

Η ανακάλυψη που φέρνει τον Πλάτωνα ξανά στο προσκήνιο

/ Επιστήμες, Τέχνες & Πολιτισμός / Ιστορία, Αρχαιολογία, Παλαιογραφία, Στρατιωτικά & Εθνικά θέματα



Ομάδα επιστημόνων ανακάλυψε ότι το μέσο σχήμα των πετρωμάτων που κατακερματίζονται στη φύση είναι ο κύβος, «δικαιώνοντας» τη θεωρία του αρχαίου φιλοσόφου για τη σύσταση της Γης



έρας, Νερό, Φωτιά και Γη: αυτά είναι τα τέσσερα θεμελιώδη στοιχεία τα οποία συνθέτουν το Σύμπαν, όπως το περιέγραψε ο Πλάτων στο έργο του «Τίμαιος». Καθένα από αυτά τα στοιχεία, σύμφωνα με τη σκέψη του μεγάλου φιλοσόφου, συνίσταται από κανονικά πολύεδρα: ο αέρας από οκτάεδρα, το νερό από εικοσάεδρα, η φωτιά από τετράεδρα, δηλαδή πυραμίδες, και η Γη από κύβους. Η γεωμετρική αυτή θεώρηση του Σύμπαντος, αν και όχι ακριβής, αποτέλεσε μία

μεγάλη συμβολή στη φιλοσοφία της επιστήμης. Μία πρόσφατη ανακάλυψη έρχεται να αναστατώσει τα νερά φέρνοντας ξανά την κοσμολογία του Πλάτωνα στο προσκήνιο. Ο ούγγρος επιστήμονας Γκάμπορ Ντόμοκος, ο οποίος το 2006 απέδειξε την ύπαρξη ενός ομογενούς γεωμετρικού στερεού το οποίο έχει μόλις δύο σημεία ισορροπίας, ανακάλυψε με την ομάδα του ότι εάν κανείς παρατηρήσει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θραυσμάτων τα οποία προκύπτουν καθώς τα πετρώματα κατακερματίζονται στη φύση, θα διαπιστώσει ότι το μέσο σχήμα είναι κύβος. Αποτελείται λοιπόν η Γη από κύβους, όπως υποστήριζε ο Πλάτων τον 4ο αιώνα π.Χ.;



«Οι αποστολές σε άλλους πλανήτες μάς φέρνουν πολλά πετρώματα και θα ήταν ευτύχημα εάν μπορούσαμε από το σχήμα να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα για την ιστορία τους» λέει ο Γκάμπορ Ντόμοκος

Το τρίγωνο ως δομικός λίθος

Προτού βουτήξουμε στα βαθιά νερά της γεωμετρίας, ας δούμε μερικά ακόμη στοιχεία από την κοσμολογία του Πλάτωνα. Καθένα από τα γεωμετρικά στερεά τα οποία συνθέτουν το Σύμπαν μπορεί να αναλυθεί σε δύο βασικά σχήματα: το ορθογώνιο ισοσκελές τρίγωνο, το οποίο προκύπτει εάν διπλώσουμε ένα τετράγωνο

στη διαγώνιό του, και το ορθογώνιο σκαληνό, το οποίο προκύπτει εάν χωρίσουμε ένα ισόπλευρο τρίγωνο σε δύο ίσα μέρη. Έτσι, τα δύο ορθογώνια τρίγωνα αποτελούν τους δομικούς λίθους όλου του Σύμπαντος.

Μάλιστα στο έργο του «Επινομίς» ο Πλάτων βάζει στο παιχνίδι και το μόνο κανονικό πολύεδρο που δεν είχε συμπεριλάβει στο προηγούμενο έργο του: το δωδεκάεδρο, το οποίο απέδωσε στον αιθέρα, μία σύλληψη η οποία απασχόλησε επί αιώνες την επιστημονική κοινότητα. Η κοσμολογία του Πλάτωνα λοιπόν βασίστηκε στα γεωμετρικά στερεά τα οποία «χτίζουν» το Σύμπαν κουμπώνοντας το ένα με το άλλο. Με ποιον τρόπο όμως τα αποτελέσματα της πρόσφατης έρευνας, τα οποία δημοσιεύτηκαν στην επιστημονική επιθεώρηση «Proceedings of Natural Academy of Science», αποτέλεσαν την αφορμή για να επανέλθει αυτή η σύλληψη στο προσκήνιο; «Η αρχική ιδέα είναι απλή» αναφέρει στο BHMA-Science ο Γκάμπορ Ντόμοκος, κύριος συγγραφέας της δημοσίευσης και επικεφαλής του Τμήματος Μηχανικής, Υλικών και Δομών του Πανεπιστημίου Τεχνολογίας και Οικονομικών της Βουδαπέστης. «Αν κανείς θραύσει με τυχαίο τρόπο ένα πολύεδρο σε δύο θραύσματα και μετά συνεχίσει την κατάτμηση αυτών των θραυσμάτων ξανά και ξανά θα καταλήξει σε έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών πολυεδρικών σχημάτων. Κατά μία έννοια το μέσο προκύπτουν σχήμα των θραυσμάτων θα είναι κύβος» εξηγεί ο ερευνητής. «Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με έναν κύβο. Εάν κανείς κόψει με τυχαίο τρόπο έναν κύβο σε επίπεδες επιφάνειες, προκύπτουν πολύεδρα, των οποίων ο μέσος όρος των εδρών, των κορυφών και των ακμών παραπέμπει πάλι στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κύβου».

Αναζητώντας την ιδέα στη φύση

Για να επιβεβαιώσει την υπόθεσή του, ο ερευνητής πραγματοποίησε υπολογιστικές προσομοιώσεις με τη συμβολή του ερευνητή υπολογιστικής φυσικής Γιάννος Τέρεκ. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά, αφού οι προσομοιώσεις με εκατοντάδες γεωμετρικά σχήματα επαλήθευσαν την αρχική υπόθεση. Ακολουθώντας μία συμβουλή που του είχε δώσει παλαιότερα ο εκλιπών πια διακεκριμένος ρώσος μαθηματικός Βλαντίμιρ Αρνολντ, ο ερευνητής θέλησε να εξετάσει εάν το μοτίβο αυτό παρατηρείται στη φύση. Για να διερευνήσει αυτό το ενδεχόμενο, ο ούγγρος επιστήμονας απευθύνθηκε στον γεωφυσικό Ντάγκλας Τζέρολμακ από το Πανεπιστήμιο της Πενσιλβάνια στη Φιλαδέλφεια των ΗΠΑ. «Το εύρημα αυτό είναι είτε λανθασμένο είτε εξαιρετικό!» σχολίασε ο καθηγητής στον ερευνητή όταν αυτός του παρουσίασε τα πρώιμα αποτελέσματά του.

Αποφάσισαν να ξεκινήσουν από κοινού μία σειρά πειραμάτων τα οποία

περιελάμβαναν υπολογιστικές προσομοιώσεις γεωλογικών φαινομένων, μελέτες στο πεδίο και στατιστικές αναλύσεις, μία ολοκληρωμένη δηλαδή μελέτη η οποία θα τους επέτρεπε να συνθέσουν μία συνεκτική θεωρία. Ουσιαστικά το ερώτημα στο οποίο απάντησαν είναι τι σχήματα δημιουργούνται όταν τα πετρώματα θραύονται σε πέτρες.

Είναι εντυπωσιακό ότι διαπίστωσαν πως η βασική μαθηματική υπόθεσή τους συνδέει γεωλογικές διεργασίες όχι μόνο στη Γη αλλά και στο ηλιακό σύστημα. «Αρχικά συλλέξαμε εκατοντάδες θραύσματα πετρωμάτων από το φυσικό περιβάλλον» εξηγεί ο ούγγρος ερευνητής. «Εξετάζοντας τα πετρώματα βρήκαμε ότι η συντριπτική πλειονότητα των γεωμετρικών χαρακτηριστικών τους παρέπεμπαν σε κύβο, ανεξαρτήτως τού αν είχαν προέλθει από φυσική θραύση λόγω φυσικών φαινομένων ή από εξόρυξη με τεχνητά μέσα».

Ο χάρτης των σχημάτων ανά ασκηθείσα τάση

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, οι ερευνητές θέλησαν να διερευνήσουν τον τρόπο με τον οποίο προέκυψαν αυτά τα πετρώματα. Στην επίτευξη αυτού του στόχου συνέβαλαν οι υπολογιστικές προσομοιώσεις, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν με τη συμβολή του γεωλόγου Φέρεντς Κουν. Ασκώντας πολλές διαφορετικές μορφές μηχανικής τάσης στα μοντέλα τους, οι ερευνητές κατακερμάτιζαν τα πετρώματα μελετώντας τα σχήματα που προέκυπταν. «Δημιουργήσαμε με αυτόν τον τρόπο έναν χάρτη στον οποίο αντιστοιχίσαμε τα διαφορετικά σχήματα στις διαφορετικές μορφές τάσης που ασκήθηκαν» εξηγεί ο ερευνητής, συμπληρώνοντας ότι «κάθε πέτρωμα αποτελείται από διαφορετικούς δομικούς λίθους που εξαρτώνται από τις τάσεις τις οποίες έχει ήδη δεχθεί στο πέρασμα του χρόνου. Καθώς συμβαίνει η σύνθλιψη του πετρώματος όμως, ανεξάρτητα από τον αρχικό δομικό λίθο, δημιουργούνται θραύσματα, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οποίων παραπέμπουν κατά μέσο όρο στον κύβο».

Μέρος αυτής της λογικής είναι ότι τα στοιχεία που προκύπτουν από ένα προηγούμενως συμπαγές αντικείμενο πρέπει να ταιριάζουν χωρίς κενά, όπως τα κομμάτια ενός πιάτου που έσπασε. Όπως αποδεικνύεται, το μόνο από τα λεγόμενα κανονικά πολύεδρα (πολύεδρα δηλαδή με πλευρές ίσου μήκους) που ταιριάζουν χωρίς κενά είναι κύβοι.

Εξαιρέσεις

Φυσικά, αυτό δεν συμβαίνει χωρίς εξαιρέσεις. Όπως αναφέρει ο ερευνητής, υπάρχουν κάποιες σπάνιες περιπτώσεις στις οποίες η τάση η οποία ασκείται οδηγεί στη δημιουργία θραυσμάτων που δεν έχουν χαρακτηριστικά κύβου. «Αυτό παρατηρείται σε δομές όπου ασκούνται τάσεις σχετικά σπάνιες στη φύση, όπως παραδείγματος χάριν στις βασालτικές κολόνες, οι οποίες σχηματίζονται κατά την ψύξη της λάβας». Τέτοιου είδους πετρώματα παρατηρούνται στο λεγόμενο «Μονοπάτι του Γίγαντα», το οποίο βρίσκεται στο Ηνωμένο Βασίλειο, ή στους «Βράχους του Μοεράκι» στη Νέα Ζηλανδία. Η τάση για δημιουργία θραυσμάτων με γεωμετρικά χαρακτηριστικά κύβου δεν παρατηρείται ούτε στις δισδιάστατες δομές, σε πλάκες δηλαδή των οποίων το πάχος θεωρείται αμελητέο σε σχέση με το μήκος και το πλάτος. Στις πλάκες τα θραύσματα εμφανίζουν στην πλειονότητά τους τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός τετράπλευρου.

Από τον κύβο στο γκόμποκ

Η ανακάλυψη αυτή δεν είναι μεμονωμένη. Στην πραγματικότητα έρχεται να συμπληρώσει μία προηγούμενη ερευνητική εργασία του επιστήμονα, ο οποίος το 2006 είχε αποδείξει με τη συμβολή του ερευνητή Πίτερ Βαρκόνι την ύπαρξη του γεωμετρικού στερεού γκόμποκ (Gömböc). Είναι ο ρώσος μαθηματικός Βλαντίμιρ Αρνολντ, ο οποίος είχε προτείνει πρώτος την ύπαρξη αυτού του στερεού, το οποίο είναι ομογενές και έχει μόλις δύο σημεία ισορροπίας, ένα ευσταθές και ένα ασταθές. Αυτό σημαίνει ότι το στερεό ισορροπεί με ευστάθεια σε μία θέση, αλλά υπάρχει και μία θέση στην οποία εμφανίζει ασταθή ισορροπία, την οποία χάνει με την παραμικρή δύναμη που θα του ασκηθεί. Το στερεό αυτό, όπως εξηγεί ο ούγγρος επιστήμονας, μαζί με το εύρημα ότι τα θραύσματα των πετρωμάτων έχουν κατά μέσο όρο τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός κύβου, υποδεικνύουν την αρχή της εξελικτικής διαδικασίας των πετρωμάτων και την τελική μορφή την οποία τείνουν να λάβουν.

«Ο κύκλος ζωής των πετρωμάτων εκτείνεται σε εκατομμύρια χρόνια. Η εξέλιξή τους οφείλεται στον κατακερματισμό τους, εξαιτίας του οποίου χάνουν μέρος της μάζας τους. Αυτό που βρήκαμε εμείς είναι ότι το ταξίδι αυτό ξεκινά από τον κύβο, όχι έναν ορατό κύβο αλλά έναν κύβο ο οποίος διαφαίνεται στον μέσο όρο των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των θραυσμάτων. Επειτα, υπάρχει ένας γενικός κανόνας στα Μαθηματικά, σύμφωνα με τον οποίο τα σημεία ισορροπίας των αντικειμένων κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας διαδικασίας ολοένα και μειώνονται. Το γκόμποκ έχει τα ελάχιστα σημεία ισορροπίας. Έτσι, στη φύση τα πετρώματα ξεκινούν από τον κύβο, ο οποίος έχει 26 σημεία - ευσταθούς και ασταθούς -

ισορροπίας και, χωρίς να φτάνουν ποτέ σε αυτό, τείνουν στο γκόμποκ, το οποίο έχει δύο σημεία ισορροπίας. Όλα τα πετρώματα στη φύση κινούνται ανάμεσα σε αυτές τις δύο ακραίες καταστάσεις. Με αυτόν τον τρόπο ο κύβος και το γκόμποκ οριοθετούν το πλαίσιο της εξέλιξης των πετρωμάτων».

Πολύτιμη γνώση για πρακτικές εφαρμογές

Πάντως, τα ευρήματα αυτά δεν περιορίζονται στην περιγραφή των πετρωμάτων της Γης. «Η θεωρία μας είναι καθαρά γεωμετρική, έτσι δεν έχουμε κανέναν λόγο να πιστεύουμε ότι μία τέτοια θεωρία δεν θα είναι έγκυρη και σε πλανήτες εκτός της Γης» σημειώνει ο ερευνητής. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς διαθέτοντας έναν λεπτομερή χάρτη των μοτίβων κατακερματισμού των πετρωμάτων, οι επιστήμονες μπορούν να εξάγουν διάφορα συμπεράσματα για τη γεωλογική ιστορία τους και για τις τάσεις τις οποίες έχουν δεχθεί. «Είναι πολύ σημαντικό να είμαστε σε θέση να περιγράψουμε την εξέλιξη των πετρωμάτων. Οι αποστολές σε άλλους πλανήτες μάς φέρνουν πολλά πετρώματα και θα ήταν ευτύχημα εάν μπορούσαμε από το σχήμα τους να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα για την ιστορία τους» αναφέρει ο κ. Ντόμοκος.

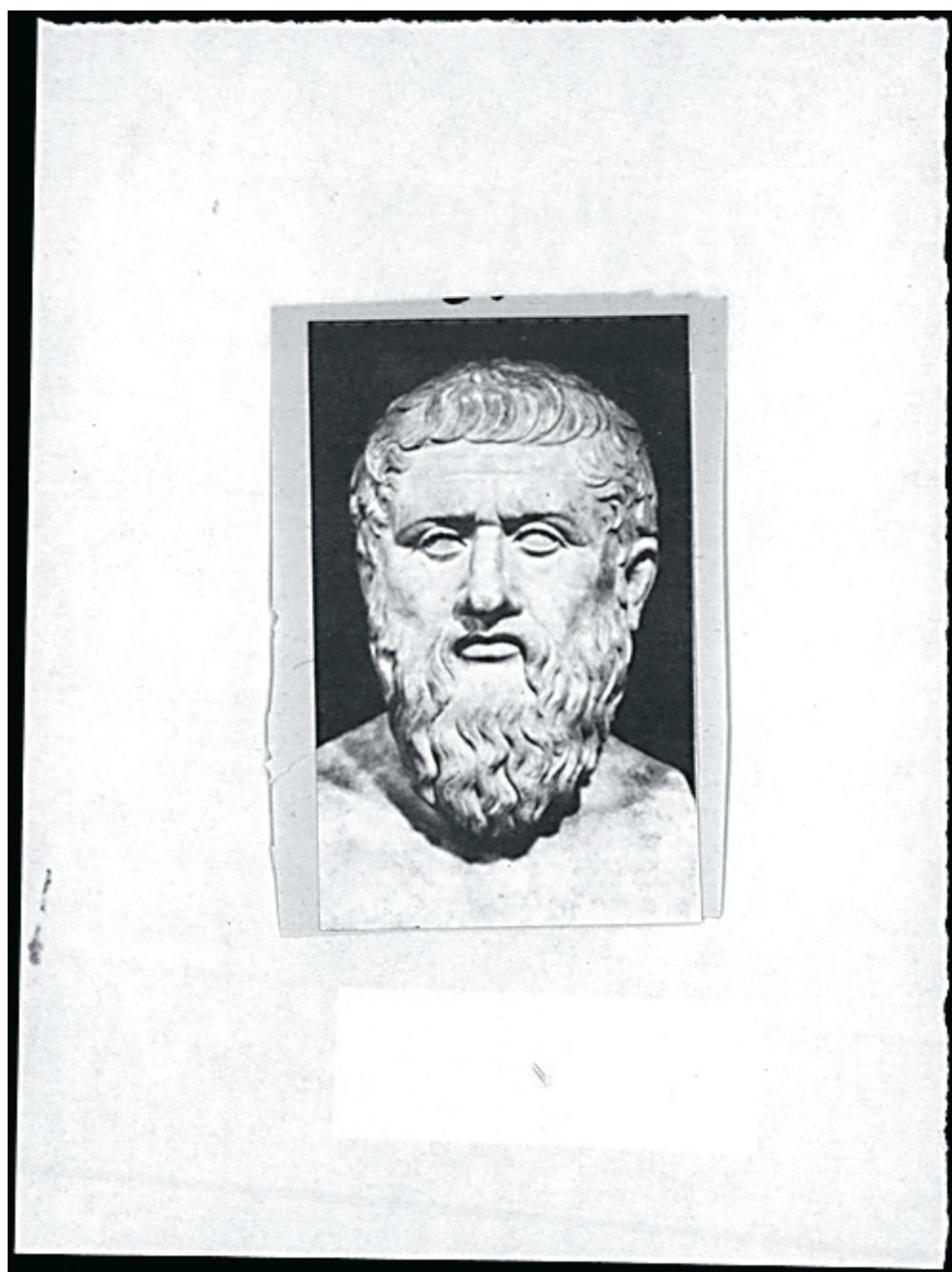
Τα αποτελέσματα των ερευνητών, όσο θεωρητικά και να φαντάζουν, μπορούν να έχουν επίσης καθημερινές εφαρμογές στην έρευνα. «Δημιουργήσαμε ένα θεωρητικό πλαίσιο το οποίο συνάγει το γεωφυσικό υπόβαθρο της διεργασίας κατακερματισμού με βάση αποκλειστικά τα γεωμετρικά σχήματα που παρατηρούνται στα πετρώματα. Επίσης, η μελέτη μας καταλήγει σε συμπεράσματα σχετικά με το εσωτερικό των πετρωμάτων βάσει των μοτίβων των επιφανειακών ρωγμών τους. Τα συμπεράσματα αυτά θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές, όπου η ροή ενός ρευστού, όπως παραδείγματος χάριν του πετρελαίου, διαδραματίζει καίριο ρόλο».

Από τον Πλάτωνα λοιπόν στη βιομηχανία, περνώντας από τα πετρώματα άλλων πλανητών εκτός της Γης, η ανακάλυψη αυτή αποτελεί μία ενδιαφέρουσα συμβολή στην επιστήμη.

«Η διαίσθηση τον οδήγησε στον κύβο»

«Μηδείς αγεωμέτρητος εισίτω» ήταν η φράση που αναγραφόταν στο υπέρθυρο της Ακαδημίας του Πλάτωνα, δηλαδή να μην εισέρχεται κανένας που δεν γνωρίζει γεωμετρία. «Οι διαισθήσεις του Πλάτωνα, υποστηριζόμενες από την ευρεία σκέψη

του για την επιστήμη, μπορεί να τον οδήγησαν σε αυτήν την ιδέα για κύβους» ανέφερε σε δηλώσεις του ο δρ Γκάμπορ Ντόμοκος.



«Περήφανος για το γκόμποκ στην Ελλάδα»

«Υπάρχουν πολλά αριθμημένα γεωμετρικά στερεά γκόμποκ. Μερικά από αυτά βρίσκονται σε μόνιμες εκθέσεις μεγάλων πανεπιστημίων, όπως αυτό του Χάρβαρντ, του Πρίνστον, του Κέμπριτζ, της Σορβόνης ή της Χαϊδελβέργης. Είμαι ιδιαίτερα περήφανος που το γκόμποκ με αριθμό 1837 εκτίθεται μόνιμα στο πιο φημισμένο πανεπιστήμιο της Ελλάδας, το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών» σημειώνει ο δρ Γκάμπορ Ντόμοκος.

Η 11ετής έρευνα που «βρήκε» το γκόμποκ

Η ιδέα του γεωμετρικού στερεού γκόμποκ είναι γέννημα-θρέμμα του διακεκριμένου ρώσου μαθηματικού Βλαντίμιρ Αρνολντ, ο οποίος είχε προτείνει ότι ένα στερεό του οποίου η μάζα είναι ομοιογενώς κατανεμημένη μπορεί να έχει δύο σημεία ισορροπίας, σε πείσμα της υπόλοιπης επιστημονικής κοινότητας η οποία πίστευε ότι ένα τέτοιο σώμα μπορεί να έχει μέχρι τέσσερα σημεία ισορροπίας. «Σε μία συζήτηση που είχαμε το 1995, ο Αρνολντ μού πέρασε το “μικρόβιο” να διερευνήσω την ύπαρξη του συγκεκριμένου γεωμετρικού στερεού» θυμάται ο Γκάμπορ Ντόμοκος. «Μου πήρε 11 χρόνια για να αποδείξω την ύπαρξη αυτού του στερεού». Δεδομένου ότι το επιστημονικό υπόβαθρο του ερευνητή είναι η αρχιτεκτονική και ως εκ τούτου δεν ήταν εξοικειωμένος με ένα πολύ υψηλό επίπεδο Μαθηματικών, το οποίο απαιτείται στο πεδίο των Θεωρητικών Μαθηματικών, ο Αρνολντ είχε πλησιάσει τον δρα Ντόμοκος μετά από μία ομιλία του λέγοντάς του «πολύ ωραία δουλειά, αλλά τώρα πρέπει να κάνεις λίγα σοβαρά Μαθηματικά!». Τον προέτρεψε έτσι να αναζητήσει το γεωμετρικό στερεό στη φύση. Πράγματι, ο επιστήμονας με επίμονη έρευνα «είδε» το γκόμποκ σε ένα πλήθος φυσικών στοιχείων, από το κέλυφος της χελώνας μέχρι τις πέτρες του Αρη. Και όπως όλες οι πολύτιμες προτροπές, έτσι κι αυτή του μεγάλου μαθηματικού τον συνόδευσε στην ακαδημαϊκή του πορεία και του έδωσε το έναυσμα να αναζητήσει τις ιδέες του Πλάτωνα στα πετρώματα. «Δυστυχώς δεν έζησε για να δει το αποτέλεσμα» λέει κλείνοντας την κουβέντα. Ενα αριθμημένο αντίγραφο του στερεού γκόμποκ διατηρείται στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ο αριθμός του είναι 1837, η χρονολογία ίδρυσης του ιστορικού πανεπιστημίου!



Το γκομπόκ 1837 που ανήκει στο Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ο Χάιζενμπεργκ και η δομή της ύλης ως έννοια

«Πιστεύω ότι η μοντέρνα Φυσική κατέληξε σαφώς υπέρ του Πλάτωνα. Στην πραγματικότητα, οι μικρότεροι δομικοί λίθοι της ύλης δεν είναι φυσικά αντικείμενα με τη συνήθη έννοια, είναι μορφές, έννοιες οι οποίες μπορούν να εκφραστούν με μη αμφιλεγόμενο τρόπο στη μαθηματική γλώσσα» έγραφε ο Βέρνερ Χάιζενμπεργκ στο έργο του «Νόμοι της Φύσης και Δομή της Υλης». Όπως σημειώνει ο καθηγητής Γκάμπορ Ντόμοκος, οι ιδέες του Πλάτωνα αποτέλεσαν τον σπόρο της ιδέας του ατόμου, του δομικού λίθου της ύλης. «Ο Πλάτων υποστήριζε ότι η Γη, η Φωτιά, ο Αέρας και το Νερό αποτελούνται το καθένα από πανομοιότυπα κανονικά πολύεδρα. Παρότι αυτή η ιδέα δεν ισχύει απόλυτα, μεγάλοι θεωρητικοί φυσικοί όπως ο Βέρνερ Χάιζενμπεργκ έδωσαν έμφαση στη θεμελιώδη αρχή της ιδέας: ότι η φύση αποτελείται από πανομοιότυπα, συμμετρικά στοιχεία. Σήμερα,

αυτά τα στοιχεία αποκαλούνται άτομα» σημειώνει ο ερευνητής, καταλήγοντας ότι «η έρευνά μας έδειξε ότι η ιδέα του Πλάτωνα είναι ακριβής όσον αφορά τη διαδικασία του κατακερματισμού των πετρωμάτων».

Πηγή: tovima.gr