

**«Από έναν στοχασμό του 1960 στο βραβείο Nobel φυσικής του 2012:
νανοτεχνολογία, παρόν και μέλλον»**

Κωνσταντίνος Πουланτζάς, Γεώργιος Στεφαδούρος, Εμμανουήλ Στυλιανάκης,
Άγγελος Τασσόπουλος, Βασίλειος Φιλιππακόπουλος
Α΄ Αρσάκειο Γενικό Λύκειο Ψυχικού, Τάξη Β΄
Υπεύθυνες Καθηγήτριες: Ευδοκία Πατσιλινάκου, Μαρία Δημητροπούλου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

«What would happen if we could arrange the atoms one by one the way we want them?»: αυτή η προφητική φράση του Richard Feynman, οδήγησε σε μία νέα επανάσταση στην ιστορία των φυσικών επιστημών, στις νανοεπιστήμες και τη νανοτεχνολογία, δηλαδή επιστήμες και τεχνολογία που αναπτύσσονται σε κλίμακα ατόμων και μορίων (νανοκλίμακα). Επεμβαίνοντας και αλλάζοντας τη βασική δομή της ύλης αναδεικνύονται νέες ιδιότητες, κατανοούνται νέα φαινόμενα και επιτυγχάνεται πλήρης έλεγχος της συμπεριφοράς διαφόρων υλικών. Στην εργασία αυτή γίνεται μία ιστορική αναδρομή για την εξέλιξη της νανοτεχνολογίας από το άτομο του Δημόκριτου έως το βραβείο Nobel Φυσικής 2012. Τέλος, εξετάζονται οι δεοντολογικές αρχές για την ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας και οι επιπτώσεις της στην υγεία, το περιβάλλον και γενικά στην κοινωνία.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: *νανομόρια, νανοϋλικά, νανοδομές άνθρακα,
στοχευμένα φάρμακα, κβαντική νανοτεχνολογία*

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Από την εποχή του Δημόκριτου

Από την εποχή των Ελλήνων Δημόκριτου και Λεύκιππου, οι άνθρωποι είχαν σκεφτεί ότι η ύλη μπορούσε να διασπαστεί ως ένα ακατάλυτο σημείο, δηλαδή ως το βασικό συστατικό της ύλης, που σήμερα οι επιστήμονες ονομάζουν «άτομο». Μετά από πολλά πειράματα και δοκιμές, οι επιστήμονες ανακάλυψαν ότι υπάρχουν 108 τύποι ατόμων μαζί με πολλά ισότοπα. Υπάρχουν επίσης πρόσφατες ανακαλύψεις υποδιαίρεσεων της ύλης που είναι ακόμα μικρότερες και από τα άτομα, όπως είναι τα κουάρκ, τα λεπτόνια κ.λπ.

Ο Πατέρας της Νανοτεχνολογίας - Η Ατομική Θεωρία του John Dalton

Αν και η ιδέα ότι όλη η ύλη φτιάχνεται τελικά από πολύ μικρά και αδιαίρετα άτομα, είχε ξεκινήσει από τον αρχαίο φιλόσοφο Δημόκριτο, εντούτοις ο John Dalton ήταν αυτός που έδειξε ότι τα άτομα πρέπει να υπάρχουν, όταν στις 21 Οκτωβρίου του 1803 σε μία συνεδρίαση της Φιλοσοφικής Εταιρίας του Μάντσεστερ, ανακοίνωσε την Ατομική του Θεωρία. Ο Dalton με την θεωρία του, υποστήριξε ότι η ύλη φτιάχνεται από άτομα τα οποία είναι όμοια σε κάθε στοιχείο, έχουν για κάθε είδος χημικού στοιχείου, ξεχωριστές μάζες και ιδιότητες, είναι αδιαίρετα και ακατάλυτα και συνδυάζονται σε ακέραιους αριθμούς, για να σχηματίσουν μόρια. Ουσιαστικά, ο Dalton επέστρεψε όχι μόνο στην θεωρία του Δημόκριτου αλλά χρησιμοποίησε και το ίδιο όνομα που είχε χρησιμοποιήσει ο αρχαίος φιλόσοφος για το μικρότερο σωματίδιο της ύλης, δηλαδή «άτομο». Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι η θεωρία του Δημόκριτου βασίστηκε μόνο σε υποθέσεις, ενώ η Ατομική Θεωρία του Dalton βασίστηκε σε παρατηρήσεις 150 χρόνων. Η ύπαρξη του ατόμου αποδείχθηκε 100 χρόνια αργότερα το 1908 από τον Γάλλο φυσικό Jean Perrin.

Η πρώτη επιστημονική αναφορά στη νανοτεχνολογία από τον φυσικό Richard Feynman

Η πρώτη επιστημονική αναφορά στη νανοτεχνολογία (χωρίς τη χρήση αυτού του ονόματος) έγινε σε μια ομιλία που έκανε ο Richard Feynman, το 1959, με τίτλο «**Υπάρχει Πολύς Χώρος στον Πάτο**», όπου αναπτύχθηκε η ιδέα ότι κάποιος θα μπορούσε να γράψει ολόκληρη την Εγκυκλοπαίδεια Britannica πάνω στο κεφάλι μιας καρφίτσας, δηλαδή στο 1/25.000 του κανονικού της μεγέθους. Μίλησε επίσης για την πιστή αντιγραφή μεμονωμένων ατόμων σχετικά με τη συρρίκνωση των μεγεθών των υπολογιστών (οι υπολογιστές ήταν πολύ μεγαλύτεροι απ' ό,τι είναι σήμερα, αλλά πιθανά να εννοούσε ακόμα μικρότερους) και για έναν τρόπο ανάπτυξης της ικανότητας χειρισμού ατόμων και μορίων «απευθείας», αναπτύσσοντας ένα σετ εργαλείων στην κλίμακα του ενός δέκατου, ανάλογων με εκείνων που βρίσκουμε σε οποιοδήποτε μηχανουργείο. Αυτά τα μικρά εργαλεία θα βοηθούσαν στο να αναπτυχθεί και λειτουργήσει μια επόμενη γενιά εργαλείων της κλίμακας του ενός εκατοστού και ούτω καθεξής. Όσο τα μεγέθη θα μικραίνουν, θα πρέπει να ανασχεδιάζονται μερικά εργαλεία διότι η σχετική αντοχή διαφόρων δυνάμεων θα άλλαζε. Η βαρύτητα θα αποκτούσε μικρότερη σημασία, η ένταση επιφάνειας θα γινόταν πιο σημαντική, η έλξη Van der Waals θα γινόταν εντονότερη κ.λπ. Αυτή η ιστορική ομιλία έκλεισε με προκλήσεις, όπως να κατασκευαστεί ένας μικροσκοπικός κινητήρας ή να γραφεί η πληροφορία μιας σελίδας βιβλίου σε μια επιφάνεια 1/25.000 μικρότερη στη γραμμική κλίμακα έτσι ώστε να μπορούσε διαβαστεί καθαρά με ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Για κάθε μια πρόκληση προσέφερε βραβεία των 1.000 δολαρίων. Αργότερα, το 1960 και το 1985 αντίστοιχα, υπήρξαν αξιώσεις και για τα δυο βραβεία. Στην πρόκληση για τον κινητήρα ανταποκρίθηκε ένας σχολαστικός τεχνίτης χρησιμοποιώντας συμβατικά εργαλεία - Βάσει των όρων, αλλά δεν αποκάλυψε την τέχνη. 25 χρόνια αργότερα, το 1985, ο Tom Newman, ένας απόφοιτος του Stanford, μείωσε επιτυχώς την πρώτη παράγραφο της «*Ιστορίας Δυο Πόλεων*» από 1/25.000 και πήρε το δεύτερο βραβείο Feynman.

Δικαίως λοιπόν αποδίδεται στον Richard Feynman η έμπνευση για τις νανοεπιστήμες. Είναι αυτός που βραβεύτηκε με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1965 μαζί με τους Sin-Itiro Tomonaga και Julian Schwinger, για την εργασία τους στην κβαντική ηλεκτροδυναμική. Ο Feynman εξέτασε αρκετές ενδιαφέρουσες διακλαδώσεις μιας γενικής

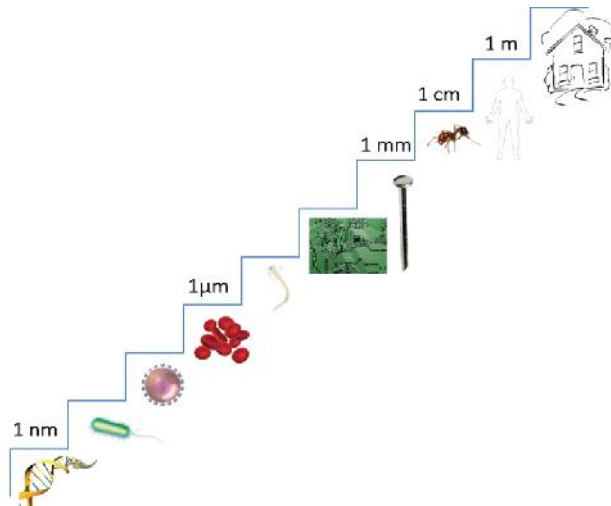
ικανότητας του χειρισμού ύλης σε ατομική κλίμακα. Ενδιαφερόταν ιδιαίτερα για την πιθανότητα πυκνότερης διάταξης κυκλωμάτων υπολογιστών και μικροσκοπίων που θα μπορούσαν να δουν τα πράγματα πιο μικρά από ότι είναι δυνατό μέσω των μικροσκοπίων με σάρωση ηλεκτρονίων.

ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Τι είναι νανοτεχνολογία

Νανοτεχνολογία είναι ένας όρος ο οποίος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη δημιουργία και χρήση λειτουργικών δομών μεγέθους μεταξύ 1 nm και 100 nm.

Από την κλασική φυσική στην κβαντική φυσική



Εικόνα 1: Από το νανόμετρο στο μέτρο.

Εισδύοντας στον νανόκοσμο, παρατηρούμε:

- Αλλαγή κλίμακας
- Αμελητέα βαρύτητα (Εξαιτίας του μεγέθους των νανοϋλικών, το βάρος τους είναι αμελητέο).
- Ότι ο καθορισμός της θέσης των σωματιδίων γίνεται βάσει πιθανοτήτων (αρχή απροσδιοριστίας). Η αρχή της απροσδιοριστίας ή διαφορετικά η αρχή της αβεβαιότητας είναι βασικό αξίωμα της Κβαντικής Μηχανικής που διατυπώθηκε για πρώτη φορά το 1927 από τον W. Heisenberg. Σύμφωνα με την αρχή αυτή είναι αδύνατο να μετρηθεί ταυτόχρονα και με ακρίβεια, ούτε πρακτικά, ούτε και θεωρητικά η θέση και η ταχύτητα (ή ορμή), ενός σωματίου. Οι αβεβαιότητες των μεγεθών θέσης και ορμής ισούνται με τη διασπορά τους γύρω από τη μέση τους τιμή. Ο Heisenberg εξήγησε ότι η ελάχιστη αβεβαιότητα στη μέτρηση τους δεν είναι πειραματικό σφάλμα,

δεν οφείλεται δηλαδή στις ατέλειες των πειραματικών συσκευών, αλλά προκύπτει από τη δομή τής ύλης .

ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

Το 1959 ο Richard Feynman θεμελίωσε τη νανοτεχνολογία. Δε σταμάτησε όμως εκεί. Στις αρχές του 1980 μαζί με τον Benioff παρουσίασαν την πρώτη ιδέα του κβαντικού υπολογιστή. Όπως λοιπόν η κβαντομηχανική είναι το μέλλον της φυσικής, έτσι και οι κβαντικοί υπολογιστές είναι το μέλλον της επιστήμης των υπολογιστών. Οι κβαντικοί υπολογιστές είναι, σύμφωνα με τους επιστήμονες, η λύση για την επίτευξη της επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων σε ελάχιστο χρόνο, αφού θα προσφέρουν μεγάλες ταχύτητες πολυ - επεξεργασίας. Η λειτουργία των υπολογιστών αυτών στηρίζεται στις θεμελιώδεις αρχές της κβαντομηχανικής. Δεν υπάρχει φυσικός νόμος που να «απαγορεύει» τη σμίκρυνση των bits σε τάξη μεγέθους που έχει ένα άτομο. (δηλαδή αντί για bits χρησιμοποιούνται τα Qubits).

Τι είναι κβαντικός υπολογιστής;

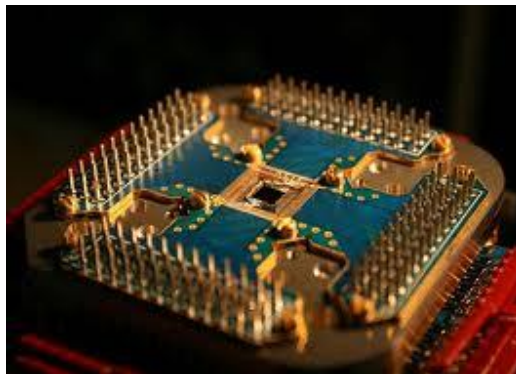
Οι κβαντικοί υπολογιστές είναι ένα νέο μελλοντικό είδος υπολογιστών, των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε κβαντομηχανικά φαινόμενα όπως η υπέρθεση κατάστασης των ηλεκτρονίων, των μορίων ή των ιόντων, που επιτυγχάνονται με διάφορα σιδηρομαγνητικά υλικά.

Οι κβαντικοί υπολογιστές δίνουν τη δυνατότητα, μεταξύ άλλων, να ερευνηθούν με εξαιρετικά μεγάλες ταχύτητες, τεράστιες και αδόμητες βάσεις δεδομένων, να σπάσουν γνωστοί κρυπτογραφικοί κώδικες, να προσομοιωθούν πολύπλοκες διεργασίες και φαινόμενα, και να επιλυθούν προβλήματα τα οποία είναι πρακτικά αδύνατον να λυθούν από τους σημερινούς υπολογιστές, που στο μέλλον θα θεωρούνται «συμβατικοί υπολογιστές».

Γιατί να αντικατασταθούν οι σημερινοί υπολογιστές;

- 1. Κατασκευαστικά όρια:** Οι σημερινοί (συμβατικοί) υπολογιστές είναι βασισμένοι στο πυρίτιο το οποίο σε μια 20ετία (ίσως και πολύ λιγότερο) θα συναντήσει τα κατασκευαστικά του όρια με αποτέλεσμα την αδυναμία του σε περαιτέρω σμίκρυνσή του.
- 2. Κρυπτογραφία:** Η ανάγκη για παγκόσμια διαδικτυακή κρυπτογραφία είναι τόσο μεγάλη στις μέρες μας που ο σημερινός υπολογιστής δεν μπορεί πλέον να ανταποκριθεί πλήρως, κυρίως στον τομέα απόρρητων προσωπικών ή πολιτικών - διπλωματικών στοιχείων καθώς και στον τομέα του ηλεκτρονικού εμπορίου.
- 3. Αδυναμία ισχύος επεξεργασίας:** Ο σημερινός υπολογιστής αδυνατεί να λύσει διάφορα πολύπλοκα και πολυπαραμετρικά μαθηματικά και όχι μόνο ή στην καλύτερη περίπτωση απαιτείται πολύς χρόνος για επεξεργασία δεδομένων.

Η λειτουργία των κβαντικών υπολογιστών



Εικόνα 2: Το εσωτερικό ενός κβαντικού υπολογιστή.

Η λειτουργία των κβαντικών υπολογιστών βασίζεται στα υποατομικά σωματίδια τα οποία λέγονται quantum bits (qubits) τα οποία αντικαθιστούν τα «κλασικά» bits, τα δυαδικά, δηλαδή, ψηφία 1 και 0 (on-off).

Μπορεί να θεωρηθεί ότι ένα qubit φέρει και τα δύο ψηφία ταυτόχρονα. Αυτό συμβαίνει, διότι οι νόμοι που ισχύουν για τα σωματίδια στον μικρόκοσμο επιτρέπουν σε αυτά να βρίσκονται ταυτόχρονα σε δύο καταστάσεις (κβαντικός παραλληλισμός - δύο και περισσότερες ενέργειες ταυτόχρονα). Η εταιρεία που πούλησε για πρώτη φορά έναν κβαντικό υπολογιστή αναφέρει: «*The laws of quantum physics, which govern the microscopic world, allow bits of matter to be in two states simultaneously*».

Η εσωτερική μνήμη των κβαντικών υπολογιστών ονομάζεται μαγνητική μνήμη τυχαίας προσπέλασης (MRAM) και θα αντικαταστήσει τις γνωστές RAM. Με τις MRAM επιτυγχάνεται η υπέρθεση κατάστασης των μικροσωματίων με την εφαρμογή των μαγνητικών επιδράσεων πάνω στην ιδιοπεριστροφή των σωματίων αυτών. Ήδη χρησιμοποιούνται κβαντικοί υπολογιστές σε πειραματικό βέβαια ακόμη στάδιο, από την εταιρεία IBM και από το Πανεπιστήμιο του Stanford. Οι έρευνες χρηματοδοτούνται από πολλούς φορείς, όπως είναι το Πεντάγωνο, η C.I.A., κυβερνητικές οργανώσεις κ.ά.

Οι δυνατότητες ενός κβαντικού υπολογιστή:

1. Επιτυγχάνεται λύση πολλών προβλημάτων ταυτόχρονα (λόγω της υπέρθεσης κατάστασης) των οποίων η πολυπλοκότητα θα αυξάνεται μάλιστα εκθετικά και όχι γραμμικά όσο αυξάνεται και η πολυπλοκότητα ενός προβλήματος.
2. Ως qubit μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ηλεκτρόνιο - φωτόνιο, ένα ιόν ή ένα μόριο με αποτέλεσμα πολλές αποτελεσματικές επιλογές.
3. Με την χρήση δύο qubits μπορούμε να έχουμε το 0 και το 1 ταυτόχρονα σε όλους τους συνδυασμούς, σε αντίθεση με τα σημερινά bits τα οποία μπορούν να κάνουν όλους τους συνδυασμούς αλλά όχι ταυτόχρονα.

Ο πίνακας που ακολουθεί είναι αρκετά διαφωτιστικός όσον αφορά τη σχέση των qubits και των bits.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Qubits	ΚΑΤΑΧΩΡΕΙ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ	ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ bits
1	(0 και 1)	2
2	(0 και 1) (0 και 1)	$2 \times 2 = 2^2 = 4$
3	(0 και 1) (0 και 1) (0 και 1)	$2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8$
⋮	⋮	⋮
300	(0 και 1) (0 και 1)..... (0 και 1)	2^{300}

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα ενός κβαντικού υπολογιστή, σε σχέση με έναν συμβατικό υπολογιστή, είναι:

- μεγαλύτερη ταχύτητα,
- τεράστια μνήμη,
- απεριόριστη ισχύς,
- λύση πολλών σύνθετων προβλημάτων ταυτόχρονα.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα ενός κβαντικού υπολογιστή, σε σχέση με έναν συμβατικό υπολογιστή, είναι:

- Δεν έχει όλες τις δυνατότητες ενός συμβατικού υπολογιστή, π.χ. επεξεργασία κειμένου ή web surfing (Είναι «εξειδικευμένος» στην πολυεπεξεργασία δεδομένων).
- Έλλειψη κατάλληλων ανθεκτικών υλικών για την υλοποίηση της ιδέας του κβαντικού υπολογιστή. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα, δεν μπορούν να αντέξουν τις τεράστιες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται λόγω των τεράστιων ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων. Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες οφείλονται στη μεγάλη εσωτερική «τριβή» των υλικών.
- Εξαιτίας της μεγάλης αλληλεπίδρασης των qubits με το περιβάλλον είναι δύσκολο να απομονωθούν αυτά τα υλικά και επομένως να είναι λειτουργικά καθώς η αλληλεπίδραση των qubits με το περιβάλλον οδηγεί στην κατάρρευση της υπέρθεσης των καταστάσεων που περιγράφεται από μια γνωστή κυματοσυνάρτηση (την εξίσωση του Schrödinger).

Χρονολόγιο εφαρμογών του κβαντικού υπολογιστή

- Ο πρώτος κβαντικός υπολογιστής 2 qubits παρουσιάστηκε το 1998 από την IBM.
- Το 1999 και πάλι η IBM παρουσίασε έναν κβαντικό υπολογιστή τριών κβαντικών bits με «error correction».
- Το 2000 η ίδια εταιρία κατασκεύασε έναν κβαντικό υπολογιστή αποτελούμενο από 5 qubits.
- Ο τελευταίος κβαντικός υπολογιστής αποτελείται από ένα τσίπ με 128 qubits, φτιάχτηκε από την εταιρία D-Wave και ονομάζεται D-Wave one.

Συμπερασματικά, η κατασκευή και η λειτουργία αυτών των υπολογιστών είναι πολύ δύσκολη, γι' αυτό το πιθανότερο είναι να χρησιμοποιηθούν υβριδικά συστήματα κλασικών και κβαντικών υπολογιστών στο μέλλον.

Η πρώτη πώληση κβαντικού υπολογιστή

Πρόσφατα έγινε η πρώτη πώληση ενός Κβαντικού υπολογιστή, του «D-Wave one». Η εταιρεία Lockheed Martin που δραστηριοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων υψηλής τεχνολογίας και είναι η μεγαλύτερη προμηθεύτρια του αμερικανικού Πενταγώνου, αγόρασε έναν κβαντικό υπολογιστή από την εταιρία D-Wave που εδρεύει στον Καναδά.

Οι κβαντικοί υπολογιστές αναμένεται να φέρουν επανάσταση στο σύγχρονο κόσμο δίνοντας απίστευτη ώθηση σε κάθε τομέα έρευνας, από την πληροφορική και τη φυσική μέχρι την ιατρική.

Θα πρέπει να επισημανθεί βέβαια ότι οι ειδικοί υποστηρίζουν ότι με την υπάρχουσα τεχνολογία θα χρειαστούν μερικές ακόμη δεκαετίες μέχρι να κάνει την εμφάνιση του ένας κβαντικός υπολογιστής, ο οποίος θα είναι πλήρως λειτουργικός. Αυτό, σε συνδυασμό με τις ελάχιστες πληροφορίες που δίνονται στη δημοσιότητα για τον κβαντικό υπολογιστή που αγόρασε η εταιρεία Lockheed Martin, έχει οδηγήσει την επιστημονική κοινότητα στο να είναι ιδιαίτερα επιφυλακτική και να περιμένει την δημοσιοποίηση λεπτομερειών για τον μηχανισμό του υπολογιστή προτού καταλήξει σε συμπεράσματα.

Ο «μονόλιθος» της D-Wave



Εικόνα 3: Η εξωτερική μορφή ενός κβαντικού υπολογιστή.

Το D-Wave One, όπως ονομάζεται ο κβαντικός υπολογιστής, μοιάζει με ένα τεράστιο μαύρο κύβο ή έναν μαύρο μονόλιθο όπως τον αναφέρουν πολλοί, αφού η εμφάνισή του θυμίζει τον μονόλιθο της «Οδύσσειας του Διαστήματος» του συγγραφέα επιστημονικής φαντασίας, Arthur Charles Clarke.

Η μόνη λεπτομέρεια που έχει γίνει γνωστή σχετικά με τον D-Wave One είναι ότι χρησιμοποιείται ένα υπεραγώγιμο τσιπ των 128-qubit που ονομάζεται Rainier. Ο επεξεργαστής αυτός είναι θωρακισμένος με ειδικά φίλτρα για την προστασία του από κάθε εξωτερικό παράγοντα (π.χ θόρυβο) ώστε να μην καθυστερεί η επεξεργασία. Κατά τη λειτουργία του, έχει επιτευχθεί η ψύξη του σχεδόν στο απόλυτο μηδέν, έτσι ώστε να μην υπερθερμαίνεται. Τα ποσά ενέργειας όμως που χρειάζονται για να διατηρηθούν τόσο χαμηλές θερμοκρασίες είναι τεράστια.

Η χωρητικότητα του επεξεργαστή Rainier είναι 128 qubits και είναι τόσο μεγάλη, που ξεπερνά τα όρια της φαντασίας μας. Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, τα 128 κβαντικά bit (τα οποία είναι μόλις 128 άτομα) είναι ισοδύναμα με $3,4 \times 10^{38}$ bits ή $3,8 \times 10^{25}$ Terabits, χωρητικότητα που απέχει κατά πολύ από τη συνηθισμένη.

Οι πληροφορίες για την πορεία των κβαντικών υπολογιστών είναι ελάχιστες προς το παρόν και σύμφωνα με ένα σενάριο, ο D-Wave One δεν είναι ένας αυτόνομος κβαντικός υπολογιστής αλλά σχεδιάστηκε για να λειτουργεί ως τμήμα ενός μεγάλου συμβατικού υπολογιστικού συστήματος και έχει ως αποστολή την επίλυση εξαιρετικά εξειδικευμένων προβλημάτων.

ΗΘΙΚΗ ΚΑΙ ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - «ΜΕΤΡΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟΣ;»

Η ανάπτυξη της κβαντικής νανοτεχνολογίας, τα τελευταία χρόνια, αλλά και η πρόοδος που θα υπάρξει σε αυτόν τον τομέα τα επόμενα χρόνια, έχει φέρει στην επιφάνεια πολλούς προβληματισμούς και ερωτήματα σχετικά με το πόσο τηρούνται ηθικές δεοντολογίες σε όλες τις εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής. Αρχικά, ο κβαντικός υπολογιστής, ένα απ'τα γνωστότερα επιτεύγματα της νανοτεχνολογίας, έχει πολύ μεγάλο κόστος (περίπου 10.000.000 \$) κάτι το οποίο θεωρείται από πολλούς ότι σπάει τους ηθικούς φραγμούς που η σημερινή κοινωνία έχει θέσει, καθώς είναι απίθανο να περάσει στην ευρεία αγορά και δεν προσφέρει ουσιαστικές αλλαγές και βοήθεια στις ζωές των μέσων ανθρώπων. Αντιθέτως, υπολογιστές όπως αυτοί θα χρησιμοποιούνται μόνο από υπηρεσίες, και θα φέρει αλλαγές στα συστήματα κωδικοποίησης και ασφάλειας των υπολογιστικών συστημάτων του κόσμου αφού οι δυνατότητες ενός κβαντικού υπολογιστή είναι απεριόριστες σε σύγκριση με έναν μεσο υπολογιστή.

Εφαρμογές της κβαντικής νανοτεχνολογίας που τώρα μοιάζουν με σενάρια επιστημονικής φαντασίας, όπως η κλωνοποίηση και η τηλεμεταφορά, ίσως υπάρξουν στο μέλλον. Ο προβληματισμός που τίθεται είναι: θα φέρουν επαναστατικές αλλαγές στον κόσμο μας, όπως η κλωνοποίηση αλλά και εφαρμογές πιο κοντά στον μέσο άνθρωπο και την καθημερινότητα, θα τον απομακρύνουν από τη φύση του και θα τον ωθήσουν σε μια αρκετά πιο τεχνολογικά εξαρτώμενη ζωή;

ΠΗΓΕΣ

- "Physics For Scientists & Engineers, Τόμος IV, Σύγχρονη Φυσική", Third Edition, Raymond A. Serway, Μεταφρ. Λεωνίδα Κ. Ρεσβάνη
- <http://www.chem.auth.gr>
- <http://www.nano.gr>
- <http://technolnews.blogspot.gr/>
- <http://www.dwavesys.com>
- <http://www.tovima.gr>