιθανές λογικές πλάνες στις οποίες μπορεί και να υποπέσουν οι μαθητές.

Κατά την εξάσκηση ενός αγώνα αντιλογίας θα πρέπει να διαρθρωθεί ως εξής:

1. Έναρξη της αντιλογίας από τον συντονιστή/πρόεδρο [3 λεπτά].
2. Αρχική ψηφοφορία από το ακροατήριο [2 λεπτά].



3. 1^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Ομιλία τοποθέτησης [4 λεπτά].
4. 1^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Ομιλία τοποθέτησης [4 λεπτά].
5. Διασταυρούμενες απόψεις μεταξύ των ομιλητών-ερευνητών (1) των δύο ερευνητικών ομάδων [3 λεπτά].
6. 2^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Ομιλία αντίκρουσης [4 λεπτά].
7. 2^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Ομιλία αντίκρουσης [4 λεπτά].
8. Διασταυρούμενες απόψεις μεταξύ των ομιλητών-ερευνητών (2) των δύο ερευνητικών ομάδων [3 λεπτά].
9. Χρόνος προετοιμασίας για την Περιληπτική Αντίκρουση και την Τελική Εστιασμένη Αντίκρουση [2 λεπτά].
10. 3^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Περιληπτική Αντίκρουση [2 λεπτά].
11. 3^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Περιληπτική Αντίκρουση [2 λεπτά].
12. Διασταυρούμενες απόψεις μεταξύ των ομιλητών-ερευνητών (1 & 2) των δύο ερευνητικών ομάδων [3 λεπτά].
13. 3^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Τελική εστιασμένη αντίκρουση [2 λεπτά].
14. 3^{ος} Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Τελική εστιασμένη αντίκρουση [2 λεπτά].
15. Τελική ψηφοφορία από το ακροατήριο / Σύντομη γραπτή ανατροφοδότηση [3 λεπτά].
16. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων από τον συντονιστή [2 λεπτά].

Εάν ο αγώνας αντιλογίας διεξάγεται κατά τη διάρκεια εξωσχολικών δραστηριοτήτων, τότε συνιστάται να αφιερώσετε- για παράδειγμα, 90 λεπτά για αυτή τη δραστηριότητα. Αυτό θα σας επιτρέψει να προετοιμάσετε την αίθουσα για τον αγώνα αντιλογίας, να θυμηθείτε τους κανόνες, να διεξάγετε τον αγώνα, να συζητήσετε την πορεία του και, τελικά, να αξιολογήσετε το έργο των μαθητών.

Όσον αφορά τις συνθήκες της τάξης, θα ήταν ιδανικό να διατεθούν δύο συνεχόμενες ώρες μαθήματος για τη διεξαγωγή του αγώνα αντιλογίας συζήτηση. Λαμβάνοντας υπόψη τις σχολικές συνθήκες, τις οργανωτικές δυσκολίες και την αδυναμία να αφιερωθούν πάρα πολλά μαθήματα στο περιεχόμενο που επεκτείνει το βασικό πρόγραμμα σπουδών, ο αγώνας αντιλογίας μπορεί να διεξαχθεί σε ένα μάθημα, με αυστηρή τήρηση των χρονικών ορίων. Σε αυτή την περίπτωση, συνιστάται κατά τη διάρκεια του επόμενου μαθήματος με την τάξη να διατεθούν επιπλέον 10 λεπτά, ώστε να γίνει συζήτηση αναφορικά με τον αγώνα αντιλογίας, επισημαίνοντας τα δυνατά σημεία και τα λάθη που έγιναν από τους συμμετέχοντες.

Σε αυτή τη μορφή, 6 μαθητές (3 από κάθε ομάδα) συμμετέχουν ενεργά στον αγώνα αντιλογίας. Ο δάσκαλος μπορεί, επίσης, να ορίσει έναν συντονιστή μεταξύ των μαθητών και έναν χρονο-μετρητή.

Οι υπόλοιποι μαθητές θα λάβουν το φύλλο εργασίας Νο 3.

Καθήκον τους θα είναι να ακούσουν προσεκτικά τον αγώνα αντιλογίας και να σημειώσουν τα δυνατά σημεία και τους τομείς βελτίωσης της αντίπαλης ομάδας, και να δικαιολογήσουν την επιλογή τους. Το συμπληρωμένο φύλλο εργασίας 3, μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την έκδοση βαθμού για τη δραστηριότητα στο μάθημα για τους μαθητές που δεν συμμετείχαν άμεσα στον αγώνα αντιλογίας, αλλά συμμετείχαν στην προετοιμασία του και ήταν ενεργοί παρατηρητές του.

Φύλλο εργασίας Νο. 1

Ο εκπαιδευτικός οδηγός περιέχει μια σειρά ερωτήσεων με στόχο να βοηθηθούν οι μαθητές/τριες κατά την προετοιμασία των επιχειρημάτων για τη συζήτηση αναφορικά με το εξεταζόμενο θέμα. Με βάση αυτές τις ερωτήσεις, προετοιμάστε μια ομάδα επιχειρημάτων και ομαδοποιήστε τα σύμφωνα με το αν είναι ΥΠΕΡ του θέματος, ΚΑΤΑ του θέματος ή αν αυτά τα επιχειρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από τις δύο ομάδες (“Γκρίζα Περιοχή”). Γράψτε τα επιχειρήματα στα αντίστοιχα μέρη του πίνακα.

ΥΠΕΡ	„ΓΚΡΙΖΑ ΠΕΡΙΟΧΗ”	ΚΑΤΑ
Υπάρχει μεγάλη παρουσία των νανοϋλικών στην ‘καθημερινή ζωή’ και τι επίδραση μπορεί να έχει αυτό στην υγεία του πληθυσμού; Όντως, ψυγεία, μπιγνιές για τοίχους, χώρου, καλλυντικά, αντηλιακά, υφάσματα, συσκευασία τροφίμων κ.λπ. έχουν στη σύνθεση και στα υλικά τους μεγάλα ποσοστά νανοϋλικών. Τα υλικά αυτά διαφεύγουν στο περιβάλλον με σημαντικές πιθανότητες επιμόλυνσης (βλ. ΚΠ.6,7,10,13,14 & ΚΙ.3) Πρέπει να αντιμετωπίσουμε τη νανοτοξικότητα, ως μια νέα κατηγορία τοξικότητας, για την οποία λίγα είναι γνωστά, δίνοντας ιδιαίτερο βάρος στους ευαίσθητους πληθυσμούς (λ.χ. παιδιά) ο οργανισμός των οποίων είναι πιο	Πόσο ...παλιά είναι η νανοτεχνολογία; Η ιδέα αποδίδεται στον Καθηγητή R. Feynman το 1959. Ο όρος «νανοτεχνολογία» εγκαινιάσθηκε από τον Καθηγητή N. Taniguchi το 1974. Το 1981 εφευρέθηκε στη Ζυρίχη το μικροσκόπιο ανίχνευσης (STM). (βλ. ΚΙ.3,1,9) Η ανάγκη για την παραγωγή νανοϋλικών τι επίδραση μπορεί να έχει στη διαδικασία και την αγορά των ‘πρώτων υλών’ που απαιτούνται; Δεν υπάρχουν ακόμη σαφείς αριθμοί παραγωγής και αναφορές για ελλείψεις πρώτων υλών. Ένας λόγος είναι και οι μικροσκοπικές ... ατομικές ποσότητες που απαιτούνται για την παραγωγή νανο-σωματιδίων. (βλ ΚΠ.6,7 ΚΙ. 2)	Ποιες θεωρείτε τις σημαντικότερες εφαρμογές των νανοϋλικών; Το φουλερένιο με τις διάφορες μορφές του, έχει εφαρμογές στα καλλυντικά, στα φαρμακευτικά είδη, στα λιπαντικά (για μέρη μηχανών), καθώς και στην ηλεκτρονική (δίνοντας εύκαμπτα και φθηνά ηλεκτρονικά που πολλαπλασιάζουν τις δυνατότητες και τις εφαρμογές). Τα χλωριο-σφαιρίδια πολυστυρενίου καθιστούν εφικτό τον καθαρισμό του νερού και οι μεμβράνες νανοκλίμακας επιτυγχάνουν αφαλάτωση του νερού, επιλύοντας έτσι δυο από τα σημαντικότερα ζητήματα του αναπτυσσόμενου κόσμου (του νερού και του καθαρού νερού). Οι νανοσωλήνες, οι ίνες και τα νανοςύρματα καθώς και τα λεπτά και τα υπέρλεπτα υμένια όπως επίσης και τα νανοκύτταρα ενισχύουν τις ιατρικές εφαρμογές αντιμετώπισης ανιάτων (μέχρι στιγμής) ασθενειών.

Project office: Ks. Janusza 64, 01-452, Warsaw, Poland <http://odyssey.igf.edu.pl> edukacja@igf.edu.pl



Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences



CENTER FOR
THE
PROMOTION
OF SCIENCE



ENERGIA
AVASTUSKESKUS
ENERGY DISCOVERY CENTRE

ευάλωτος σε σύγκριση με εκείνον των ενηλίκων;

Ναι. Από τη μία δεν υπάρχουν σαφείς αριθμοί παραγωγής από τις εταιρείες παραγωγής – κάτι που δημιουργεί και προβλήματα στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και από την άλλη είναι πολύ επικίνδυνη η εκτεταμένη έκθεση σε νανοσωματίδια.
(βλ. ΚΠ. 6,8,15,16 & ΚΙ. 7)

Πόσο πιθανή είναι η (μη ελεγχόμενη) έκλυση νανοσωματιδίων στην ατμόσφαιρα και τι αποτέλεσμα μπορεί να έχει αυτό στη δημόσια υγεία;

Πολύ πιθανή και δεν μπορεί να αποκλειστεί. Κυρίως, όμως, παρατηρείται μόλυνση των υδάτων και από εκεί γίνεται αναφορά για πιθανές μολύνσεις σε διάφορα στάδια της τροφικής αλυσίδας
(βλ. ΚΠ 6,8,15,16 & ΚΙ 5,7)

Υπάρχουν βιολογικές συνέπειες των νανοϋλικών τόσο στα ζώα όσο και στα φυτά;

Σαφώς ναι, ενδεικτικά:

Επιμολύνσεις κυττάρων, οργάνων και γενετικού υλικού
(βλ. ΚΠ 6,8,14,15,16 & ΚΙ 5,7)

Αναφερόμενοι στον παρακάτω πίνακα βλέπετε διαφορές στις 'ανεκτές' ή 'επιτρεπόμενες' τιμές νανοσωματιδίων στους διάφορους οργανισμούς; Πού πιστεύετε ότι οφείλεται αυτό και τι συνέπεια μπορεί αυτό να έχει στην υγεία μας;

Είδος Νανοϋλικού	BSI (Ηνωμ. Βασίλειο 2007)	IFA (Γερμανία 2009) & SER (Ολλανδία 2012)	SWA (Αυστραλία 2012)	NIOSH (ΗΠΑ 2013)
Ινες	0.01 fibers/cm ³	0.01 fibers/cm ³	0.1 fibers/cm ³	0.007 mg/m ³
Κοκκώδη	20 000 particl./cm ³	40 000 particl./cm ³	0.3 mg/m ³	0,003 mg/m ³

Κάθε όριο ανταποκρίνεται στη σύγχρονη (επιδημιολογική) έρευνα, στις κοινωνικο-οικονομικό-πολιτικές ανάγκες και έχει άμεση σχέση με το είδος του υλικού (βλ. ΚΠ. 9)

Τα «νανο-ρομπότ» ανοίγουν νέους και πολλά υποσχόμενους ορίζοντες για πολλές εφαρμογές στο άμεσο μέλλον.

(βλ. ΚΠ.1,5,10,12,13,14 & ΚΙ 4,8)

(βλ. ΚΠ.6,7 & ΚΙ 2)

Ποιες είναι οι θετικές χρήσεις της νανοτεχνολογίας;

Είναι εξαιρετικά πολλές και αυξάνονται μέρα με την ημέρα επιλύοντας σημαντικά προβλήματα, σε τομείς υγείας, τεχνολογίας συμβάλλοντας στην καλύτερευση της ποιότητας ζωής
(βλ. ΚΠ. 1, 4,6,7,10,12,13,14 & ΚΙ. 8)

Στην ιατρική έχει να επιδείξει κάτι η έρευνα με νανοϋλικά;

Σαφώς ναι και ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε πολλά και σημαντικά αποτελέσματα στην καταπολέμηση ασθενειών όπως: η Parkinson, το Alzheimer και στην αντιμετώπιση διαφόρων μορφών καρκίνου.
(βλ. ΚΠ 12 & ΚΙ 8)

Η οικονομία μιας χώρας που διεξάγει έρευνα σχετική με τη νανοτεχνολογία μπορεί να ενισχυθεί;

Η δημιουργία νέων υλικών και εφαρμογών (νανοτεχνολογίας) προκύπτει μέσα από την έρευνα και τη δημιουργία νέων πατεντών. Αυτή καθαυτή η διαδικασία είναι στενά συνδεδεμένη με την

ανάπτυξη στην οικονομία. Η νανοτεχνολογία είναι κατά κοινή ομολογία πολλά υποσχόμενη σε καινοτομικές εφαρμογές συμβάλλοντας στη γενικότερη οικονομική ανάπτυξη. Ένα απλό παράδειγμα είναι αυτό της μελλοντικής ανάπτυξης μεγάλου αριθμού εφαρμογών με χρήση του Φουλερένιου (χαρακτηριστικό νανοϋλικό), που σαφώς ενισχύουν την παραπάνω συλλογιστική **(Παρουσίαση Καθηγητή, ΚΙ.10)**

Μπορούν να υπάρξουν αντίμετρα στη νανο-ρύπανση με τη χρήση νανοϋλικών;

Ο τρόπος ελέγχου της οποιαδήποτε μορφής ρύπανσης είναι οι συνεχείς έλεγχοι και η θέσπιση ορίων και ασφαλών τιμών έκθεσης. Έλεγχοι με προβλεπόμενες τιμές, όρια και νέες μεθόδους ελέγχου καθώς και καινοτόμες μεθόδους «αδρανοποίησης» είναι η λύση και στη περίπτωση των νανοϋλικών (π.χ. συσκευές υπερήχων). **(Βλ. Υλικό Παρουσίασης, ΚΠ. 10)**

Φύλλο εργασίας Νο. 2

Με βάση το υλικό που παρέχεται από τον/την εκπαιδευτικό, ετοιμάστε τα επιχειρήματα προς συζήτηση. Μία ομάδα μαθητών/τριών προετοιμάζει επιχειρήματα ΥΠΕΡ του θέματος και η άλλη ομάδα προετοιμάζει επιχειρήματα ΚΑΤΑ του θέματος. Χρησιμοποιήστε τις προτεινόμενες φόρμες καταγραφής των επιχειρημάτων.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 1.

Επιχείρημα με συλλογιστική	Προβλεπόμενα αντεπιχειρήματα από την άλλη ομάδα	Απαντήσεις στα αντεπιχειρήματα
Η χρήση νανοϋλικών επιφέρει σημαντικά προβλήματα υγείας, αφού η έρευνα έχει να αναφέρει μη αναστρέψιμες παρενέργειες σε ζωντανούς οργανισμούς, ως συνέπεια της έκθεσής τους σε νανοϋλικά, ειδικά σε σχέση με τις κυτταρικές λειτουργίες, όπως κυτταρο-τοξικότητα και φλεγμονές λόγω του μεγέθους τους (βλ. ΚΠ. 2,15, ΚΙ. 7)	Αντίθετα, οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας (NT) περιλαμβάνουν τους χειρισμούς υλικών σε ατομική κλίμακα με τους οποίους έχουμε αναπτύξει τεχνικές και νανοϋλικά που προστατεύουν και θωρακίζουν την ανθρώπινη υγεία όπως, για παράδειγμα, καινοτόμα συστήματα αφαλάτωσης και βιοκτονίας σε συστήματα ύδρευσης (βλ. ΚΠ. 4,5,13)	Μπορεί κάποια από τα φάρμακα ή τα θεραπευτικά στελέχη, που χρησιμοποιήθηκαν μέσω εφαρμογών νανοτεχνολογίας στις εργαστηριακές μελέτες, να παρουσιάζουν πολύ καλά αποτελέσματα, αλλά στην πραγματικότητα (στην κλινική πράξη) δεν φαίνεται να έχουν τα ίδια καλά αποτελέσματα (βλ. Κ.Ι. 8)
Επιπλέον, η έρευνα έχει να αναφέρει μη αναστρέψιμες παρενέργειες σε ζωντανούς οργανισμούς, ως συνέπεια της έκθεσής τους σε νανοϋλικά, όπως τη βλάβη οργάνων ή ακόμα και την προσβολή σημαντικών λειτουργιών, όπως τη λειτουργία φράγμα αίματος-εγκεφάλου και αυτό λόγω ακριβώς του μικρού μεγέθους των υλικών	Αντίθετα, εφαρμογές της NT στοχεύουν σε μεμονωμένα κύτταρα και, μάλιστα, έχουν ιδιαίτερα θετική συμβολή στην έρευνα κατανόησης του φραγμού αίματος-εγκεφάλου, κατανοώντας επιπλέον καλύτερα τις υπό μελέτη βιολογικές λειτουργίες. Για παράδειγμα, αντίστοιχες εφαρμογές έχουν ιδιαίτερα θετική συμβολή στην έρευνα για την νόσο Alzheimer και τη νόσο του Parkinson (βλ. ΚΠ. 8, ΚΙ. 5)	Στις γονιδιακές θεραπείες είναι ασαφή τα αποτελέσματα ως προς την ασφάλεια της χρήσης των τεχνικών νανοτεχνολογίας μιας και οι χρησιμοποιούμενες τεχνικές που χειρίζονται νανοσωματίδια μπορούν να παρακάμψουν τους μηχανισμούς άμυνας του ανθρώπινου σώματος,

αυτών και των αλληλεπιδράσεων λόγω του μεγέθους τους (βλ. ΚΠ. 12)	γεγονός που μπορεί να σημαίνει ότι τα λιγότερο επιθυμητά νανοσωματίδια θα μπορούσαν να διεισδύσουν στα κύτταρα ή να διασχίσουν φυσικά εμπόδια (βλ. Κ.Ι. 5)
--	---

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 2.

Επιχείρημα με συλλογιστική	Προβλεπόμενα αντεπιχειρήματα από την άλλη ομάδα	Απαντήσεις στα αντεπιχειρήματα
Η δημιουργία νανοϋλικών είναι επικίνδυνη, αφού τα νανοϋλικά συμπεριφέρονται με τελείως διαφορετικό τρόπο σε ατομικό επίπεδο (κβαντική συμπεριφορά) από ό,τι τα ίδια υλικά αυτά σε μεγαλύτερες (μακροσκοπικές) διαστάσεις. (βλ. ΚΠ. 5,6,8)	Μαθαίνουμε από την ίδια τη φύση (σαύρες γκέκο, μύδια) χρησιμοποιώντας τις μεθόδους και τα υλικά της για να αναπτύξουμε ιδιαίτερα καινοτόμα υλικά, τα οποία είναι, θα λέγαμε, φυσικά. Η ΝΤ μας επιτρέπει να τα χειριστούμε και να τα διαμορφώσουμε κατάλληλα. (βλ. ΚΙ. 9,8,12)	Δεν υπάρχει εύκολος και πλήρης τρόπος παρέμβασης από τη στιγμή που θα υπάρξει η διάχυση τέτοιων υλικών στο περιβάλλον μιας και δεν έχουμε κάποια δυνατότητα δέσμευσης τέτοιων υλικών (βλ. ΚΙ. 2)
Επιπλέον, η διαφυγή (λόγω ατυχήματος) και η απόρριψη (ως απορρίμματα /σκουπίδια) των νανοϋλικών στο περιβάλλον, επιφέρει ανυπολόγιστες και μη πλήρως εκτιμώμενες συνέπειες νανο-τοξικότητας, καθώς τα υλικά	Μαθαίνουμε από την ίδια τη φύση χρησιμοποιώντας τις μεθόδους και υλικά που υπάρχουν ήδη σε αυτή, για να αναπτύξουμε ιδιαίτερα καινοτόμα υλικά δομών άνθρακα (όπως λ.χ. τα φουλερένια) - έτσι θα λέγαμε ότι τα υλικά που δημιουργούνται είναι φυσικά. Η ΝΤ μας επιτρέπει και να τα διαμορφώσουμε κατάλληλα, ώστε να χρησιμοποιηθούν σωστά. (βλ. ΚΙ.10)	Περιορισμένα ποσά διατίθενται για την έρευνα αναφορικά με τις επιπτώσεις των διαφυγόντων στο περιβάλλον υλικών της νανοτεχνολογίας και, άρα, δεν έχουμε γνώση για τις ποσότητες και τις επιπτώσεις από την ύπαρξη των νανοϋλικών στη φύση. Όταν τελειώνει ο κύκλος ζωής προϊόντων τα εναπομείναντα νανοϋλικά είναι δυνητικά επικίνδυνα εισερχόμενα στον κύκλο του νερού και στην τροφική αλυσίδα καθιστώντας

διασκορπίζονται στον υδροφόρο ορίζοντα, εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα και συσσωρεύονται στους καταναλωτές. (βλ. ΚΠ. 5,6,8)	Αντί της με πολλά προβλήματα χλωρίωσης του νερού μπορεί να επιτευχθεί αφαλάτωση νερού με χρήση νανοτεχνολογίας με πολύ καλά αποτελέσματα (βλ ΚΠ. 4, ΚΠ. 5, ΚΠ. 13) Σημαντικές και οι θετικές επιπτώσεις στον εμπλουτισμό του υπεδάφους και στην ανάπτυξη των φυτών . (βλ. ΚΠ. 10 , ΚΠ. 15)	ασαφές το τι ακριβώς πίνουμε και τρώμε (σε ποσότητα νανοσωματιδίων). (βλ. ΚΠ. 7,8, ΚΙ. 6)
--	--	--

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 3.

Επιχείρημα με συλλογιστική	Προβλεπόμενα αντεπιχειρήματα από την άλλη ομάδα	Απαντήσεις στα αντεπιχειρήματα
Η συμβολή στην οικονομία από τις εφαρμογές της NT δεν είναι σημαντική και δεν βοηθούν τόσο στην ανάπτυξη της οικονομίας. Φαίνεται μάλλον να αναλώνουν οικονομικούς πόρους παρά να δημιουργούν καινούριους. (βλ. ΚΙ. 11)	Οι χρήσεις της NT έχουν προσφέρει πολλές θετικές εφαρμογές για πιο γρήγορη παραγωγή με φθηνότερα και πιο ποιοτικά προϊόντα σε κοσμετολογία, βιομηχανία και ηλεκτρονική. (βλ ΚΠ. 14)	Τεράστια ποσά ξοδεύονται για την έρευνα στην ανάπτυξη εφαρμογών νανοτεχνολογίας, με μάλλον αβέβαιο αποτέλεσμα ως προς την ευρεία χρήση των τελικών προϊόντων της (νανοτεχνολογίας). (βλ ΚΙ. 11)
	Η παγκόσμια οικονομία δέχεται θετική ενίσχυση από την νανοτεχνολογία και τη δημιουργία υλικών της. Χαρακτηριστικό παράδειγμα σημαντικής συμβολής της νανοτεχνολογίας σε νέες εφαρμογές και άρα νέους οικονομικούς πόρους, αποτελεί ο τομέας της ηλεκτρονικής με παραγωγή φθηνών εύκαμπτων κυκλωμάτων ψηφιακής τεχνολογίας που είναι γνωστό ότι οδηγεί το άρμα της οικονομίας. (βλ. ΚΠ. 6,10,14)	Υπάρχουν πιθανότητες για κοινωνικό-οικονομικές αναταράξεις που θα προκληθούν από τη μαζική απώλεια θέσεων εργασίας που θα ακολουθήσει την εξάπλωση των βιομηχανιών της Νανοτεχνολογίας. Χώρες των οποίων η οικονομία βασίζεται στο εμπόριο πρώτων υλών, όπως βαμβάκι ή χαλκό ίσως πληγούν λόγω της αντικατάστασης των υλικών αυτών από νανοϋλικά. (βλ. ΚΙ. 11)
	Οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας χρησιμοποιούν μικροσκοπικές ποσότητες (που προφανώς έχουν μικρό κόστος) για την παραγωγή νανοϋλικών. (βλ ΚΠ. 6,7 ΚΙ. 2)	

Φύλλο εργασίας Νο. 3

Όνομα-Επώνυμο:..... **Τάξη:**..... **Ομάδα:** ΥΠΕΡ/ΚΑΤΑ

Κατά τη διάρκεια του αγώνα αντιλογίας, άκουσε και παρατήρησε προσεκτικά τις ομιλίες των παικτών της άλλης ομάδας. Στη συνέχεια, αξιολόγησε ποια ομιλία σε έπεισε περισσότερο και ποια σημεία της ομιλίας των αντιπάλων θα πρέπει να βελτιωθούν.

1. Αναφορικά με την **επιχειρηματολογία** (π.χ. ποιότητα των παρουσιαζόμενων επιχειρημάτων, αξιοπιστία των δεδομένων και των επιστημονικών αποδείξεων) της αντίπαλης ομάδας, πείστηκα περισσότερο από τον/την ομιλητή/τρια Νο.

Δικαιολόγηση:

.....

.....

.....

.....

2. Σε ό,τι αφορά το ύφος της παρουσίασης και επικοινωνίας με το ακροατήριο (π.χ. αυτοπεποίθηση, πειστικότητα, αυθεντικότητα και δυναμικότητα της παρουσίασης, μετριοπαθής χρήση χειρονομιών, ενδεδειγμένη φωνητική ποικιλία, χρήση χιούμορ, φιλική και επαγγελματική προσέγγιση όλων των συμμετεχόντων, αποτελεσματική χρήση της γλώσσας του σώματος) της αντίπαλης ομάδας, πείστηκα περισσότερο από τον/την ομιλητή/τρια Νο.

Δικαιολόγηση:

.....

.....

.....

.....

Υποδείξτε το στοιχείο της παρουσίασης της αντίπαλης ομάδας το οποίο χρειάζεται βελτίωση. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

Δικαιολόγηση:

.....

.....

.....

.....

.....