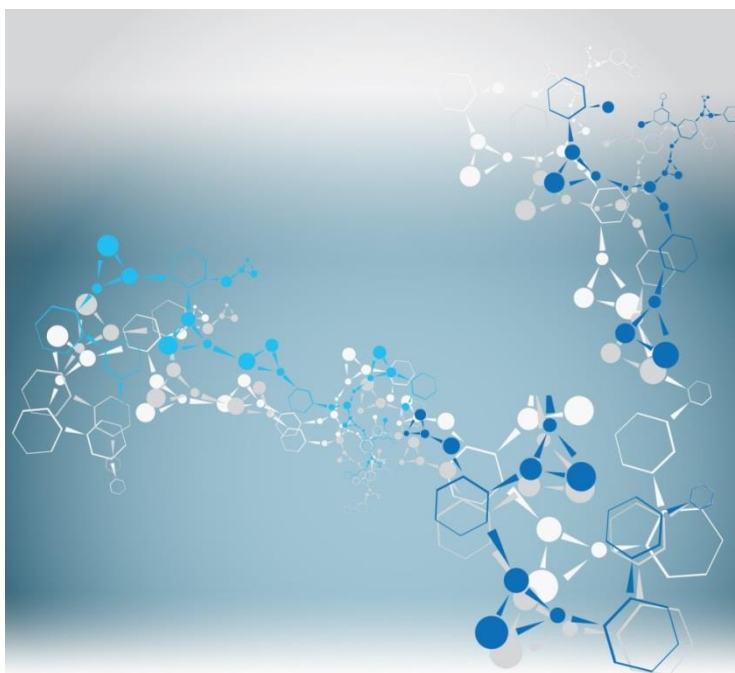




Γέφυρα μεταξύ της έρευνας στη σύγχρονη φυσική
και της επιχειρηματικότητας στον τομέα της νανοτεχνολογίας

Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς



ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ:



Lifelong
Learning
Programme

Το Quantum Spin-Off χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση υπό το πρόγραμμα
LLP Comenius (540059-LLP-1-2013-1-BE-COMENIUS-CMP)

Miriam Herrmann & Renaat Frans (2015) *Επικοινωνία*: miriam.herrmann@fhnw.ch
renaat.frans@khlim.be

Αναφορά στο έργο πρέπει να γίνεται ως εξής:

Herrmann M. & Frans R. (2015 αναθεωρημένη έκδοση). Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς του Quantum SpinOff . Center for Science and Technology Education, University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland (FHNW) & Centre for Subject Matter Teaching, KHLim Katholieke Hogeschool Limburg, Diepenbeek, Belgium

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	3
1.1	Συνολική θεώρηση του Προγράμματος Quantum Spin-Off	3
1.2	Δομή κεφαλαίων	5
2	Εισαγωγή στον Νανόκοσμο.....	5
2.1	Ετυμολογία του όρου "νάνο" (Nano).....	5
2.2	Κατανόηση της νανοκλίμακας.....	5
2.3	Τα νανοπροϊόντα στην Καθημερινή Ζωή	6
3	Μαθησιακοί σταθμοί Κβαντοφυσική – Νέες έννοιες για την κατανόηση του κόσμου.....	8
4	Μαθησιακοί Σταθμοί Σχετικοί με τη Νανοτεχνολογία.....	9
5	Δημοσιεύσεις στο Πεδίο της Νανοεπιστήμης.....	11
5.1	Επιλογή Δημοσιεύσεων.....	11
5.2	Μέθοδος Ανάγνωσης	11
6	Νανο-Εταιρείες – Ο Καμβάς του Επιχειρηματικού Μοντέλου (Business Model Canvas).....	12
7	Εδραίωση της Επικοινωνίας Σχολικών Τάξεων με Νανο-Επιστήμονες καθώς και Νανο-Εταιρείες.....	13
8	Φυλλάδιο και Παρουσίαση.....	15
9	Αξιολόγηση	16
10	Πως χρησιμοποιούμε τους σταθμούς μάθησης.....	16
	Παράρτημα.....	19

1 Εισαγωγή

Το έργο *Quantum Spin-Off* ασχολείται με τον τομέα των νανοεπιστημών και της νανοτεχνολογίας. Η νανοτεχνολογία θεωρείται ως μία από τις πιο σημαντικές τεχνολογίες του αιώνα.

Το έργο Quantum Spin-Off ανοίγει τον κόσμο της σύγχρονης φυσικής σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Δείχνει τις εφαρμογές της κβαντικής φυσικής και τους δίνει μια γεύση επιχειρηματικότητας για τον τομέα της υψηλής τεχνολογίας. Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με ερευνητικά ινστιτούτα νανοτεχνολογίας και με εταιρείες υψηλής τεχνολογίας (δείτε Παράρτημα, μέρος Γ). Οι μαθητές πρώτα αναπτύσσουν μια βασική κατανόηση κβαντικής φυσικής και των εφαρμογών της χρησιμοποιώντας τις μεθόδους της ανακαλυπτικής μάθησης. Στη συνέχεια, εργάζονται πάνω στην αποτίμηση μιας καθορισμένης ιδέας σε στενή συνεργασία με τους ερευνητές των συνεργαζομένων εταιρειών και ινστιτούτων.

Στην δεύτερη φάση του έργου, οι μαθητές ξεκινούν να σκέφτονται πάνω σε ένα προϊόν ή υπηρεσία ως εφαρμογή του θέματος στα πλαίσια της μοντέρνας επιστήμης για την οποία έχουν μάθει. Τελικά, αναπτύσσουν ένα επιχειρηματικό σχέδιο για την δική τους εταιρεία, με την υποστήριξη πραγματικών επιχειρηματιών.

Οι παρούσες οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς συντάχθηκαν στο πλαίσιο ενός Ευρωπαϊκού προγράμματος Comenius. Οι συνεργάτες του προγράμματος είναι από το Βέλγιο, την Εσθονία, την Ελλάδα και την Ελβετία. Ανάλογα με το ενδιαφέρον και τον διαθέσιμο χρόνο, μπορείτε να εξετάσετε μόνο μια επιλογή κεφαλαίων.

1.1 Συνολική θεώρηση του Προγράμματος Quantum Spin-Off

Πρώτα, παρουσιάζεται συνοπτικά το έργο Quantum Spin-Off από την οπτική των μαθητών.

Στόχος του έργου:

- Η διερεύνηση της κβαντικής φυσικής
- Η σύνδεση του σχολείου με την έρευνα υψηλής τεχνολογίας
- Η καλλιέργεια της επιχειρηματικότητας στην τάξη των φυσικών επιστημών.

Ο πρωταρχικός στόχος, η διερεύνηση της κβαντικής φυσικής, βασίζεται σε 12 σταθμούς μάθησης και πρακτικές δραστηριότητες σχετικά με την ανακαλυπτική μάθηση μέσω διερεύνησης σε φαινόμενα και έννοιες της μοντέρνας φυσικής, ιδιαίτερα της κβαντικής φυσικής και της νανοεπιστήμης.

Ο δεύτερος κύριος στόχος του έργου Quantum Spin-Off είναι η εγκαθίδρυση επαφής ανάμεσα σε σχολεία και ερευνητές καθώς και εταιρείες στον χώρο της νανοεπιστήμης και της νανοτεχνολογίας.

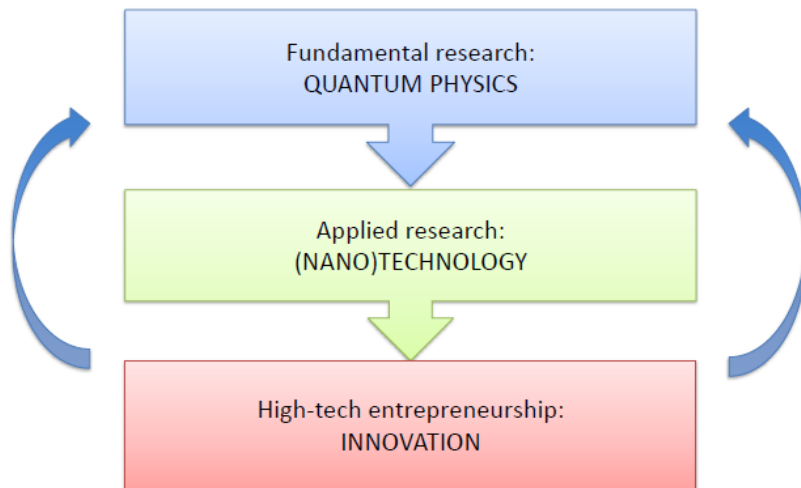


Figure 1 Η φιλοσοφία του Quantum Spin-Off

Επιπλέον, οι μαθητές που συμμετέχουν στο έργο θα βιώσουν το γεγονός ότι η διαθεματικότητα είναι θεμελιώδους σημασίας στην νανοεπιστήμη και την νανοτεχνολογία. Οι νανο-ερευνητές και νανο-τεχνολόγοι συνεργάζονται στενά για να εξασφαλίσουν την επιστημονική πρόοδο.

Είδος τάξης: Τάξεις ^{λυκείου} θετικής ή τεχνολογικής κατεύθυνσης ή τάξεις που ενδιαφέρονται για τη φυσική ή χημεία γενικής παιδείας.

Διαδικτυακή διεύθυνση: Μπορείτε να μεταφορτώσετε τις οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς από την παρακάτω διαδικτυακή διεύθυνση: www.quantumspinooff.eu

Επισκέψεις: Οι τάξεις επισκέπτονται ένα εργαστήριο έρευνας στη νανοεπιστήμη και μια εταιρεία που δραστηριοποιείται στο χώρο της νανοτεχνολογίας. Οι μαθητές έχουν άμεση επικοινωνία με ερευνητές και εταιρείες.

Κβαντοφυσική! Οι μαθητές εργάζονται πάνω σε μαθησιακούς σταθμούς που αφορούν στην κβαντοφυσική

Επιστημονικές δημοσιεύσεις: Οι μαθητές μελετούν επιστημονικές δημοσιεύσεις στον χώρο των νανοεπιστημών / νανοτεχνολογίας, που κατά προτίμηση σχετίζονται με το ερευνητικό πεδίο των ερευνητικών εργαστηρίων / νανο-εταιρειών που έχουν επισκεφτεί. **Θέτουν ερωτήσεις στους ερευνητές μέσω e-mail ή Skype.**

Εικονική spin-off εταιρεία: Βάσει των ερευνητικών αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στη δημοσίευση που μελέτησαν, οι μαθητές δημιουργούν μια εικονική spin-off εταιρεία με τη βοήθεια ενός απλού επιχειρηματικού σχεδίου.

Φυλλάδιο και Παρουσίαση Οι μαθητές καλούνται να ετοιμάσουν ένα φυλλάδιο ως βάση της παρουσίασής τους (15 λεπτά, 5 λεπτά για ερωτήσεις).

Ευχόμαστε σε όλους τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές καλή επιτυχία και να ευχαριστηθούν την ενασχόλησή τους με αυτό το υλικό.

1.2 Δομή κεφαλαίων

Ουσιαστικά, η δομή όλων των κεφαλαίων είναι η εξής:

1. Μαθησιακός στόχος
2. Διδακτική ακολουθία
3. Περιεχόμενα
4. Διδακτικά ζητήματα
5. Δραστηριότητες για μαθητές και εκπαιδευτικούς
6. Ασκήσεις για εκπαιδευτικούς (εκπαίδευση και επιμόρφωση)

Η αναφορά στους *μαθησιακούς στόχους* βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν πιο ξεκάθαρα τι επιδιώκεται και ενισχύει την επιτυχία της μαθησιακής διαδικασίας. Οι *μαθησιακοί στόχοι* μπορούν να διατυπωθούν ως ικανότητες (συσχετίζοντας πτυχή δράσης με αντικείμενο μελέτης). Το κεφάλαιο της *διδακτικής ακολουθίας* προτείνει την κατάλληλη χρονική στιγμή για την ενασχόληση με το αντίστοιχο θέμα σε μια μαθησιακή ενότητα. Το θέμα αποσαφηνίζεται στο κεφάλαιο *περιεχόμενα*. Τα *διδακτικά ζητήματα* παρουσιάζονται με μία παραπομπή αναφορικά με τα αποτελέσματα της μελέτης. Για τη σύνδεση γνώσης και πράξης, προτείνουμε *δραστηριότητες* για μαθητές και *ασκήσεις* για εκπαιδευτικούς που βρίσκονται σε διαδικασία εκπαίδευσης και επιμόρφωσης.

2 Εισαγωγή στον Νανόκοσμο

2.1 Ετυμολογία του όρου "νάνο" (Nano)

Μαθησιακός στόχος: ... ερμηνεία του όρου "νάνο".

Διδακτική ακολουθία: Εισαγωγή [Κεφάλαιο 1]

Βιβλιογραφία: *Ο Kumar (2007) διεξήγαγε μια διερευνητική μελέτη σε 109 Αυστραλούς υποψήφιους εκπαιδευτικούς σχετικά με τις γνώσεις τους στη νανοτεχνολογία. Η μελέτη διαπίστωσε την ελλιπή κατανόηση της ετυμολογίας του όρου "νάνο" (Nano)*

Δραστηριότητες για εκπαιδευτικούς:

Τι σχέση έχει η λέξη *nano* με τους νάνους; Ως εισαγωγή στη διδακτική ακολουθία, ο εκπαιδευτικός εξηγεί την ετυμολογία του όρου "νάνο" (Nano). Το πρόθεμα *nano* (νάνο) προέρχεται από την ελληνική λέξη "νάνος".

2.2 Κατανόηση της νανοκλίμακας

Μαθησιακός στόχος: ... να αναπτυχθεί μια πρώτη αίσθηση της νανοκλίμακας.

Διδακτική ακολουθία: Εισαγωγή [Ενότητα 1]

Βιβλιογραφία: *Ο Kumar (2007) διεξήγαγε μια διερευνητική μελέτη σε 109 Αυστραλούς υποψήφιους εκπαιδευτικούς σχετικά με τις γνώσεις τους στη νανοτεχνολογία. Η μελέτη επίσης διαπίστωσε μια ελλιπή κατανόηση της υποκείμενης φυσικής κλίμακας της νανοεπιστήμης και της νανοτεχνολογίας... Αν οι δάσκαλοι δεν έχουν μια στοιχειώδη γνώση του μεγέθους και της κλίμακας των νανόμετρων, δεν θα μπορούν να κατανοήσουν και να διδάξουν τους μαθητές για το πώς τα υλικά συμπεριφέρονται διαφορετικά και το πώς τα εργαλεία και οι τεχνικές διαφέρουν όταν εργάζεται κανείς σε τόσο μικρή κλίμακα.*

Περιεχόμενα:

Ο νανόκοσμος είναι μια αφηρημένη περιοχή, καθώς τα νανο-αντικείμενα είναι πολύ μικρά και οι διαδικασίες που ακολουθούνται δεν μπορούν να μελετηθούν με απευθείας παρατήρηση. Η νανο-διάσταση δεν γίνεται αυτόματα αντιληπτή. Χρειάζεται ειδική εκπαίδευση προκειμένου οι μαθητές να συλλάβουν την έννοια της νανο-διάστασης. Η απτική ανάδραση κατά τη χρήση του μικροσκοπίου είναι ιδανική για να διαμορφώσουν μια αντίληψη της νανο-διαστάσης. Μια άλλη εναλλακτική για την εύληπτη παρουσίαση της νανο-διάστασης είναι οι συγκρίσεις:

- Πόσες φορές μικρότερο είναι ένα νανόμετρο από τη διάμετρο της ανθρώπινης τρίχας; Η ανθρώπινη τρίχα έχει διάμετρο 0.1 mm. Ένα νανόμετρο είναι 10^5 (100'000) φορές μικρότερο από τη διάμετρο μιας τρίχας. ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m} = 0.000000001\text{ m}$). Ένα νανόμετρο αντιστοιχεί στο μέγεθος τριών ατόμων χρυσού περίπου.

Η ταινία **powers of 10** (9 λεπτά, θα μπορούσατε να δείξετε μόνο το δεύτερο μισό της ταινίας) μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για να εξηγήσετε τη νανοδιάσταση. Σύνδεσμος για την ταινία (στα Αγγλικά): <http://www.powersof10.com/film>

Τα μικροσκόπια (Δείτε τον σταθμό μάθησης VIII για το Σαρωτικό Μικροσκόπιο Σήραγγας και τον σταθμό X για το Μικροσκόπιο Ατομικής Δύναμης) είναι το παράθυρο στον νανόκοσμο. Η χρήση μικροσκοπίων επιτρέπει την κατανόηση (νανοεπιστήμες) και τη χρήση (νανοτεχνολογίες) των φαινομένων σε νανοκλίμακα.

Δραστηριότητες για μαθητές: Αναπτύξτε τη δική σας ιδέα για να εξηγήσετε τη νανοδιάσταση. Η ιδέα πρέπει να είναι απλή και να μπορεί να παρουσιαστεί στην τάξη σε 5 λεπτά.

Ασκήσεις για εκπαιδευτικούς (εκπαίδευση και επιμόρφωση): Ποιές βασικές ερωτήσεις μπορείτε να κάνετε στους μαθητές μετά την παρακολούθηση του βίντεο "Powers of Ten"; Αναζητώντας την απάντηση στη βασική ερώτηση, οι μαθητές θα κατακτήσουν τον παρακάτω μαθησιακό στόχο: ... ανάπτυξη μιας πρώτης αίσθησης για τη νανοδιάσταση.

2.3 Τα νανοπροϊόντα στην Καθημερινή Ζωή

Μαθησιακός στόχος: ... σύνδεση της νέας γνώσης (δεξιότητες) με την καθημερινή ζωή (κονστρουβιστική θεωρία μάθησης)

Διδακτική ακολουθία

Εισαγωγή [Ενότητα1] ή υπό εκπαίδευση και επιμόρφωση εκπαιδευτικοί (Spin-up Day)

Βιβλιογραφία: *Μαθαίνουμε διαμορφώνοντας τη δική μας κοσμοαντίληψη βάσει των εμπειριών μας, που είναι μοναδικές και άρα καθιστούν μοναδικές και τις αντιλήψεις μας. Νέες πληροφορίες που λαμβάνουμε συγκρίνονται με όσα γνωρίζουμε από τις εμπειρίες μας: ό,τι μαθαίνουμε επηρεάζεται από ό,τι ήδη γνωρίζουμε. Εφαρμόζουμε όσα ξέρουμε σε μια νέα κατάσταση: αν οι νέες πληροφορίες δεν ταιριάζουν με όσα γνωρίζουμε, ίσως να πρέπει να προσαρμόσουμε τον τρόπο που σκεφτόμαστε για τις αρχικές πληροφορίες και να εντοπίσουμε πού προέκυψαν οι παρανοήσεις. Elworthy (2004)*

Διδακτικά ζητήματα: Σε γενικές γραμμές, οι μαθητές δεν έχουν ακόμα εμπειρίες από τον "νανόκοσμο". Στην αρχή της διδακτικής αλληλουχίας, οι νανοτεχνολογίες θα μπορούσαν να συνδεθούν με την καθημερινότητα των μαθητών. Η σύνδεση με την καθημερινή ζωή των εφήβων συμβάλλει στη διέγερση του ενδιαφέροντος για τις νανοεπιστήμες και τη νανοτεχνολογία. Αυτή η

μαθησιακή διαδικασία υποστηρίζεται περαιτέρω αν βασιστούν πάνω στις προηγούμενες εμπειρίες, αν οι νεοαποκτηθείσες πληροφορίες μπορούν να συγκριθούν και να σχετιστούν με τις υπάρχουσες γνώσεις.

Δραστηριότητες για τους μαθητές:

Προϊόντα νανοτεχνολογίας παρουσιάζονται στους μαθητές. Οι μαθητές καλούνται να αποφασίσουν ποια νανοχαρακτηριστικά διαθέτουν τα αντίστοιχα προϊόντα.

- αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες: π.χ. γυαλιά για σκι, σπρέι για καθρέφτες, φύλλο νουφάρου (επίσης φύλλο *αλχημίλλης*, νεροκαρδάμου γένους *tropaeolum*, φυτού *pistia stratiotes*, κολομπίνας *ακουιλέγια* κ.λπ.)
- αντιμικροβιακή δράση του νανοασημιού: π.χ. στα ρούχα, ασημένιο νόμισμα σε γάλα (στο παρελθόν, τοποθετούσαν μέσα στο γάλα ασημένια νομίσματα για να επιμηκύνουν τη ζωή του γάλατος. Το ασημένιο νόμισμα επιβραδύνει τον πολλαπλασιασμό των βακτηρίων.)
- βελτιωμένες ιδιότητες υλικών χάρη σε νανοσωλήνες άνθρακα, π.χ. ρακέτες τένις, σκελετός ποδηλάτου
- επιφανειακή δράση: π.χ. τα ιριδίζοντα φτερά του σκαθαριού, μαργαριτάρι σε όστρακο (π.χ. αβαλόνη, *μαργαριτάρια του γένους haliotis*), η κάτω πλευρά του ποδιού μιας σαύρας gecko

Ο παρακάτω σύνδεσμος (και στα αγγλικά) θα σας οδηγήσει σε ένα παιχνίδι στο οποίο πρέπει να ψάξετε να βρείτε νανο-αντικείμενα σε ένα δωμάτιο:

<http://www.swissnanocube.ch/nanorama/?L=3>

Παιχνίδι *Nanorama-Loft*: Πρέπει να ψάξετε να βρείτε 42 προϊόντα που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή μας ζωή, τα οποία περιέχουν νανο-υλικά ή έχουν παραχθεί μέσω της νανοτεχνολογίας. Για κάθε προϊόν, θα βρείτε εργασίες σε μορφή πολλαπλών επιλογών. Πρέπει να επιλέξετε απο τρεις επιλογές το σωστό νανο-χαρακτηριστικό του προϊόντος.

Εργασία για το σπίτι: Οι μαθητές μπορούν να φέρουν στο σχολείο νανο-προϊόντα από το σπίτι τους. Εναλλακτικά: ο εκπαιδευτικός φέρνει τα νανο-προϊόντα.

Σύνδεσμος με πληροφορίες σχετικά με νανο-προϊόντα που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητά μας (Γερμανικά μόνο):

<http://www.swissnanocube.ch/anwendungen-produkte/>

Ασκήσεις για εκπαιδευτικούς (εκπαίδευση και επιμόρφωση): Σύμφωνα με την ήπια κονστρουκτιβιστική θεωρία μάθησης, αντικείμενα της καθημερινής ζωής αποτελούν κατάλληλη αφετηρία για το μάθημα. Οι μαθητές μπορούν ενεργά να οικοδομήσουν νέα γνώση βάσει της υπάρχουσας εμπειρίας τους με νανο-προϊόντα.

Ως εκπαιδευτικός, θα αναπτύξετε μια εργασία / μια σύντομη διδακτική αλληλουχία σχετικά με τα νανο-προϊόντα που οι μαθητές γνωρίζουν ήδη από την καθημερινή τους ζωή. Κατά τη διάρκεια της επιμόρφωσης, ελέγχετε τη διδακτική ακολουθία. Οι υπόλοιποι συμμετέχοντες θα σας πουν τη γνώμη τους αναφορικά με τα εξής κριτήρια:

- κινητοποίηση των μαθητών

- σχέση με την καθημερινή ζωή
- πρωτοτυπία ιδέας

3 Μαθησιακοί σταθμοί Κβαντοφυσική – Νέες έννοιες για την κατανόηση του κόσμου

Το υλικό χωρίζεται σε 12 σταθμούς μάθησης.

Περίληψη:

- I-V Κβαντική Φυσική (δείτε το κεφ.3)
- VI-XII Γέφυρα με την τεχνολογία (δείτε το κεφ. 4)
- Πρακτικά Πειράματα (δείτε το κεφ.3)
- Το Μοντέλο Επιχειρηματικού Καμβά (επιχειρηματικότητα, δείτε κεφ.6)
- Οδηγίες για τους Εκπαιδευτικούς με παράρτημα που εξαρτάται από την χώρα (δείτε αυτό το έγγραφο)

Οι σταθμοί μάθησης εστιάζουν στην ουσιαστική κατανόηση, δίνοντας έμφαση στην αυτοδραστηριότητα και την οπτικοποίηση. Πρακτικά πειράματα προκαλούν τους μαθητές για ενεργητική μάθηση.

Σε αυτό το κεφάλαιο εστιάζουμε στους σταθμούς μάθησης οι οποίοι σχετίζονται με την κβαντική φυσική (I-V) και τα σχετικά πρακτικά Πειράματα.

Μαθησιακός στόχος: ... οι μαθητές αποκτούν μία ουσιαστική εποπτεία φαινομένων και εννοιών της κβαντικής φυσικής και των σχετικών με αυτήν τεχνολογιών.

Αλληλουχία: 5 μαθησιακοί σταθμοί που αφορούν στην κβαντοφυσική! [Ενότητες 2 έως 8]. Ανάλογα με το χρόνο που οι εκπαιδευτικοί έχουν στη διάθεσή τους, μπορούν να επιλέξουν συγκεκριμένους μαθησιακούς σταθμούς (πχ. μαθησιακός σταθμός II: με τα νούμερα 1&2, μαθησιακός σταθμός III: χωρίς τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, μαθησιακός σταθμός IV: με τα νούμερα 1&2)

Περιεχόμενα:

Μία «νέα» Φυσική είναι αναγκαία για την κατανόηση του νανόκοσμου. Στην τάξη, οι νανοεπιστήμες συνδέονται με υπάρχουσες επιστημονικές έννοιες. Υπογραμμίζεται η μοναδική συμπεριφορά των υλικών στον νανόκοσμο.

Δραστηριότητες για τους μαθητές:

Οι μαθητές εργάζονται με τους 5 μαθησιακούς σταθμούς – μέρος 1 – οι οποίοι μπορούν να συμπληρωθούν με πρακτικές δραστηριότητες – μέρος 3.

ΜΕΡΟΣ 1: ΓΙΑΤΙ ΚΒΑΝΤΟΦΥΣΙΚΗ;

Μαθησιακός σταθμός I: Ανεξήγητα φαινόμενα στην Κλασσική Φυσική;

Μαθησιακός σταθμός II: Τι είναι το φως;

Μαθησιακός σταθμός III: Τι ταλαντώνεται με το φως;

Μαθησιακός σταθμός IV: Δυαδικότητα κύματος-σωματιδίου - Τα κβάντα στα κβαντικά πεδία

Μαθησιακός σταθμός V: Πρόβλεψη των γραμμών εκπομπής του υδρογόνου με ένα κβαντικό μοντέλο

Επιστημονικά ζητήματα: Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι κάθε μαθησιακός σταθμός ξεκινάει με φαινόμενα που δεν μπορεί να εξηγήσει η παραδοσιακή φυσική, π.χ.:

- το πείραμα της διπλής σχισμής που δεν μπορεί να ερμηνευθεί από την κλασική θεωρία ή
- οι διακριτές γραμμές εκπομπής των στοιχείων, οι οποίες δεν μπορούν να εξηγηθούν με βάση το κλασικό μοντέλο του ατόμου του Rutherford. Συνεπώς, μια νέα αντίληψη της φύσης καθίσταται αναπόφευκτη .

Με όσα θα μάθουν στον μαθησιακό σταθμό V, οι μαθητές μπορούν να υπολογίσουν τη συχνότητα των παρατηρούμενων μηκών κύματος του φάσματος εκπομπής του υδρογόνου (με ακρίβεια μεγαλύτερη από τρία δεκαδικά ψηφία!) βασιζόμενοι στην κβαντική θεωρία του Γάλλου φυσικού *Louis De Broglie*. Ο *De Broglie* εμπνεύστηκε από τις αρμονίες στη μουσική και αυτή η ιδέα χρησιμοποιήθηκε ως το διδακτικό ανάλογο του μαθησιακού σταθμού V. Για κάποιους μαθητές, αυτός ο τελευταίος μαθησιακός σταθμός μπορεί να είναι αρκετά δύσκολος. Αν όμως τα καταφέρουν, θα κατανοήσουν πώς μια επιστημονική θεωρία μπορεί να αξιοποιηθεί για να εξηγήσει τον κόσμο (ή μέρος του).

Αν υπάρχει αρκετός χρόνος, οι μαθητές θα εργαστούν με τους 4 μαθησιακούς σταθμούς του μέρους 3, όπου θα κατανοήσουν κάποια κβαντικά φαινόμενα και ιδιότητες του φωτός με *βιωματικά* πειράματα.

ΜΕΡΟΣ 3: ΒΙΩΜΑΤΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

1. Διακριτό φάσμα εκπομπής των χημικών στοιχείων
2. Η μέτρηση της σταθεράς του Planck με LED
3. Περίθλαση φωτός χρησιμοποιώντας μια τρίχα
4. Περίθλαση ηλεκτρονίων με τη χρήση κρυσταλλικού άνθρακα

Εργαστηριακή εργασία Το παράρτημα περιλαμβάνει φύλλα εργασιών (και τις λύσεις τους) που αφορούν σε εργαστηριακή δουλειά.

Ασκήσεις για εκπαιδευτικούς (εκπαίδευση και επιμόρφωση): Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της μεθοδικής-διδακτικής προσέγγισης για να δουλέψουν οι μαθητές πάνω σε ένα θέμα χρησιμοποιώντας τους μαθησιακούς σταθμούς; Ποιος είναι ο ρόλος του δασκάλου, όσο οι μαθητές εργάζονται με μαθησιακούς σταθμούς στην τάξη;

4 Μαθησιακοί Σταθμοί Σχετικοί με τη Νανοτεχνολογία

Μαθησιακός στόχος: ... πρακτική εφαρμογή των κβαντικών εννοιών στις νανοτεχνολογίες.

Διδακτική σειρά [Ενότητες 9-10]

Μαθησιακοί σταθμοί που αφορούν στην τεχνολογία, βάσει των κβαντικών-μηχανικών ιδιοτήτων. Σε περίπτωση που ο χρόνος είναι περιορισμένος, πρέπει να γίνει μια επιλογή από τους παρακάτω μαθησιακούς σταθμούς.

Περιεχόμενα:

Νανοτεχνολογία: η τεχνολογία είναι ένα μέσο για να διαμορφώσουν οι άνθρωποι το περιβάλλον τους ανάλογα με τις ανάγκες τους. Η *νανοτεχνολογία* έχει εφαρμογές στους τομείς των βιο-ιατρικών επιστημών (π.χ. διαγνωστικές μέθοδοι, παρασκευή και χορήγηση φαρμακευτικών ουσιών), της νανο-ηλεκτρονικής (π.χ. μικρά τρανσίστορ) και των νέων υλικών (π.χ. υλικά που βασίζονται σε νανοστοιχεία και είναι ανθεκτικά και ελαφριά ή υπερυδροφώβες επιφάνειες).

Νανο-έρευνα: Η επιτυχία των *φυσικών επιστημών* έγκειται στο γεγονός ότι είναι δυνατό να οδηγήσουν σε συνεπείς ερμηνείες που επιτρέπουν προβλέψεις μέσω επιστημονικών θεωριών που ελέγχονται εφαρμοζόμενες στα φαινόμενα. Επιστημονικοί νόμοι περιγράφουν τις τυπικές σχέσεις μεταξύ παρατηρήσιμων φαινομένων. Οι *νανοεπιστήμες (νανο-έρευνα)* θεωρούνται διεπιστημονικοί τομείς (φυσική, χημεία, βιολογία και επιστήμη υλικών) που αφορούν αντικείμενα στην νανοκλίμακα.

Διεπιστημονικότητα: Η *διεπιστημονικότητα* είναι σύμφυτη με τις νανοεπιστήμες και τη νανοτεχνολογία. Νανοερευνητές και νανοτεχνολόγοι συνεργάζονται στενά για να εξασφαλίσουν επιστημονική πρόοδο.

Το πρόγραμμα Quantum Spin-off έχει σχεδιαστεί ώστε να προάγει τη διαθεματικότητα:

- νανοεπιστήμη (επιστημονικά άρθρα και ευρεσιτεχνίες που αφορούν διεπιστημονικές μελέτες)
- νανοτεχνολογία (εφαρμογή των ερευνητικών αποτελεσμάτων στο επίπεδο της τεχνολογίας)
- οικονομικές πτυχές που υπεισέρχονται κατά την ίδρυση μιας εικονικής νανοεταιρείας (*The Business Model Canvas*)

Δραστηριότητες για τους μαθητές: οι μαθητές εργάζονται με επιλεγμένους μαθησιακούς σταθούς του μέρους 2: κβαντικές ιδιότητες και κβαντική τεχνολογία

Μέρος 2: ΚΒΑΝΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Μαθησιακός σταθμός VI: Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και οι εφαρμογές του

Μαθησιακός σταθμός VII: ημιαγωγοί

Μαθησιακός σταθμός VIII: φαινόμενο σήραγγας και ΣΜΣ

Μαθησιακός σταθμός IX: Το σπιν και οι εφαρμογές του

Μαθησιακός σταθμός X: Μικροσκόπιο Ατομικής Δύναμης

Μαθησιακός σταθμός XI: Από την Κβαντική Μηχανική στην νανοτεχνολογία και τις εφαρμογές της

Μαθησιακός σταθμός XII: Μικροβιακές κυψέλες καυσίμων

Οι μαθησιακοί Σταθμοί που περιλαμβάνει το μέρος 2 αποσαφηνίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι έννοιες της κβαντικής στη φύση που παρουσιάζονται στους 5 πρώτους μαθησιακούς σταθμούς του μέρους 1 - και οι οποίες, εκ πρώτης όψευς, ανήκουν μάλλον στη σφαίρα της φιλοσοφίας - εφαρμόζονται στην πράξη σε τεχνολογίες της "καθημερινότητας". Χωρίς τα νέα ευρήματά μας στον

τομέα της κβαντικής φυσικής, δεν θα υπήρχαν τα ηλεκτρονικά, οι ηλιακοί συλλέκτες, οι μαγνητικοί τομογράφοι ή οι νανοεπιφάνειες. Συνεπώς, η νέα προοπτική για τη φύση βρίσκεται στο επίκεντρο σχεδόν κάθε σύγχρονης (αειφόρου) τεχνολογίας. Ακόμη και η ίδια η ζωή (π.χ. φωτοσύνθεση) βασίζεται στις κβαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του φωτός και της ύλης. Ως εκ τούτου, αυτό που ξεκίνησε ως μια ειδική περίπτωση της *φυσικής των μικρών πραγμάτων* μπορεί πραγματικά να βρεθεί στο επίκεντρο των πάντων.

Οι σταθμοί μάθησης VI έως XII, που αφορούν στις κβαντικές τεχνολογίες, σχεδιάστηκαν μεμονωμένα από τους συνεργάτες των 4 συμμετεχουσών χωρών και προσαρμόστηκαν στην ερευνητική περιοχή των ινστιτούτων που συμμετέχουν.

5 Δημοσιεύσεις στο Πεδίο της Νανοεπιστήμης

5.1 Επιλογή Δημοσιεύσεων

Στόχος: Οι επιστημονικές δημοσιεύσεις επιλέγονται με τρόπο που καταρρίπτονται οι στερεοτυπικές διακρίσεις μεταξύ των δύο φύλων.

Διδακτική Αλληλουχία: Εργασία με δημοσιεύσεις [Ενότητες 11-14]

Βιβλιογραφία: Υπάρχει μια συγκεκριμένη επιλογή επιστημονικών δημοσιεύσεων για κάθε χώρα.

Περιεχόμενα:

Τα κορίτσια ενδιαφέρονται για τις νέες τεχνολογίες εάν τις αναγνωρίσουν ως όφελος για την κοινωνία.

Τα κορίτσια επιδεικνύουν μεγάλο ενδιαφέρον για διεπιστημονικά θέματα:

- ηλεκτρονικά στον τομέα της υγείας
- εφαρμογές στη βιο-ιατρική, όπως την παρασκευή και χορήγηση φαρμάκων ή τις διαγνωστικές μεθόδους
- τις τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, όπως τους ηλιακούς συλλέκτες

Ιδανικά, στους μαθητές θα δοθεί η πρωτότυπη αγγλική έκδοση των δημοσιεύσεων μαζί με μια απλουστευμένη δημοσίευση στη μητρική τους γλώσσα που πραγματεύεται το ίδιο θέμα. Συνεπώς, το εμπόδιο της γλώσσας θα αμβλυνθεί και το εξειδικευμένο περιεχόμενο θα ανταποκρίνεται στο επίπεδο των μαθητών.

5.2 Μέθοδος Ανάγνωσης

Μαθησιακός στόχος: ... εφαρμογή της SQ3R-μεθόδου ανάγνωσης.

Διδακτική ακολουθία: Ανάγνωση της επιστημονικής δημοσίευσης

Δραστηριότητες για τους μαθητές: κατά την εφαρμογή της μεθόδου SQ3R

Μελέτη: Πάρτε μια περίληψη του συνολικού κειμένου, διαβάστε τις αντίστοιχες επικεφαλίδες και μελετήστε τα σχήματα και τους πίνακες με τις λεζάντες τους

Ερώτηση: Διατυπώστε τις επικεφαλίδες ως ερωτήσεις

Ανάγνωση: Κατά την ανάγνωση του κειμένου:

- υπογραμμίζετε με χρωματιστούς μαρκαδόρους τις σημαντικές λέξεις-κλειδιά και προτάσεις (αν χρειάζεται, χρησιμοποιήστε πολλά χρώματα)
- μεταφράζετε τις Αγγλικές λέξεις των οποίων η σημασία δεν είναι γνωστή με τη βοήθεια λεξικού
- αποσαφηνίζετε τεχνικούς όρους με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού /του διαδικτύου /των ερευνητών
- κάνετε ερωτήσεις στον εκπαιδευτικό σας ή τους ερευνητές σχετικά με το περιεχόμενο

Ανακεφαλαίωση: συνάγετε συμπέρασμα (π.χ. με τη μορφή σημειώσεων, χρησιμοποιώντας νοητικούς ή εννοιολογικούς χάρτες)

Αξιολόγηση

- Σκεφτείτε δυνατές εφαρμογές των ερευνητικών αποτελεσμάτων
- **Καταιγισμός ιδεών:** Πώς θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τα ερευνητικά αποτελέσματα σε μια εικονική νανο-εταιρεία;

Τέλος:

- Πυκνώστε τη δημοσίευση σε τρεις προτάσεις που αποδίδουν την ουσία της
- Μπορείτε να παρουσιάσετε τις τρεις προτάσεις σε κάποιο μέλος της ομάδας

6 Νανο-Εταιρείες – Ο Καμβάς του Επιχειρηματικού Μοντέλου (Business Model Canvas)

Μαθησιακός στόχος: ... ίδρυση μιας εικονικής νανο-εταιρείας.

Τα ερευνητικά αποτελέσματα της δημοσίευσης αξιοποιούνται για την ίδρυση μιας εικονικής νανο-εταιρείας.

Διδακτική ακολουθία: Ο Καμβάς του Επιχειρηματικού Μοντέλου (The Business Model Canvas) [Ενότητες 15-16]

Περιεχόμενα:

Εισαγωγή: Ιστορικό ίδρυσης, f.e. Nanosurf AG στο Liestal (Ελβετία). Η ιστορία αφορά τρεις φοιτητές φυσικής που ιδρύουν μια πολυεθνική εταιρεία βασιζόμενοι στο ερευνητικό τους έργο στις νανοεπιστήμες.

Για τις πηγές εκμάθησης του Μοντέλου *Business Model Canvas*, επισκευθείτε τον ιστότοπο του έργου:

<http://qs-project.ea.gr/en/content/business-model>

Οι δύο σύνδεσμοι που ακολουθούν εξηγούν μέσω κινουμένων σχεδίων σε δύο λεπτά το *Business Model Canvas*.

<http://www.businessmodelgeneration.com/canvas>

<http://www.youtube.com/watch?v=VfqEhQRMG1s>

Ένα επιχειρηματικό μοντέλο περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- Παραγωγούς (βασικούς εταίρους, βασικές δραστηριότητες, βασικούς πόρους)
- Προϊόν
- Πελάτες (σχέσεις με πελάτες, τμήματα πελατών, κανάλια διανομής)
- Κόστος και αποδόσεις

Δραστηριότητες για τους μαθητές: Καταιγισμός ιδεών σχετικά με το *Business Model Canvas*

- Πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ερευνητικά αποτελέσματα για να παραχθεί τεχνολογία;
- Πώς μπορεί μια εταιρεία να προωθήσει τη νέα τεχνολογία; Απαντήστε την ερώτηση χρησιμοποιώντας το επιχειρηματικό μοντέλο (*The Business Model Canvas*).

Το πρότυπο του *The Business Model Canvas* μπορεί να μεγεθυνθεί σε χαρτί μεγέθους A3. Οι μαθητές μπορούν να γράψουν τις ιδέες τους κατευθείαν κάτω από τις ξεχωριστές κατηγορίες (χειρόγραφα, επικολλώντας πάνω σε σχέδια ή με post-it).

Ασκήσεις για εκπαιδευτικούς (εκπαίδευση και επιμόρφωση):

Ποιες μέθοδοι υπάρχουν για να διευκολυνθεί ο καταιγισμός ιδεών αναφορικά με το *Business Model Canvas*; Κάντε συγκεκριμένες προτάσεις.

7 Εδραίωση της Επικοινωνίας Σχολικών Τάξεων με Νανο-Επιστήμονες καθώς και Νανο-Εταιρείες

Μαθησιακός στόχος: ... εδραίωση της επικοινωνίας με νανο-επιστήμονες και νανο-εταιρείες

Διδακτική ακολουθία Επίσκεψη σε νανο-εργαστήρια και νανο-εταιρείες (spin-up day, spin-off day και/ή ξεχωριστές ημερομηνίες για επισκέψεις)

Βιβλιογραφία: *O Falloon (2013) ισχυρίζεται ότι η επίτευξη ενός κοινού χώρου συνεργασίας στο σταυροδρόμι του κόσμου των επιστημόνων και των εκπαιδευτικών, όπως υποστηρίζεται θεωρητικά, είναι προβληματική και ότι οι επιστήμονες πρέπει αντίθετα να είναι έτοιμοι να διεισδύσουν βαθιά στον κόσμο της σχολικής τάξης όταν συντελούνται ανάλογες αλληλεπιδράσεις.*

Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι επιστημολογικές διαφορές, διαφορές στα αναλυτικά προγράμματα και τα σχολικά συστήματα και προβλήματα, καθώς και στην αποδοτικότητα και τις επιστημονικές γνώσεις των εκπαιδευτικών επηρεάζουν σημαντικά τη διαδικασία του σχηματισμού συνεργασιών.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η μαθησιακή επιτυχία κατά την επίσκεψη σε χώρους εκτός σχολείου (π.χ. νανο-εργαστήρια, νανο-εταιρείες), απαιτείται προετοιμασία και ανάλυση της εκδρομής στην τάξη. Πώς μπορεί να ενσωματωθεί η επίσκεψη σε κάποιο νανο-εργαστήριο/νανο-εταιρεία στο πρόγραμμα *Quantum Spin-Off*;

- Επεξεργαστείτε τους μαθησιακούς σταθμούς του μέρους 2 (πρακτική εφαρμογή των κβαντικών εννοιών στις τεχνολογίες),
- οι μαθητές να προετοιμάσουν ερωτήσεις για να θέσουν σε νανο-ερευνητές και
- μετά την επίσκεψη, οι μαθητές να μείνουν σε επαφή με ερευνητές και εταιρείες μέσω e-mail (οι μαθητές κάνουν ερωτήσεις αναφορικά με επιστημονικές δημοσιεύσεις και τη μεταφορά επιστημονικών αποτελεσμάτων σε μια εικονική spin-off εταιρεία)

Δραστηριότητες για τους μαθητές:Ερωτήσεις προς τον ερευνητή για να συστηθεί στους μαθητές:

- Μπορείτε να μας πείτε κάτι για την καριέρα και τη δουλειά σας εδώ στο νανο-εργαστήριο;
- Τι είναι αυτό που σας συναρπάζει σχετικά με τις νανο-επιστήμες;
- Γιατί παίρνετε μέρος στο πρόγραμμα “Quantum Spin-Off”;
- Και στο τέλος της επίσκεψης: Ποια είναι η εμπειρία σας από την επίσκεψη των μαθητών στο νανο-εργαστήριο;

Ερωτήσεις προς τους μαθητές για να αντληθεί η δική τους άποψη:

- Ποιες είναι οι προσδοκίες σας πριν ξεκινήσει η επίσκεψη στο νανο-εργαστήριο;
- Ποιες ερωτήσεις θα θέλατε να κάνετε στον νανο-ερευνητή;
- Και στο τέλος της επίσκεψης: Τι μάθατε σήμερα για τη δουλειά των νανο-ερευνητών;

Ασκήσεις για εκπαιδευτικούς (εκπαίδευση και επιμόρφωση): αναφορικά με τις επισκέψεις σε χώρους εκτός σχολείου, όπως νανο-εργαστήρια και νανο-εταιρείες

Με ποιον τρόπο μπορούν οι εκπαιδευτικοί να μεσολαβήσουν ώστε να διευκολυνθεί η επικοινωνία μεταξύ μαθητών και ερευνητών;

Βιβλιογραφία: *Πρώτον, πρέπει να υπάρχει συνέπεια, συναίνεση και κατανόηση του παιδαγωγικού μοντέλου πάνω στο οποίο βασίζονται οι συνεργασίες και ότι αυτά τα μοντέλα πρέπει να ευθυγραμμίζονται με σύγχρονες θεωρίες μάθησης που αναγνωρίζουν την επιρροή και συμβολή των μαθητών. Δεύτερον, οι επιστήμονες θα πρέπει να είναι προετοιμασμένοι να δουλέψουν αποκλειστικά στο πλαίσιο των ορίων και των περιορισμών που θέτουν εκπαιδευτικοί και σχολεία. Τρίτον, πρέπει να γίνει αποδεκτό ότι από τις συνεργασίες πιθανότατα δεν θα ωφεληθεί το έργο των επιστημόνων και ότι οι αλληλεπιδράσεις θα μοιάζουν περισσότερο με πρωτοβουλίες που σκοπό έχουν να προσεγγίσουν το ευρύ κοινό. (Falloon 2013)*

Οδηγίες για την εδραίωση επικοινωνίας με νανο-ερευνητές και νανο-εταιρείες:

Αναζητήστε εργαστήρια ή εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα των νανοεπιστημών, ει δυνατόν κοντά στο σχολείο (δείτε την λίστα με στοιχεία επικοινωνίας για κάθε χώρα που συμμετέχει στο πρόγραμμα *Quantum Spin-Off* ξεχωριστά)

Ο εκπαιδευτικός είναι υπεύθυνος για την πρώτη επικοινωνία: Οι ερευνητές και οι επιχειρηματίες πρέπει να ενημερωθούν για τις γνώσεις και τις ανάγκες των μαθητών. Σε αυτές περιλαμβάνονται προϋπάρχουσες τεχνικές γνώσεις των μαθητών και οι δυνατότητες να αποκατασταθεί κάποια σύνδεση μεταξύ της καθημερινής ζωής των μαθητών και όσων θα μάθουν κατά την επίσκεψη. Ένας φυσικός παρουσιάζει το βιογραφικό του και μιλάει για το πάθος του με τον τομέα των νανο-επιστημών. Ένας επιχειρηματίας αφηγείται την ιστορία της εταιρείας του. Επιλέον, προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά μιας επιτυχημένης εταιρείας.

Προτεομασία της επίσκεψης: Πρόγραμμα, στόχοι (γνώσεις για τα νανο-εργαστήρια και τις νανο-εταιρείες), οι μαθητές μπορούν να προετοιμάσουν τις δικές τους ερωτήσεις προς τους ερευνητές ή τους επιχειρηματίες.

Επίσκεψη: Ιδανικά, οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά κατά την επίσκεψη:

- ρωτούν/απαντούν ερωτήσεις: π.χ. σχετικά με αντικείμενα που ανακαλύπτουν στο ερευνητικό εργαστήριο

- διεξάγουν το δικό τους πείραμα ή καταγράφουν την επίδειξη ενός πειράματος
- κρατούν σημειώσεις κατά τη διάρκεια της παρουσίασης
- καταγράφουν την επίσκεψη με φωτογραφίες που τραβούν οι ίδιοι (αν επιτρέπονται οι φωτογραφίες) και σχόλια

Από την πλευρά των ερευνητών και των επιχειρηματιών, η επικοινωνία με σχολεία εξυπηρετεί κατά κύριο λόγο την εκκόλαψη νέων ερευνητών.

Επικοινωνία με τους ερευνητές μετά την επίσκεψη: Με ποιον τρόπο μπορεί να ελεγχθεί ο αριθμός των e-mail ώστε να διευκολυνθεί η απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ μαθητών και ερευνητών; Πώς μπορούν οι δάσκαλοι να επηρεάσουν την επικοινωνία μέσω e-mail μεταξύ ερευνητών και μαθητών, έτσι ώστε οι μαθητές να μην στέλνουν ούτε πάρα πολλά ούτε πολύ λίγα e-mail;

- Να προσδιορίσετε τον ελάχιστο και μέγιστο αριθμό e-mail (από την εμπειρία μας, οι μαθητές αποστέλλουν μάλλον λίγα e-mail στους ερευνητές).
- Να συζητήσετε με τους μαθητές φράσεις για το άνοιγμα, το κλείσιμο της επιστολής και την έκφραση της ευγνωμοσύνης τους.
- Να παραθέσετε την επικοινωνία με τους ερευνητές στο παράρτημα του φυλλαδίου που θα σχεδιάσετε (π.χ. λίστα ερωτήσεων και απαντήσεων)

Εκτός από τα e-mail, ερευνητές και μαθητές μπορούν να επικοινωνήσουν μέσω Skype ή να κανονιστεί από τον ερευνητή μια επίσκεψη στο σχολείο.

To Business Model Canvas μετά την επίσκεψη στη νανο-εταιρεία: Ως παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να συμπληρώσουν ένα υπόδειγμα του *Business Model Canvas* κατά την επίσκεψή τους στη νανο-εταιρεία, με τη βοήθεια του επιχειρηματία. βλέπε Κεφάλαιο 6: Νανο-εταιρείες – Ο Καμβάς του Επιχειρηματικού Μοντέλου (*Business Model Canvas*)

8 Φυλλάδιο και Παρουσίαση

Μαθησιακός στόχος: Δημιουργήστε ένα φυλλάδιο και μια παρουσίαση για την ημέρα spin-off (spin-off day) [Ενότητες 17-18 και ως εργασία για το σπίτι].

Φυλλάδιο: Ο εκπαιδευτικός μπορεί να προσαρμόσει το μέγεθος του φυλλαδίου στον διαθέσιμο χρόνο.

Ένας πιθανός πίνακας περιεχομένων για το φυλλάδιο του έργου *Quantum Spin-Off*

1. Εισαγωγή (στόχος του έργου)
2. Από την μοντέρνα επιστήμη στην τεχνολογία (ερευνητικά αποτελέσματα από δημοσιεύσεις, τεχνολογική αξιοποίηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων).
3. Τεχνολογική εφαρμογή των ερευνητικών αποτελεσμάτων
4. Από την εφαρμογή στην επιχειρηματικότητα (Ίδρυση μιας spin-off εταιρείας)
5. Κείμενο σχετικά με τη μεταφορά των ερευνητικών αποτελεσμάτων σε μια εταιρεία spin-off (π.χ. αντίκτυπος στην κοινωνία, "μια ματιά στο μέλλον", εξέταση των ωφελειών και των κινδύνων)

6. Παράρτημα: παράθεση των ερωτήσεων προς τους ερευνητές και των αντίστοιχων απαντήσεων

Κριτήρια αξιολόγησης για το φυλλάδιο: τεχνική ακρίβεια, εύληπτα μυνήματα, πληρότητα, σχεδιασμός/διάταξη

Παρουσίαση: π.χ. με το πρόγραμμα Power Point

Χρόνος ανά ομάδα: π.χ. 20 λεπτά, 5 λεπτά ερωτήσεων

Περιεχόμενα: βλέπε "φυλλάδιο"

Κριτήρια αξιολόγησης για την παρουσίαση: τεχνική ακρίβεια, απόδοση, χρήση μέσων, απάντηση ερωτήσεων (δυνατή η τροποποίηση των κριτηρίων αξιολόγησης)

9 Αξιολόγηση

Μαθησιακός στόχος: αξιολόγηση

Διδακτική σειρά: Ανακεφαλαίωση [Ενότητα 18]

Ερώτηση:

Τι μάθατε με τη συμμετοχή σας στο πρόγραμμα “Quantum Spin-Off”;

Απαντήστε στην ερώτηση προφορικά, στα γρήγορα, ή γραπτώς.

10 Πως χρησιμοποιούμε τους σταθμούς μάθησης

Ο στόχος του έργου είναι να δειχθεί στους μαθητές η σύνδεση ανάμεσα σε νανοεπιστήμη και επιχειρηματικότητα. Επομένως, προτείνουμε μία πιθανή γραμμή μάθησης πάνω στο πώς να χρησιμοποιούν τους σταθμούς μάθησης στην τάξη. Δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν όλοι οι σταθμοί μάθησης: Ο εκπαιδευτικός μπορεί να κάνει μια επιλογή από αυτούς. Επίσης, είναι πιθανό να ξεκινήσετε με ένα σταθμό μάθησης του μέρους 2 : «τεχνολογία». Ωστόσο, μερικοί σταθμοί μάθησης έχουν σημειωθεί ως «προτεινόμενοι» έτσι ώστε να γίνει πλήρως κατανοητή η φυσική που τους διέπει. Ο εκπαιδευτικός δεν θα πρέπει να αφήσει τους μαθητές μόνους τους για όλο το διάστημα κατά το οποίο εργάζονται στους σταθμούς μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να παράσχουν υποστήριξη έτσι ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν το πρόγραμμα. Προτείνεται η αλλαγή της διδακτικής μεθόδου. Ο πίνακας παρακάτω δείχνει τον εκτιμώμενο χρόνο που απαιτείται για κάθε σταθμό μάθησης.

Πίνακας: π = προτεινόμενο, ε= κατ' επιλογήν

ΜΕΡΟΣ 1: ΓΙΑΤΙ ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ;	Εκτιμώμενος χρόνος: (min)	π/ε
Σταθμός Μάθησης I: Ανεξήγητα φαινόμενα στην κλασσική φυσική;	45	Π
Σταθμός Μάθησης II: Τι είναι το φώς;	45	Π
Σταθμός Μάθησης III: Τι ταλαντώνεται με το φώς;	45	Π
Σταθμός Μάθησης IV: Κυματοσωματιδιακός δυϊσμός – Κβάντα των κβαντικών πεδίων	45	Π
Σταθμός Μάθησης V: Πρόβλεψη των γραμμών εκπομπής του υδρογόνου με ένα κβαντικό μοντέλο	45	π*
Μέρος 2: ΚΒΑΝΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	--	--
Σταθμός Μάθησης VI: Από το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο στην ψηφιακή απεικόνιση	30	Ε
Σταθμός Μάθησης VII: Ημιαγωγοί	45	Π
Σταθμός Μάθησης VIII: Φαινόμενο Σήραγγας & ΣΜΣ	30	Ε
Σταθμός Μάθησης IX: Το σπιν και οι εφαρμογές του	30	Ε
Σταθμός Μάθησης X: Μικροσκοπία Ατομικής Δύναμης	30	Ε
Σταθμός Μάθησης XI: Από την κβαντική μηχανική στα νανοσωμάτια και τις εφαρμογές τους	30	Ε
Σταθμός Μάθησης XII: Μικροβιακές κυψέλες καυσίμων	30	Ε
Μέρος 3: ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	--	--
Διακριτές γραμμές εκπομπής των χημικών στοιχείων	30	Π
Μέτρηση της Σταθεράς του Planck με LED's	30	Π
Περίθλαση του φωτός σε μία τρίχα	30	Π
Περίθλαση ηλεκτρονίων σε έναν κρύσταλλο άνθρακα	30	Π

*Σταθμός Μάθησης V: προτείνεται έως την ενότητα 4 και την ενότητα 6. Η ενότητα 5 «Υπολογισμός με το κβαντικό ατομικό μοντέλο» είναι προαιρετική.

Σχεδιασμός μιας εκπαιδευτικής διαδρομής

Προτού οι εκπαιδευτικοί ξεκινήσουν με το έργο, σχεδιάζουν μια εκπαιδευτική διαδρομή η οποία προσαρμόζεται στις απαιτήσεις της τάξης τους. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει τις παρακάτω ερωτήσεις για να προετοιμάσει την πορεία των μαθημάτων:

1. Εισαγωγή του έργου στους μαθητές: Πως θα ξεκινήσετε; Ποιες είναι οι συνδέσεις με την καθημερινή ζωή;
2. Ποια τάξη; Πόσες ώρες ανα εβδομάδα; Ποια μαθήματα; Προτείνεται η επιλογή μιας τάξης που πιθανόν να έχει επιπλέον μαθήματα Φυσικής κάθε εβδομάδα.
3. Πως θα χρησιμοποιούσατε τους μαθησιακούς σταθμούς;
4. Ποιους μαθησιακούς σταθμούς; Θα τους αλλάζατε κάπως; Θα προσθέτατε επιπλέον βιωματικά εργαστήρια;
5. Θα διοργανώνατε έναν διαγωνισμό; (σε επίπεδο τάξης/ σχολείου/εθνικό επίπεδο: για να βρείτε άλλους καθηγητές μπορείτε να επικοινωνήσετε με τον εθνικό συντονιστή σας)
6. Επιστημονική δημοσίευση: Πώς να βρείτε μία; Τι τύπου; Θα επιλέξετε εσείς, ή θα αφήσετε τους μαθητές να επιλέξουν;
7. Θα δώσετε μόνο ένα θέμα σε όλην την τάξη και θα ορίσετε τους μαθητές υπεύθυνους για διαφορετικές επιμέρους εργασίες; Ή θα χωρίσετε την τάξη σε υπο-ομάδες με διαφορετικές αρμοδιότητες;
8. Θα οργανώνατε μια επίσκεψη σε μια εταιρεία; Αν ναι, ποια εταιρεία και πώς θα βρίσκατε την κατάλληλη;
9. Θα συνεργαζόσασταν με έναν ερευνητή;
10. Θα συνεργαζόσασταν με έναν άλλο καθηγητή, π.χ Οικονομικών, Αγγλικών (και θα χρησιμοποιούσατε τους σταθμούς μάθησης στα Αγγλικά);
11. Πως θα χρησιμοποιούσατε τον ιστότοπο;
12. Τι τύπου και εύρους δουλεία θα αναθέτατε στους μαθητές; Παρουσίαση, φυλλάδιο, αναφορά, έκθεση..;

Παράρτημα

A Βιβλιογραφία

Elworthy, A. (2004). Κονστρουβιστική θεωρία μάθησης. *Interaction*, 18(2), 28.

Fallon, G. (2013). Forging school-scientist partnerships: A case of easier said than done? *Journal of Science Education and Technology* 22(2), 858-876.

Jones, M.G. κ.ά. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.

Kumar, D.D. (2007). Nanoscale science and technology in teaching. *Australian journal of Education in Chemistry*, 68, 20-22.

Προτεινόμενη βιβλιογραφία:

Jones, M.G. et al. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.

B Αναφορές σε επιστημονικές δημοσιεύσεις που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές

Βέλγιο

Οπτικές τεχνικές και η εφαρμογή τους στην έρευνα του αυτιού

- Muysshondt, P., De Greef, D., Soons, J., and Dirckx, J. (2014). Optical techniques as validation tools for finite element modeling of biomechanical structures, demonstrated in bird ear research. *AIP Conf. Proc.*, 1600, 330.

Υπολογιστική Τομογραφία και σκιαγραφία

- Martin, J.W., et al. (2013). Iterative reconstruction techniques for computed tomography Part 1: Technical principles. *Eur Radiol*, 23, 1623-1631.

Γραφένιο

- Novoselov, K.S., et al. (2012). A roadmap for graphene. *Nature*, 490, 192-200.

Αναδιπλούμενες επιδείξεις: AMOLED

- Genoe, J., et al. (2014). Digital PWM-Driven AMOLED Display on Flex Reducing Static Power Consumption. *IEEE International Solid-State Circuits Conference Proc., Session 30, 30.2*, 488-490.

Εκτυπώσιμες ηλιακές κυψέλες από οργανικά πολυμερή

- Krebs, F.C. (2009). Fabrication and processing of polymer solar cells: A review of printing and coating techniques. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 93, 394-412.
- Søndergaard, R.R., Hösel, M., Krebs, F.C. (2013). Roll-to-Roll Fabrication of Large Area Functional Organic Materials. *Journal of polymer science Part B: Polymer physics*, 51, 16-34.

Οργανικές δίοδοι εκπομπής λευκού φωτός WOLEDs

- Kamtekar, K.T., Monkman, A.P., Bryce, M.R. (2010). Recent Advances in White Organic Light-Emitting Materials and Devices (WOLEDs). *Advanced Materials*, 22, 572-582.
- Gather, M.C., Köhnen, A., Meerholz, K. (2011). White Organic Light-Emitting Diodes. *Advanced Materials*, 23, 233-248.

Εσθονία

Υλικά στην αναγεννητική φαρμακευτική

- Järvekülg, Martin, et al. 2014. Effect of glucose content on thermally cross-linked fibrous gelatin scaffolds for tissue engineering. *Materials Science and Engineering*.
- Kim, E.-S., Ahn, E.H., Dvir, T., Kim, D.-H. (2014). Emerging nanotechnology approaches in tissue engineering and regenerative medicine. *International Journal of Nanomedicine*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4024971>
- Langer, R; Tirrell, D. A., (2004) Designing materials for biology and medicine. *Nature* 428 (6982), 487-492.
- Yang, C. et al. (2004). The application of recombinant human collagen in tissue engineering. *BioDrugs* 18, 103–119.

Τεχνητό μυϊκό ρολόι χειρός

- Carter, S. Haines et al (2014). Artificial Muscles from Fishing Line and Sewing Thread. *Science* 343, 868.

Νανοσωμάτια και ιοντικά υγρά ως πρόσθετα ελαίων

- Minami, I. (2009). Ionic Liquids in Tribology. *Molecules* 14, 2286-2305.

Κυψέλη καυσίμου από λύματα

- Mink, J. E., Qaisi, R. M., Logan, B. E., Hussain M. M., (2014). Energy harvesting from organic liquids in micro-sized microbial fuel cells. *NPG Asia Materials* 6, e89

Το Θόριο ως πηγή πυρηνικής ενέργειας

- Topf, A., (2014). Thorium: Energy Savior or Red Herring? <http://oilprice.com/Energy/Energy-General/Thorium-Energy-Savior-or-Red-Herring.html>

Νανοελατήρια τα οποία παράγουν ηλεκτρισμό

- Vlassov, S., Polyakov, B., Dorogin, L. M., et al. (2014). Shape Restoration Effect in Ag-SiO₂ Core-Shell Nanowires. *Nano Letters* 14 (9), pp 5201–5205.

Ελλάδα

- Stefi A.L., Sarantopoulou E., Kollia Z., Spyropoulos-Antonakakis N., Bourkoula A., Petrou P.S. et al. (2015). Nanothermodynamics mediates drug delivery. *Adv Exp Med Biol.*, 822, 213–30.
- Spyropoulos-Antonakakis et al. (2015). Selective aggregation of PAMAM dendrimer nanocarriers and PAMAM/ZnPc nanodrugs on human atheromatous carotid tissues: a photodynamic therapy for atherosclerosis. *Nanoscale Research Letters* 10, 210, DOI 10.1186/s11671-015-0904-5.
- Sarantopoulou E., Gomoiu I., Kollia Z., Cefalas A.C. (2011). Interplanetary survival probability of *Aspergillus terreus* spores under simulated solar vacuum ultraviolet irradiation. *Planet Space Sci*, 59, 63–78.
- Kollia Z., Sarantopoulou E., Cefalas A.C., Kobe S., and Samardzija Z. (2004). Nanometric size control and treatment of historic paper manuscript and prints with laser light at 157 nm. *Appl. Phys., A, Mater. Sci. Process*, 79, 379–382.

Ελβετία

Διάγνωση καρκίνου του μαστού με ΜΑΔ

- Loparic, M., Plodinec, M., Lim, R. & Sum, R. (2013). Potentielle medizinische Anwendungen des Atomic Force Microscope. *Schweizerisches Medizin-Forum*, 13(41), 830-832.
- Plodinec M. et al. (2012). The nanomechanical signature of breast cancer. *Nature Nanotechnology*, 7, 757-765.

Μαγνητική υποδρομική μνήμη

Parkin S.S.P. (2012). Bits auf der Überholspur. *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 36-41.

- Parkin, S.S.P., Hayashi, M. & Thomas L. (2008). Magnetic Domain-Wall Racetrack Memory. *Science*, 320, 190-194.

Δίκτυα νανοσωλήνων άνθρακα για ηλεκτρονικά

- Gruner G. (2012). Kohlenstoffnanonetze für die Elektronik. *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 43-50.
- Baughman, R.H., Zakhidov, A.A. & de Heer, W.A. (2002). Carbon Nanotubes - the Route Toward Application. *Science*, 297, 787-792.

Μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια

- Samulat G. (2012). Liegt die Zukunft unserer Energieversorgung in einer Verschmelzung von Photonik und Nanotechnologie? *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 30-32.
- Grätzel M. (2004). Conversion of sunlight to electric power by nanocrystalline dye-sensitized solar cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 164, 3-14.

Γ Στοιχεία Επικοινωνίας με Εταιρείες και Εργαστήρια που ασχολούνται με νανοτεχνολογίες

Ελλάδα

Παρακάτω θα βρείτε τα στοιχεία επικοινωνίας ερευνητικών εργαστηρίων στο πεδίο της νανοεπιστήμης καθώς και τα στοιχεία επικοινωνίας εταιρειών στο πεδίο της Νανοτεχνολογίας. Με την βοήθεια των πρώτων, οι καθηγητές μπορούν να φέρουν τις σχολικές τάξεις σε επαφή με ερευνητές και επιχειρηματίες.

Πανεπιστήμια (Ελλάδα)

Ινστιτούτο	Επαφή	Περιοχή της Νανοεπιστήμης
National Hellenic Research foundation	Tel. 2107273840 Email: ccefalas(at)iee.gr	Φωτονική για Νανο-εφαρμογές
Foundation for Research and Technology Institute of Electronic Structure and Laser	Τηλ. 2810391300 Email: liap(at)iesl.forth.gr	Επιστήμη των λέιζερ, μικρο/νανο-ηλεκτρονικά, επιστήμη των πολυμερών, Επιστήμη υλικών και Αστροφυσική

Εταιρείες (Ελλάδα)

Εταιρεία/Τοποθεσία	Επαφή	Περιοχή της Νανοτεχνολογίας
NanoPhos SA	Tel: 22920 69312 Email: info(at)nanophos.com	Ανάπτυξη, παραγωγή και διαμοιρασμός χημικών προϊόντων για καθαρισμό και προστασία επιφανειών αλλά και προϊόντα νανοτεχνολογίας.
Tropical-Nano	Tel: 210 5151099 info(at)tropical.gr	Ανάπτυξη και κατασκευή νανοϋλικών
Glonatech	Tel: 2106083465 Email: info(at)glonatech.com	Λύσεις, προϊόντα και υπηρεσίες για την κατασκευή υλικών νανοτεχνολογίας
Nanothinx	Tel: 2610-965208 Email: info(at)nanothinx.com	Νανοσωλήνες άνθρακα (CNTs)
Nanotypos	Tel: 2310 365183 Email: info(at)nanotypos.com	Οπτικές συσκευές. Φωτονικές εφαρμογές, βιοτεχνολογία, οργανικές ηλεκτρονικές εφαρμογές, συγκομιδή ενέργειας

Δ Κατάλογος κριτηρίων για τον διαγωνισμό

Αυτή είναι η λίστα των κριτηρίων τα οποία χρησιμοποιούνται για τον δοκιμαστικό διαγωνισμό του Quantum Spin-Off: τόσο τον εθνικό όσο και τον Ευρωπαϊκό. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή έμπνευσης για καθηγητές οι οποίοι σκέφτονται το ενδεχόμενο διοργάνωσης ενός διαγωνισμού μόνοι τους.

Ο στόχος της παρουσίασης είναι οι μαθητές να παρουσιάσουν την μαθησιακή τους διαδρομή κατά μήκος του διαγωνισμού στην επιτροπή καθώς και στους ανθρώπους που παρακολουθούν.

Η λίστα κριτηρίων για τις εθνικές επιτροπές είναι ομοιογενής έτσι ώστε να έχουμε συγκρίσιμη αξιολόγηση ανάμεσα στις 4 χώρες που συμμετέχουν.

Οι πόντοι που δίδονται σε κάθε συμμετέχουσα ομάδα δεν θα κοινοποιούνται στους μαθητές, καθηγητές ή διευθυντές σχολείων. Μόνο η τελική κατάταξη θα δημοσιοποιείται.

Η διάρκεια της κάθε παρουσίασης είναι 10 συν 5 λεπτά για ερωτήσεις από την επιτροπή.

Ιδανικά, η επιτροπή απαρτίζεται από τουλάχιστον 3 άτομα: έναν ερευνητή, έναν επιχειρηματία και έναν εκπαιδευτικό. Κάθε άτομο ελέγχει την λίστα κριτηρίων και στο πέρας των παρουσιάσεων, τα μέλη της επιτροπής συνδυάζουν τους βαθμούς τους για να παράξουν το τελικό σκορ της κάθε ομάδας. Η τελική βαθμολογία μετριέται αθροίζοντας τις 5 κατηγορίες βαθμολογίας. Τα κριτήρια έχουν ίσο στατιστικό βάρος.

Η περίληψη που κάθε ομάδα καλείται να παράξει είναι η βάση της παρουσίασης και παραδίδεται στον εκπαιδευτικό της κάθε εθνικής επιτροπής.

Τα βραβεία θα απονέμονται με βάση τους βαθμούς που δίδονται από την επιτροπή. Για παράδειγμα, για τον Ευρωπαϊκό διαγωνισμό τέσσερα βραβεία απονεμήθηκαν στα συμμετέχοντα σχολεία ακολουθώντας την κατάταξη με βάση την βαθμολογία. Για τον εθνικό διαγωνισμό η διαδικασία ήταν η ίδια, αλλά ο αριθμός βραβείων κάθε χώρας θα μπορούσε να είναι διαφορετικός. Κάθε σχολείο που συμμετέχει λαμβάνει βεβαίωση, ενώ οι τάξεις που νικούν λαμβάνουν βεβαίωση σε κορνίζα καθώς και ένα βραβείο. Το κορυφαίο βραβείο είναι διδακτικός εξοπλισμός για το σχολείο. Τα υπόλοιπα βραβεία αποφασίζονται από τους τοπικούς διοργανωτές.

Κριτήρια

Τα κριτήρια για την κριτική επιτροπή του διαγωνισμού είναι:

- 1 Από την μοντέρνα επιστήμη στην τεχνολογία
- 2 Από την τεχνολογία στην εφαρμογή
- 3 Από την εφαρμογή στις επιχειρήσεις
- 4 Παρουσίαση
- 5 Δημιουργικότητα

Κατά τη διάρκεια της ημέρας του spin-off: Η επιτροπή θέτει ερωτήματα για να επιτρέψει στους μαθητές να επιδείξουν το επίπεδο κατανόησης των σημαντικότερων εννοιών κβαντικής/μοντέρνας φυσικής, της επιστημονικής βιβλιογραφίας, της τεχνολογίας και της επιχειρηματικής ιδέας. Το κοινό μπορεί επίσης να θέσει ερωτήματα.

Μία φόρμα με την λίστα κριτηρίων προς εκτύπωση έχει προστεθεί στο τέλος του εγγράφου. Τα πέντε κριτήρια εξηγούνται παρακάτω:

Από την μοντέρνα επιστήμη στην τεχνολογία

Οι μαθητές θα πρέπει να επιδείξουν ικανοποιητική κατανόηση εννοιών μοντέρνας επιστήμης και κβαντικής φυσικής. Με βάση τις εμπειρίες από τους σταθμούς μάθησης και την δουλειά τους εντός της τάξης οι μαθητές παρουσιάζουν τις επιστημονικές έννοιες οι οποίες αποτέλεσαν το σημείο αφετηρίας για το εικονικό προϊόν και την spin-off εταιρεία τους. Ένα καθορισμένο μέρος του εγχειριδίου θα αφιερωθεί σε αυτό.

Επιπλέον οι μαθητές παρουσιάζουν τις αλληλεπιδράσεις τους με τους ερευνητές και την σχετική βιβλιογραφία. Ένα επιστημονικό άρθρο το οποίο επηρέασε την δημιουργία της spin-off εταιρεία τους θα πρέπει να παρουσιαστεί σύντομα και οι μαθητές να εξηγήσουν την επιρροή του στο εικονικό προϊόν και την spin-off εταιρεία.

Από την τεχνολογία στην εφαρμογή

Οι μαθητές περιγράφουν την αλληλεπίδρασή τους με το εργαστήριο νανοτεχνολογίας και τους ερευνητές, τι έμαθαν από του διαλόγους/ερωτήσεις με τον ερευνητή και πως αυτή η αλληλεπίδρασή τους ενέπνευσε την δημιουργική τους διαδικασία.

Στη συνέχεια οι μαθητές παρουσιάζουν το εικονικό προϊόν και εξηγούν την δημιουργική διαδικασία. Το προϊόν θα πρέπει να είναι:

- Κοινωνικά συναφές και να κάνει την ζωή καλύτερη με έναν ουσιαστικό τρόπο.
- Ρεαλιστικό: Μπορεί να είναι εικονικό αλλά πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα παρασκευής του.
- Στα πλαίσια της υπεύθυνης έρευνας και καινοτομίας (RRI) (για τον ορισμό του RRI δείτε εδώ: <http://www.rri-tools.eu/about-rri>)

Από την εφαρμογή στις επιχειρήσεις

Οι μαθητές έχουν σκεφτεί καλά τα 9 στοιχεία του μοντέλου: Business Model Canvas (BMC) κάνοντας μια εκτίμηση του φυλλαδίου με το να ιδρύσουν μια εικονική εταιρεία: Τα 9 στοιχεία του μοντέλου BMC είναι:

- 1 Κύριοι Εταίροι
- 2 Κύριες Δραστηριότητες
- 3 Κύριες πηγές
- 4 Εκτίμηση προτάσεων
- 5 Σχέσεις καταναλωτών
- 6 Κανάλια
- 7 Τμήματα καταναλωτών
- 8 Δομή κόστους
- 9 Ροή εσόδων

Παρουσίαση

Τα κριτήρια για την παρουσίαση είναι:

- Η τεχνική παρουσίασης
 - Ενθουσιασμός και ενέργεια (βασίζεται σε: προφορά, ένταση φωνής, ομιλία απ' έξω ή μόνο με μια μικρή κάρτα, αυτοπεποίθηση, οπτική επαφή με το κοινό, στοιχεία που προκαλούν το ενδιαφέρον, κατάλληλη ένδυση για το γεγονός)
 - Συνεισφορά απ' όλα τα μέλη της ομάδας
 - Χρήση οπτικών μέσων – αποτελεσματική χρήση πολυμέσων και/ ή άλλων μέσων.
- Δομή της παρουσίασης
 - Να γίνουν ξεκάθαρες και αυτοσυνεπείς επεξηγήσεις
 - Αποτελεσματικός καταμερισμός χρόνου (δομή παρουσίασης εντός χρονικού ορίου)

Δημιουργικότητα

Ένα σημαντικό μέρος του διαγωνισμού αφιερώνεται στην καλλιέργεια της δημιουργικής δυναμικής τους και η προσφορά μιας ευκαιρίας να βρουν και να λύσουν προβλήματα, δημιουργώντας επαφές, εξερευνώντας ιδέες, ρωτώντας ερωτήσεις στους εαυτούς τους και άλλους και βιώνοντας ή προσομοιώνοντας την δημιουργική διαδικασία ενός επιχειρηματία. Λαμβάνεται υπ' όψιν ο βαθμός καινοτομίας στην δουλειά των μαθητών.

Ερωτήσεις υπ' όψιν των μαθητών:

- Έχετε σκεφτεί αν μια παρόμοια ιδέα υπάρχει ήδη στην αγορά; Αν ισχύει αυτό, ποια είναι η επιπρόσθετη αξία της πρότασης της ομάδας;
- Προσφέρει το προϊόν δημιουργικές λύσεις για να λυθούν υπάρχοντα προβλήματα στο πεδίο;
- Σε τι βαθμό θα αλλάξει αυτή η ιδέα την συμπεριφορά της βιομηχανίας/καταναλωτή;

Φόρμα Ομαδικής Αξιολόγησης

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ		Ανεπαρκής	Επαρκής	Καλή	Πολύ καλή
1	Από τη μοντέρνα επιστήμη στην τεχνολογία	1	2	3	4
2	Από την τεχνολογία στην εφαρμογή	1	2	3	4
3	Από την εφαρμογή στις επιχειρήσεις	1	2	3	4
4	Παρουσίαση	1	2	3	4
5	Δημιουργικότητα	1	2	3	4
ΑΘΡΟΙΣΜΑ					

Ε Στοιχεία ανα χώρα

Βέλγιο

Πρεσβευτές στην τάξη

Στο Βέλγιο, η δραστηριότητα «Πρεσβευτές στην τάξη» οργανώθηκε στα πλαίσια του διαγωνισμού Quantum Spin-Off. Οι τάξεις που συμμετείχαν παρουσίασαν τη δουλειά τους, τα μονοπάτια τους, το προϊόν και την αντίστοιχη spin-off εταιρεία σε τουλάχιστον μια τάξη του σχολείου τους. Αυτό εξυπηρέτησε πολλαπλούς σκοπούς: η κοινοποίηση σε άλλους μαθητές και καθηγητές που μπορεί με τη σειρά τους να εμπνευστούν από την παιδαγωγική του Quantum Spin-Off, και από την άλλη πλευρά να δοθεί στους μαθητές που συμμετέχουν η δυνατότητα να κάνουν πρόβα την παρουσίασή τους πριν την ημέρα του spin-off. Μια τέτοια δραστηριότητα μπορεί επίσης να προβλεφθεί από τους καθηγητές οι οποίοι θέλουν να διοργανώσουν ένα δοκιμαστικό. Μεγάλου ενδιαφέροντος θα μπορούσε να είναι η παρουσίαση της δουλειάς που έγινε από μαθητές στον έκτο χρόνο του “Secundaire Onderwijs” σε μαθητές που φοιτούν στον πέμπτο χρόνο (και οι οποίοι μπορεί να εμπνευστούν για να ακολουθήσουν το ίδιο μονοπάτι στον επόμενο σχολικό χρόνο).

Ρόλος της DSP Valley

Στο Βέλγιο, οι περισσότερες επισκέψεις σε εταιρείες οργανώθηκαν χάρη στην υποστήριξη του οργανισμού DSP Valley, που δραστηριοποιείται κυρίως στο Βέλγιο και την Ολλανδία. Ενσωματώνει περισσότερα από 80 εγχειρήματα υψηλής τεχνολογίας και ερευνητικές ομάδες, δραστήριες στα μικρο- και τα νανοηλεκτρονικά. Στον ιστότοπο της DSP Valley μπορούν να βρεθούν χρήσιμες πληροφορίες.

Βελγικός Ιστότοπος

Για χρήσιμες πληροφορίες και υποστήριξη, ιδιαίτερα για Βέλγους καθηγητές, επισκευθείτε τον Βελγικό ιστότοπο του έργου: <http://spinoff.vakdidactiek.be/>.

Εσθονία

Πως προετοιμάστηκαν οι μαθητές για τον διαγωνισμό;

Οι μαθητές μελέτησαν διαφορετικά θέματα σχετικά με το έργο διαβάζοντας άρθρα και συμμετέχοντας σε μια τάξη στο δικό τους σχολείο όπου ο καθηγητής εισήγαγε το θέμα θεωρητικά και εκτέλεσε πρακτικά πειράματα. Επιπλέον, πήραν το μάθημα με τίτλο « Υλικά προς χρήση στην αναγεννητική ιατρική». Η Ly Sõõrd, με εξειδίκευση στην εκπαιδευτική τεχνολογία, είπε στους μαθητές ποιες μέθοδοι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να επεξεργαστούν επιστημονικά άρθρα έτσι ώστε να βρουν τις επιθυμητές πληροφορίες ταχύτερα και πιο αποτελεσματικά όταν σκέφτονται για τα προϊόντα που έφτιαξε η μαθητική ομάδα. Εισήγαγε επίσης τις μεθόδους και τα περιβάλλοντα αναζήτησης. Jüri Ginter εξήγησε το πώς να συμμετάσχουν σε ομαδικές δραστηριότητες. Έδωσε μια εποπτεία των εννοιών της ομαδικότητας, και οι μαθητές εφήρμοσαν την ομαδική δουλειά μόνοι τους. Για παράδειγμα, μικρές ομάδες μαθητών έπρεπε να λύσουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα ή να

εκτελέσουν μια εργασία και να παρουσιάσουν την λύση σε άλλες ομάδες.

Ο ειδικός στην επιστήμη των υλικών Martin Järvekülg παρουσίασε την θεωρία και τις εφαρμογές της αναγεννητικής ιατρικής. Τα θέματα συμπεριελάμβαναν ιστούς και όργανα που αναπτύχθηκαν στο εργαστήριο χρησιμοποιώντας τις ηλεκτρικές ιδιότητες νανοϋλικών. Μία από τις νανοτεχνολογικές εφαρμογές που αναφέρθηκαν ήταν το νανοδέρμα, ένα δίκτυο νανο-ινών το οποίο έχει πολλές ιδιότητες παρόμοιες με αυτές του ανθρώπινου δέρματος. Η Viktoria Neborjakina, βοηθός έρευνας στο κέντρο : Gifted and Talented Development Centre του Πανεπιστημίου της Tartu μίλησε στους μαθητές για το πώς να είναι δημιουργικοί και να σκέφτονται αντισυμβατικά. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος οι μαθητές λειτούργησαν κατά μεγάλο ποσοστό ανεξάρτητα. Τα αποτελέσματα μοιράστηκαν μέσω Google Drive. Οι μαθητές επίσης επισκέφθηκαν διαφορετικά επιστημονικά κέντρα και τουλάχιστον μια εταιρεία ή εγκατάσταση.

Μαθητικές εργασίες στην Εσθονία

Στην Εσθονία ετοιμάστηκαν επτά μαθητικές εργασίες. Σε κάθε εργασία, οι μαθητές είχαν δύο αρμοδιότητες:

- Την ανάπτυξη ενός προϊόντος σχετικό με τη νανοτεχνολογία.
- Την πρόταση ενός επιχειρηματικού μοντέλου για την διανομή του προϊόντος.

Το επιχειρηματικό μοντέλο προϋπέθετε την συμμετοχή κύριων εταίρων, κυρίων δραστηριοτήτων, κυρίων πηγών και μια πρόταση. Οι μαθητές ερωτήθηκαν για το πώς θεωρούν ότι πρέπει να χτίζονται οι σχέσεις με τους καταναλωτές, να εμπορευματοποιήσουν το προϊόν τους καθώς και το ποια κανάλια να χρησιμοποιήσουν.

Θέματα των εργασιών:

- Υλικά στην αναγεννητική ιατρική (Υλικά που θα κάλυπταν πληγές και θα υποστήριζαν την διαδικασία ανάρρωσης)
- Τεχνητό μυϊκό ρολόι χειρός
- Νανοσωμάτια και ιοντικά υγρά ως πρόσθετα ελαίων (τα ιοντικά υγρά εμπλούτισαν λιπαντικό ποδηλάτων)
- Κυψέλη καυσίμου από λύματα (Για την λήψη ηλεκτρικής ενέργειας από λύματα που παράγονται καθημερινά)
- Υλικά στην αναγεννητική ιατρική, όπως εμφυτεύματα καλυμμένα με κολλαγόνο
- Το Θόριο ως πηγή πυρηνικής ενέργειας
- Ηλεκτρογεννήτριες διαστάσεων νανοκλίμακας (νανοελατήρια που παράγουν ηλεκτρισμό)

Ελλάδα

Η νανοτεχνολογία ως ένα κοινωνικο/επιστημονικό ζήτημα

Οι μαθητές και οι καθηγητές που συμμετείχαν στον διαγωνισμό Quantum Spinoff πέρασαν ένα σημαντικό μέρος των αλληλεπιδράσεων με ερευνητές από το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (Δρ. Κεφαλάς, Δρ. Σαρανοπούλου) μαθαίνοντας για τις κοινωνικές προεκτάσεις της νανοτεχνολογίας και τα άμεσα αποτελέσματα που αυτός ο επιστημονικός κλάδος μπορεί να έχει στην καθημερινή ζωή τους. Οι μαθητές αφιέρωσαν ένα μεγάλο μέρος των παρουσιάσεών τους και των συζητήσεών τους στην δυνατότητα της έρευνας στην νανοτεχνολογία να παράξει υλικά υψηλής τεχνολογίας που θα μπορούσαν να βελτιώσουν δραματικά τις συνθήκες ζωής μέσω αρκετών βιομηχανικών κλάδων (π.χ

ιατρικές εφαρμογές, εξοικονόμηση ενέργειας). Μια ποικιλία παραδειγμάτων καθημερινών προϊόντων που παράχθηκαν μέσω έρευνας επισημάνθηκαν, με λεπτομέρειες πάνω στην πραγματική διαδικασία της μεταφοράς επιστημονικής έρευνας στη βιομηχανία.

Ένα μεγάλο μέρος επίσης αφιερώθηκε στο θέμα της ρύθμισης των προϊόντων υψηλής τεχνολογίας με βάση την επίδραση στην υγεία και κυρίως ως προς τα επίπεδα τοξικότητας συγκεκριμένων νανοτεχνολογικών εφαρμογών. Αυτό το ζήτημα επισημάνε αρκετά θέματα πάνω στο πως η κοινωνία βλέπει και χρησιμοποιεί εφαρμογές επιστημονικής έρευνας ως καταναλωτικά αγαθά, με το θέμα της δημόσιας ασφάλειας και την ανάγκη για οριζόντια μελέτη των υπο μελέτη προϊόντων στην δημόσια υγεία. Τα θέματα που αναπτύσσονται παραπάνω ξεκίνησαν μια συζήτηση πάνω στην αξία της επιστημονικής εκπαίδευσης στο σχολείο και της ανάγκης για να συμπεριληφθούν σύγχρονα θέματα, όπως η νανοτεχνολογία στο αναλυτικό πρόγραμμα για να ενημερωθούν οι μαθητές τόσο για την σχέση αλλά και για τα αποτελέσματα της επιστήμης στην καθημερινή ζωή.

Ένα τελικό θέμα το οποίο είναι σχετικό με την κατάσταση στην Ελλάδα στο παρόν χρονικό διάστημα, είναι τα οφέλη που θα μπορούσε να έχει η οικονομία από την στροφή στην επιστημονική έρευνα. Οι ερευνητές του ΕΙΕ τόνισαν το ζήτημα ότι η νανοτεχνολογία (τόσο σε επίπεδο έρευνας όσο και εφαρμογών) παρέχει ένα πεδίο το οποίο, αν τεθεί από το κράτος ως προτεραιότητα, θα μπορούσε να προσφέρει οικονομική ανάπτυξη και να ανοίξει θέσεις εργασίας για έναν μεγάλο αριθμό ανθρώπων, όχι μόνο επιστημόνων. Αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως μία σημαντική πτυχή της αλληλεπίδρασης μαθητών-ερευνητών καθώς προσέφερε πληροφορίες και προκάλεσε συζητήσεις στενά συνδεδεμένες με την οικονομική κατάσταση της χώρας, αλλά με το πρίσμα του πως μπορούν να βρεθούν τρόποι να ξεπεραστούν οι τωρινές δυσκολίες τόσο σε προσωπικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο κράτους.

Ελβετία

Προτάσεις για δραστηριότητες στην τάξη πάνω στην κατανόηση των νανο-κινδύνων

Οι μαθητές που συμμετείχαν στο πρόγραμμα *Quantum Spin-Off* παρατηρούν την σχέση ανάμεσα σε νανο-έρευνα και νανο-τεχνολογία. Ως ένα επιπλέον βήμα, μπορούν να εξεταστούν οι κίνδυνοι της νανοτεχνολογίας .

Μαθησιακός στόχος: ... η ανάπτυξη μιας προσωπικής αντίληψης των κινδύνων των νανοϋλικών στην βάση των ερευνητικών ευρημάτων.

Ένας επιπλέον στόχος μπορεί να προστεθεί για το εγχειρίδιο που ετοιμάζουν οι μαθητές ως μέρος του προγράμματος *Quantum Spin-Off*: η προετοιμασία μιας πρώτης δήλωσης σχετικά με την μεταφορά ερευνητικών ανακαλύψεων σε μια spin-off εταιρεία (π.χ συγκρίνοντας προνόμια και κινδύνους, εκτιμώντας κοινωνικές συνέπειες και «περιμένοντας το μέλλον»).

Μπορείτε να επισκευθείτε τον ιστότοπο για να κατεβάσετε τον επιπρόσθετο σταθμό μάθησης στα Γερμανικά με τίτλο: « Προτάσεις για δραστηριότητες εντός τάξης με στόχο την κατανόηση των νανο-κινδύνων»:

<http://ch.qs-project.ea.gr/en/content/lernstationen>

Εργαλεία Νέων Τεχνολογιών (ICT)

Οι παρακάτω ιστότοποι παρέχουν εργαλεία νέων τεχνολογιών τα οποία υποστηρίζουν την μαθησιακή διαδικασία των μαθητών:

www.swissnanocube.ch (πλατφόρμα για την νανοτεχνολογία και την εκπαίδευση, διαθέσιμη και στα Αγγλικά).