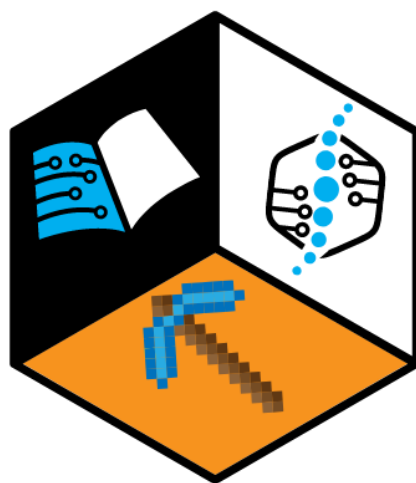


NANOWARE Πρόγραμμα Σπουδών

ΕΝΟΤΗΤΑ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ: R1/T1.1



NANOWARE

31.10.2022

HeartHands Solutions

Συντάχθηκε από: Έλενα Αριστοδήμου

Κωδικός έργου: 2021-2-PL01-KA220-SCH-000051200



Co-funded by
the European Union

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή στην ενότητα	3
2. Εφαρμογές της νανοτεχνολογίας	5
2.1 Κλάδος 1: Ηλεκτρονική Μηχανική.....	5
2.2 Κλάδος 2: Περιβαλλοντική επιστήμη.....	6
2.3 Κλάδος 3: Ιατρική	8
2.4 Κλάδος 4: Καταναλωτικά προϊόντα.....	9
3. Ιστορίες επιτυχίας & βέλτιστες πρακτικές	12
4. Αναφορές	14

1. Εισαγωγή στην ενότητα

Η ενότητα αυτή δείχνει τις τεράστιες δυνατότητες της νανοτεχνολογίας σε διάφορους επιστημονικούς και τεχνολογικούς τομείς. Παρουσιάζοντας διάφορες εφαρμογές, η ενότητα υπογραμμίζει τη σημασία του χειρισμού της ύλης στη νανοκλίμακα και χρησιμοποιεί τέσσερις βιομηχανίες ως παραδείγματα (πληροφορική, περιβαλλοντική επιστήμη, ιατρική, καταναλωτικά προϊόντα).

Περιγραφή

Αυτή η ενότητα θα καλύψει βασικές εφαρμογές της νανοτεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, θα εξηγήσει πώς αυτό το είδος τεχνολογίας εφαρμόζεται στην ηλεκτρονική μηχανική, την περιβαλλοντική επιστήμη, την ιατρική και την ασφάλεια των τροφίμων. Τέλος, θα παρουσιάσει μερικές ιστορίες επιτυχίας και παραδείγματα από την πραγματική ζωή.

Στόχοι της ενότητας

Με αυτή την ενότητα, οι εκπαιδευόμενοι θα μάθουν για διάφορες εφαρμογές της νανοτεχνολογίας. Θα κατανοήσουν επίσης τις τεράστιες δυνατότητες αυτού του είδους της τεχνολογίας σε πολυάριθμους διαφορετικούς τομείς.

Μαθησιακοί στόχοι

Αυτή η μαθησιακή δραστηριότητα αποσκοπεί στην εξοικείωση των εκπαιδευομένων με το αξιοσημείωτα ευρύ πεδίο εφαρμογής της νανοτεχνολογίας και των εφαρμογών της. Ιδανικά, οι εκπαιδευόμενοι θα μάθουν να αναγνωρίζουν τα πιθανά οφέλη από τον χειρισμό της ύλης στη νανοκλίμακα και να προωθούν τη σημασία της σε διάφορους τομείς.

Μαθησιακά αποτελέσματα

Με την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της ενότητας, οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να είναι σε θέση να

- Να κατανοούν τον τρόπο με τον οποίο η νανοτεχνολογία εφαρμόζεται στην [Ηλεκτρονική Μηχανική].
- Να κατανοήσουν πώς εφαρμόζεται η νανοτεχνολογία στην [Περιβαλλοντική Επιστήμη]
- Να κατανοήσουν πώς εφαρμόζεται η νανοτεχνολογία στην [Ιατρική].
- Να κατανοήσουν πώς εφαρμόζεται η νανοτεχνολογία στα [Καταναλωτικά προϊόντα].



Εκτιμώμενος χρόνος φοίτησης

Η ολοκλήρωση της ενότητας μαζί με την εφαρμογή των παρεχόμενων γνώσεων θα διαρκέσει 3 ώρες.

2. Εφαρμογές της νανοτεχνολογίας

Τα νανοσωματίδια και τα νανοϋλικά έχουν μοναδικές φυσικές, χημικές και ηλεκτρονικές ιδιότητες, ανάλογα με τον αριθμό και το είδος των ατόμων που συνθέτουν τη δομή τους. Αυτές οι ιδιότητες τους επιτρέπουν να έχουν τεράστιες δυνατότητες για εφαρμογές σε διάφορους τομείς- ο χειρισμός της ύλης στη νανοκλίμακα μπορεί να δημιουργήσει μια νέα κατηγορία ατομικά κατασκευασμένων υλικών, φέρνοντας έτσι επανάσταση στην έρευνα και τις εφαρμογές (Poole & Owens, 2003).

Για τους σκοπούς αυτής της ενότητας, θα καλύψουμε εφαρμογές στους κλάδους της Ηλεκτρονικής Μηχανικής, της Περιβαλλοντικής Επιστήμης, της Ιατρικής και των Καταναλωτικών Προϊόντων.

2.1 Κλάδος 1: Ηλεκτρονική Μηχανική

Στην ηλεκτρονική μηχανική, η νανοτεχνολογία χρησιμοποιείται για τη δημιουργία βελτιωμένων συστημάτων και συσκευών με περισσότερες λειτουργίες, υψηλότερες επιδόσεις κ.λπ. Η μηχανική ακριβείας και ο ευρύτερος κλάδος της μικροηλεκτρονικής μπορούν πλέον να επωφεληθούν από τις μοναδικές ιδιότητες των νανοδομών και να αναπτύξουν ταχύτερα και φορητά συστήματα και συσκευές που διαχειρίζονται, επεξεργάζονται και αποθηκεύουν μεγαλύτερες ποσότητες δεδομένων, ενώ παράλληλα καταναλώνουν μικρότερες ποσότητες ενέργειας (Bayda et al., 2019). Αυτό είναι εφικτό χάρη στη νανοκατασκευή.

Στη νανοκατασκευή, τα νανοϋλικά συντίθενται με δύο τρόπους:

- Προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω
- προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω

Η νανοκατασκευή από πάνω προς τα κάτω αφορά τον χειρισμό των χύδην υλικών για τη δημιουργία λεπτών σωματιδίων σε νανοδιαστάσεις (Parmasiman et al., 2021). Ένα παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι η δημιουργία μικροτσιπ με βάση το γραφένιο (σε αντίθεση με αυτά με βάση το πυρίτιο) - ένα επαναστατικό προϊόν με μεγάλες δυνατότητες.

Η νανοκατασκευή από κάτω προς τα πάνω αφορά τη συναρμολόγηση λεπτών σωματιδίων για τη δημιουργία νανοϋλικών μέσω μεθόδων αυτοσυναρμολόγησης ή συν-καταβύθισης (ό.π.). Ένα παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι η δημιουργία ηλεκτρονικών συσκευών νανομεγέθους, όπως τα μικροτσιπ, με τη χρήση μεμονωμένων ατόμων και μορίων (Marr, 2022).

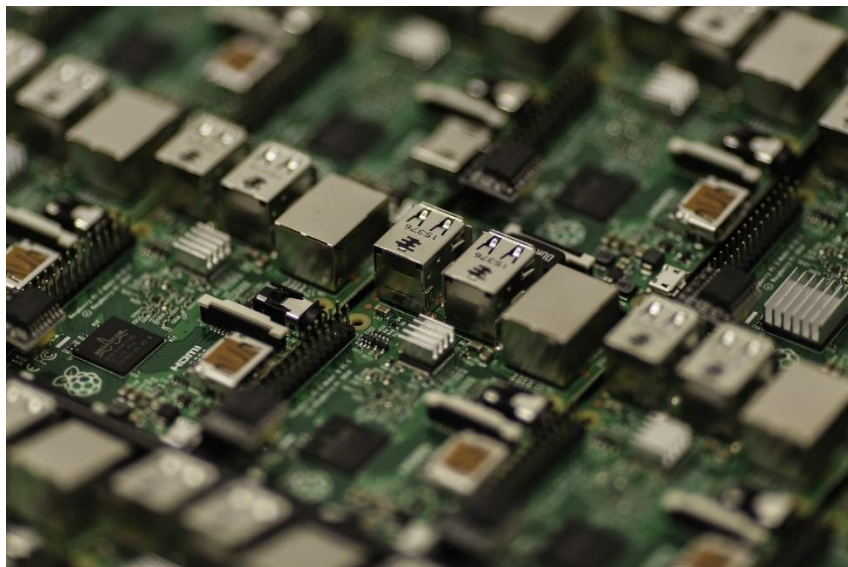


Image title: USB_Technology

Source: Pixabay.com

2.2 Κλάδος 2: Περιβαλλοντική επιστήμη

Οι ερευνητές και οι επιστήμονες πειραματίζονται με διάφορες εφαρμογές της νανοτεχνολογίας για περιβαλλοντικούς σκοπούς και για λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Με γνώμονα την αποδοτικότητα και την οικονομική προσιτότητα, η υψηλή τεχνολογία στη νανοκλίμακα χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέων δομών και συσκευών που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, είναι ελαφρύτερες, παράγουν λιγότερες ή μηδενικές εκπομπές, εγκαθίστανται εύκολα κ.ο.κ.

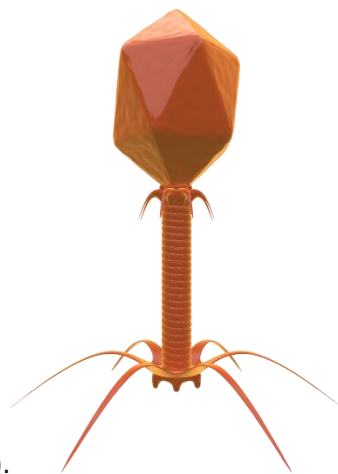
Η νανοτεχνολογία είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στην έρευνα και τον πειραματισμό για εφαρμογές εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες δοκιμάζουν τις δυνατότητες των εκτυπώσιμων ηλιακών συλλεκτών ως μια πιο αποδοτική εναλλακτική λύση που θα είναι επίσης ευκολότερη στην εγκατάσταση και φθηνότερη (NGS, 2022).



Image title: Solar energy

Source: Pixabay.com

Στην έρευνα για την ποιότητα του νερού, τα νανοϋλικά χρησιμοποιούνται για τη μείωση της τοξικότητας με την εξάλειψη τοξικών μετάλλων και οργανικών μορίων, όπως επικίνδυνα χημικά, ιικά κύτταρα κ.λπ. Ένα παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι η χρήση βακτηριοφάγων ως "εργαλεία νανομηχανικής" για την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού και των υγρών αποβλήτων και την ανίχνευση



παθογόνων μικροοργανισμών (Bayat et al., 2020).

Image title: Bacteriophage

Source: Pixabay.com

Ομοίως, τα μαγνητικά νανοϋλικά χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση σωματιδίων ρύπανσης από πετρελαιοκηλίδες (Singh et al., 2020).

2.3 Κλάδος 3: Ιατρική

Η έρευνα και ο χειρισμός της ύλης στην κλίμακα του νανομέτρου έχει δώσει στους επιστήμονες και τους ερευνητές μια καλύτερη κατανόηση της μοριακής συμπεριφοράς και λειτουργίας, καθώς και της προέλευσης διαταραχών όπως οι ασθένειες. Ακολουθώς:

Η βιολογία και η ιατρική μπορούν πλέον να βελτιώσουν το σχεδιασμό και τη στόχευση των φαρμάκων (EC, 2006).

Τα νανοϋλικά χρησιμοποιούνται επίσης σε αναλυτικές και ενόργανες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής ιστών και της απεικόνισης (ό.π.).

Η νανοτεχνολογία χρησιμοποιείται επίσης για τη βελτίωση των διαδικασιών, των θεραπειών ασθενειών και της χορήγησης φαρμάκων, των ιατρικών συσκευών, των ιατρικών εργαλείων κ.λπ.

Όπως έχει δείξει η έρευνα, οι νανοτεχνολογίες μπορούν να προωθήσουν σημαντικά τη βιοϊατρική στη διάγνωση (συμπεριλαμβανομένης της μοριακής απεικόνισης) και τη θεραπεία/διανομή φαρμάκων διαφόρων ασθενειών (Bayda et al., 2019). Αυτό συμβαίνει κυρίως επειδή τα νανοσωματίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση και παγίδευση συγκεκριμένων πρωτεϊνών ή νοσούντων κυττάρων.

Τα νανοφάρμακα είναι ήδη δημοφιλή στη χορήγηση φαρμάκων και στην αναγεννητική ιατρική (ό.π.).

Τα "νανοφαρμακευτικά" είναι επαναστατικά φαρμακευτικά προϊόντα που αναπτύσσονται με τη νανοβιοτεχνολογία για τη χρήση των μοναδικών ιδιοτήτων και λειτουργιών των νανοσωματιδίων (Jain, 2017).

Η εφαρμογή της νανοβιοτεχνολογίας εξασφαλίζει τη βέλτιστη χορήγηση φαρμάκων, τη στοχευμένη θεραπεία του καρκίνου, την αντιμικροβιακή δράση, την αναγέννηση ιστών, την προστασία των νεύρων κ.λπ.

Η νανο-ογκολογία βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των παραδοσιακών χημειοθεραπευτικών φαρμάκων, στοχεύοντας απευθείας στις περιοχές του όγκου χωρίς να βλάπτει τους υγιείς ιστούς- με

τον τρόπο αυτό, η νανο-ογκολογία έχει υψηλότερα ποσοστά ανταπόκρισης και μειωμένη συστηματική τοξικότητα σε σύγκριση με την παραδοσιακή χημειοθεραπεία (Bayda et al., 2019).

Η νανοτεχνολογία του DNA αφορά τον έλεγχο της μοριακής αυτοσυναρμολόγησης- υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις συναρμολόγησης νανοδομών DNA και εφαρμόζονται σε τομείς όπως η βιοφυσική, η διαγνωστική, η συναρμολόγηση νανოსωματιδίων και πρωτεϊνών, ο προσδιορισμός της δομής βιομορίων, η χορήγηση φαρμάκων και η συνθετική βιολογία (Seeman & Sleiman, 2017).



Image title: DNA

Source: Pixabay.com

2.4 Κλάδος 4: Καταναλωτικά προϊόντα

Στη νανοκλίμακα, η ύλη συμπεριφέρεται πολύ διαφορετικά από ό,τι σε άλλες κλίμακες: οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των νανოსωματιδίων διαφέρουν σημαντικά από τις ιδιότητες των υλικών σε μεγαλύτερες κλίμακες. Ανάλογα με το σχήμα, το μέγεθος, τα επιφανειακά χαρακτηριστικά και την εσωτερική δομή, τα νανοςωματίδια μπορούν να αλλάξουν ιδιότητες όταν συναντηθούν με ορισμένες χημικές ουσίες και μπορούν να έχουν μεταξύ τους ελκτικές ή απωστικές αλληλεπιδράσεις που είτε θα τα ομαδοποιήσουν είτε θα τα διαχωρίσουν (EC, 2006).

Πολλά καταναλωτικά προϊόντα περιέχουν ήδη νανοςωματίδια. Η νανοτεχνολογία επιδιώκει να βελτιώσει τις ιδιότητες και την ανθεκτικότητά τους, καθιστώντας τα έτσι απαραίτητα για τους καταναλωτές.

Παράδειγμα:

- **Ένδυση:** Με την ενσωμάτωση νανοσωματιδίων σε μεθόδους επίστρωσης, οι επιστήμονες μπορούν πλέον να κατασκευάσουν υφάσματα που απωθούν το νερό ή είναι πιο ανθεκτικά στους λεκέδες.
- **Υλικά προστασίας επιφανειών:** Νανοσωματίδια ισχυρότερες, ανθεκτικότερες, ελαφρύτερες και "εξυπνότερες" λύσεις για επιφάνειες και συστήματα (π.χ. γυαλιά με προστασία από γρατζουνιές, χρώματα ανθεκτικά στις ρωγμές, επικαλύψεις κατά του γκράφιτι για τοίχους κ.λπ.)
- **Ασφάλεια αυτοκινήτων:** Νανοσωματίδια για την αύξηση της ασφάλειας των αυτοκινήτων. Για παράδειγμα, μπορούν να αυξήσουν την πρόσφυση των ελαστικών στο οδόστρωμα, να βελτιώσουν την ακαμψία του αμαξώματος ή να αποτρέψουν την αντανάκλαση ή τη συμπίκνωση στις οθόνες και τα πάνελ.
- **Καλλυντικά:** Οι ειδικές ιδιότητες των νανοσωματιδίων χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των καλλυντικών και την ανάπτυξη προϊόντων υψηλής ποιότητας (π.χ. διαφανή αντηλιακά με υψηλότερη προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία, προϊόντα με αυξημένη διαύγεια και καλύτερη απορρόφηση κ.λπ.)
- **Αθλητισμός:** Η ενσωμάτωση νανοσωματιδίων στον αθλητικό εξοπλισμό μπορεί να δημιουργήσει ελαφρύτερα και πιο ανθεκτικά προϊόντα (π.χ. μπάλες του τένις που μπορούν να διατηρούν την αναπήδησή τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα).
- **Ασφάλεια τροφίμων και συσκευασία:** Με την ενσωμάτωση νανοσωματιδίων σε μεθόδους επικάλυψης, οι επιστήμονες μπορούν πλέον να βελτιώσουν τη διατήρηση των τροφίμων και να εξασφαλίσουν την ασφαλή μεταφορά των τροφίμων.
- **Ενισχυτικά τροφίμων:** Η νανοτεχνολογία μπορεί να βελτιώσει την υφή και τις γεύσεις των τροφίμων ή ακόμη και να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη πιο υγιεινών εκδοχών παραδοσιακών τροφίμων (π.χ. μαγιονέζα).



"Για παράδειγμα, η μαγιονέζα - η οποία παρασκευάζεται συνδυάζοντας λάδι, κρόκους αυγών, ξύδι και αρωματικές ουσίες σε ένα γαλάκτωμα - περιέχει συνήθως περίπου 70% λίπος όταν παρασκευάζεται παραδοσιακά. Η υφή της παρέχεται από μικροσκοπικά, φυσικά νανομεγέθη σταγονίδια λίπους στο γαλάκτωμα. Χειριζόμενοι αυτά τα σταγονίδια και γεμίζοντάς τα με νερό αντί για λίπος, οι ερευνητές ελπίζουν να διατηρήσουν την παχιά, κρεμώδη υφή της μαγιονέζας, αλλά να μειώσουν τη συνολική περιεκτικότητα σε λίπος σε λιγότερο από 40%" (Oakes, 2020).

3. Ιστορίες επιτυχίας & βέλτιστες πρακτικές

'Εξυπνος επίδεσμος'

<https://www.uri.edu/news/2021/01/smart-bandage-detects-could-prevent-infections/>

Οι χημικοί μηχανικοί του URI ανέπτυξαν έναν ειδικά κατασκευασμένο τύπο επιδέσμου που ανιχνεύει και μπορεί να προλαμβάνει τις λοιμώξεις.

Στις ίνες αυτού του επιδέσμου, έχουν ενσωματώσει νανοσωλήνες άνθρακα "δημιουργώντας έναν συνεχή, μη επεμβατικό τρόπο ανίχνευσης και παρακολούθησης μιας λοίμωξης σε μια πληγή" (NNI, 2021).

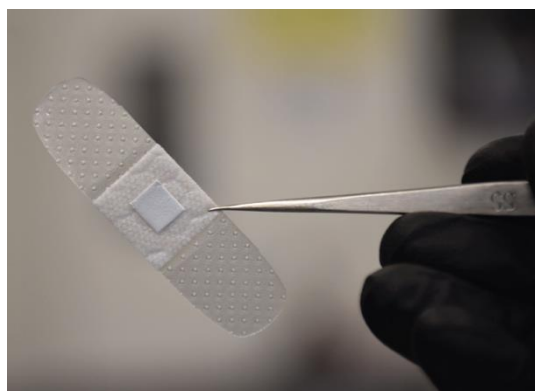


Image title: Smart bandage

Source: URI.edu

Η μπάλα τένις "διπλού πυρήνα" της Wilson

<https://www.wilson.com/en-us/tennis>

Εξειδικευμένη στο τένις, η Wilson χρησιμοποιεί τη νανοτεχνολογία για να αυξήσει το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα.

Για παράδειγμα, έχει παρουσιάσει μια μπάλα τένις διπλού πυρήνα, ο εσωτερικός πυρήνας της οποίας είναι επικαλυμμένος με νανοσωματίδια αργίλου. Λειτουργώντας ως στεγανωτικό, αυτό καθιστά πολύ πιο δύσκολη τη διαφυγή του αέρα και η μπάλα διατηρεί την πίεση και την αναπήδησή της για διπλάσιο χρονικό διάστημα από τις συνηθισμένες μπάλες.



Image title: Tennis

Source: Pixabay.com

Υδρόφοβη επίστρωση

<https://kriya-materials.com>

Η Kriya Materials (Κάτω Χώρες) έχει αναπτύξει μια τεχνική υδρόφοβης και ελαιοφοβικής επικάλυψης για προϊόντα που χρησιμοποιούν νανοτεχνολογία. Λόγω της υψηλής γωνίας επαφής, η επίστρωση της εταιρείας παρέχει ιδιότητες εύκολης καθαριότητας, εξαιρετική αντοχή στην τριβή και ανθεκτικότητα έναντι λεκέδων και μαρκαδόρων -μεταξύ άλλων.

Η εταιρεία προσφέρει εξατομικευμένες λύσεις σε διάφορες εφαρμογές, όπως πλαστικά καλύμματα, μεμβράνες προστασίας, διαφημιστικά πάνελ, infotainment αυτοκινήτων κ.λπ.



Image title: Surface_drops

Source: Pixabay.com

4. Αναφορές

Bayat, F., Didar, T. F., & Hosseinidoust, Z. (2020, December 8). Emerging investigator series: Bacteriophages as Nano Engineering tools for quality monitoring and pathogen detection in water and wastewater. *Environmental Science: Nano*. Retrieved October 10, 2022, from <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/en/d0en00962h/unauth>

Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2019, December 27). The history of nanoscience and nanotechnology: From chemical-physical applications to nanomedicine. *Molecules* (Basel, Switzerland). Retrieved October 5, 2022, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6982820/#B16-molecules-25-00112>

EC. (2006). Nanotechnologies. *Public Health*. Retrieved October 10, 2022, from https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/nanotechnologies/index.htm#il1

Jain, K. K. (2017). *Nanopharmaceuticals*. SpringerLink. Retrieved October 10, 2022, from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-6966-1_5

Marr, B. (2022, October 12). 7 amazing everyday examples of nanotechnology in action. *Forbes*. Retrieved October 12, 2022, from <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2020/07/03/7-amazing-everyday-examples-of-nanotechnology-in-action/?sh=1561e0843e82>

Oakes, K. (2020, September 24). Nanotechnology: How it's used in food and packaging. *FoodUnfolded*. Retrieved October 10, 2022, from <https://www.foodunfolded.com/article/nanotechnology-how-its-used-in-food-and-packaging>

Otto, D. P., & de Villiers, M. M. (2013). Why is the nanoscale special (or not)? fundamental properties and how it relates to the design of Nano-Enabled Drug Delivery Systems. *Nanotechnology Reviews*, 2(2), 171–199. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2012-0051>

Paramasivam, G., Palem, V. V., Sundaram, T., Sundaram, V., Kishore, S. C., & Bellucci, S. (2021). Nanomaterials: Synthesis and applications in Theranostics. *Nanomaterials*, 11(12), 3228. <https://doi.org/10.3390/nano11123228>

Poole, C. P., & Owens, F. J. (2003). *Introduction to nanotechnology*. Wiley-InterScience.



Seeman, N. C., & Sleiman, H. F. (2017). DNA nanotechnology. *Nature Reviews Materials*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/natrevmats.2017.68>

Singh, H., Bhardwaj, N., Arya, S. K., & Khatri, M. (2020). Environmental impacts of oil spills and their remediation by magnetic nanomaterials. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 14, 100305. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100305>