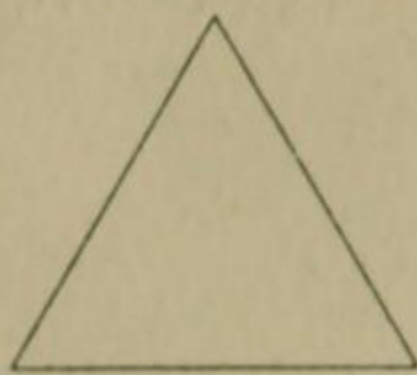


ΜΑΡΙΝΟΣ ΣΠΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ

ΒΙΟΛΟΓΟΣ

**Γεωμετρία της Ζωντανής
και μη Ζωντανής Ύλης**

**Μαθηματικές Πληροφορίες
του Γενετικού Κώδικα**



ΚΟΝΙΤΣΑ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

ΜΑΡΙΝΟΣ ΣΠΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ
ΒΙΟΛΟΓΟΣ



| | |
|--------------------------------|-----------|
| ΔΗΜΟΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΚΟΝΙΤΣΑΣ | |
| ΑΡ. ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ | 55841 |
| ΗΜΕΡ. ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ | 31/9/2014 |
| ΤΑΞΙΝ. ΑΡΙΘΜ. | 51002 ΣΠΗ |

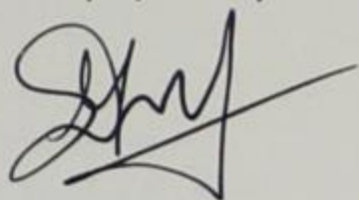
κωδ. εγχ. 8972

1. Γεωμετρία της Ζωντανής και μη Ζωντανής Ύλης
2. Μαθηματικές Πληροφορίες του Γενετικού Κώδικα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

ΚΟΝΙΤΣΑ

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα.



Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

© Μαρίνος Σπηλιόπουλος
Κόνιτσα

“Καμιά νέα επιστημονική θεωρία δέν θριάμβευσε επειδή κατάφερε να πείσει τους αντιπάλους της κόνοντάς τους να δουν το φως της αλήθειας, αλλά μάλλον γιατί αυτοί που ήταν εναντίον της κάποια στιγμή πέθαναν, και μια νέα γενιά, περισσότερο εξοικειωμένη μαζί της, μεγάλωσε και πήρε τα ηνία”.

Μαξ Πλανκ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

Αφιερώνεται στη σύζυγό μου Αντωνία
και στα παιδιά μου Χρήστο, Μαρία και Γεωργία.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο περιλαμβάνει δύο εργασίες. Η πρώτη με τίτλο “Γεωμετρία της ζωντανής και μη ζωντανής ύλης”, είναι μια εργασία με βιολογική, επιστημονική και φιλοσοφική διάσταση. Μελετά απλές αλλά αρχέγονες δομικές μορφές του υλικού χώρου και προσπαθεί να εξάγει συμπεράσματα που αγγίζουν τα μεγάλα ζητήματα της ζωής και της μη ζωής. Είναι γνωστό το μεγάλο επιστημονικό και φιλοσοφικό ερώτημα, που απασχόλησε και απασχολεί τον άνθρωπο, αν η άβια ύλη μπορεί από μόνη της (ή έστω μπόρεσε κάποτε) να μετατραπεί σε ύλη με ζωή. Δηλαδή, αν μόνο οι νόμοι και οι ιδιότητες της ύλης, σε συνάρτηση με το χρόνο, αρκούν γι’ αυτό το μεγάλο άλμα. Επίσης γνωστή είναι η θεωρία της αυτόματης γένεσης του Αριστοτέλη και άλλων αρχαίων φιλοσόφων, ότι η άβια ύλη μπορεί από μόνη της να οργανωθεί σε ζωντανή, που έγινε αποδεκτή και επηρέασε μεγάλο αριθμό επιστημόνων μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα. Παρ’ ότι καταρρίφθηκε κατ’ αρχάς από τους Ρέντι και Σπαλλαντσάνι (17ο και 18ο αιώνα αντίστοιχα) και ολοκληρωτικά από τον Παστέρ (19ο αιώνα) δεν δίνει οριστική απάντηση στο ζήτημα της αρχικής προέλευσης της ζωής. Γιατί ναι μεν καταλήξαμε στην αρχή, ότι η ζωή προέρχεται μόνο από ζωή (αφού δημιουργήθηκε όμως η ζωή και μετά), αλλά για τις πρώτες μορφές ζωής ή καλύτερα το πρωτοκύτταρο, το πως προέκυψε με καθαρά αβιοτικές διαδικασίες, μόνο υποθέσεις κάνουμε που δεν μπορούν να επαληθευτούν πειραματικά.

Βέβαια τα πειράματα του Μίλερ 1953 και των μετέπειτα, έδειξαν ότι μπορούν να παραχθούν στο εργαστήριο με αβιογένεση διάφορα βιομόρια, που φανερώνουν τι θα μπορούσε να συμβεί, αν οι συνθήκες τότε ήταν σαν αυτές που χρησιμοποίησαν οι ερευνητές. Όμως και μ’ αυτά τα πειράματα δεν ξεκαθαρίζουν και πολύ τα πράγματα, ενώ αναπτύσσονται διάφορες αναπόδεικτες υποθέσεις και διαδικασίες. Ότι από ένα μη βιολογικό σύστημα (συσωμάτωμα βιομορίων), κάτω από τη δράση της φυσικής επιλογής και μέσα από “δοκιμές” και εξελικτικές διαδικασίες, μεταπηδάμε σε κάτι ζωντανό με ιδιότητες την αυτοοργάνωση, την αυτοαναπαραγωγή και την αυτορύθμιση της συμπεριφοράς του ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Γενικόλογες απόψεις με βάση αυτά που γνωρίζουμε για τη ζωή και τους ζω-

ντανούς οργανισμούς. Εξάλλου η άβια ύλη πριν δισεκατομμύρια χρόνια είχε τη δυνατότητα να το κάνει ενώ τώρα όχι; Επίσης ένα νεκρό σώμα έχει οργανικά βιομόρια, αλλά δεν μπορεί να ξανααποκτήσει ζωή ή έστω να δώσει αβιογενώς άλλες μορφές ζωής. Η αποδόμησή τους δεν είναι ισχυρή απόδειξη για το ότι δεν συμβαίνει, γιατί η πιθανότητα της επαναδόμησής τους θα υπήρχε και επομένως θα ίσχυε (έστω και ορισμένες φορές) η θεωρία της αυτόματης γένεσης, η οποία όμως έχει αποδεδειγμένα καταρριφθεί. Το ερώτημα επομένως παραμένει. Η ζωντανή ύλη έγινε με αποκλειστικά αβιοτικές διεργασίες που δεν γνωρίζουμε ακόμα όλες τις λεπτομέρειές τους, ή και κάποια υπέρτατη Ζωή συνήργησε γι' αυτό;

Η Βιολογία και οι επιμέρους κλάδοι της (Βιοχημεία, Μοριακή Βιολογία κ.λ.π.) αδυνατούν μέχρι τώρα να δώσουν μια αξιόπιστη απάντηση, ενώ είναι πιθανόν να μην έχουν από τη φύση τους τη δυνατότητα να τη δώσουν. Αντίθετα θεωρώ ότι η Γεωμετρία, η επιστήμη των μορφών του χώρου, είναι η μόνη που μπορεί να προσεγγίσει ή και να λύσει το πρόβλημα.

Γιατί η ύλη, είτε στην άβια είτε στη ζωντανή ύπαρξή της, δεν μπορεί να ξεκοπεί από το χώρο και το χρόνο. Ο χώρος έχει άμεση σχέση με τη Γεωμετρία και επομένως στις απώτερες δομικές μορφές του χώρου της ύλης, τα φαινόμενα της ζωής ή της απουσίας ζωής, εκφράζονται με συγκεκριμένες γεωμετρικές μορφές.

Η δεύτερη εργασία με τίτλο "Μαθηματικές πληροφορίες του γενετικού κώδικα" είναι περισσότερο αμιγώς βιολογική εργασία (με την κλασική έννοια του όρου) χωρίς να παύει όμως να θέτει ερωτήματα και προβληματισμούς. Ασχολείται με μια βιομαθηματική προσέγγιση του γενετικού κώδικα.

Ο χρόνος θα είναι ο καλύτερος κριτής, για την τύχη και των δυο εργασιών.

Κόνιτσα Νοέμβριος 2002

Μαρίνος Σπηλιόπουλος



ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΗΣ ΖΩΝΤΑΝΗΣ ΚΑΙ ΜΗ ΖΩΝΤΑΝΗΣ ΥΛΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όλα θα ήταν καλύτερα αν οι φιλόσοφοι ήξεραν βιολογία και αν οι βιολόγοι δεν περιφρονούσαν τη φιλοσοφία, είχε γράψει κάποτε ο Γάλλος βιολόγος και ακαδημαϊκός Πιερ Γρασσέ (Pierre-Grasset).

Η ζωή σίγουρα είναι το πιο δύσκολο, το πιο πολύπλοκο και το πιο σημαντικό φαινόμενο που υπάρχει σ' όλους τους κόσμους, γι' αυτό χρειάζεται να τη προσεγγίζουμε από πολλές πλευρές. Δεν είναι τυχαίο, επιφανείς επιστήμονες και νομπελίστες από διάφορους μη βιολογικούς επιστημονικούς κλάδους, να καταπιάνονται με βιολογικά θέματα σε κάποια φάση ολοκλήρωσης της επιστημονικής τους καριέρας.

Η Βιολογία, η επιστήμη της ζωντανής ύλης, έχει κάνει καταπληκτικές προόδους τα τελευταία χρόνια ενώ προβλέπεται στα επόμενα ν' αλλάξει τελείως τον τρόπο σκέψης μας για πολλά ζητήματα της ζωής, τον τρόπο αντιμετώπισης των διαφόρων ασθενειών κ.λπ. Και το πιο σημαντικό, είναι ότι μας δίνει σήμερα τη δυνατότητα (σ' επίπεδο γενετικού υλικού) όχι μόνο να μελετάμε τη ζωή, αλλά να επεμβαίνουμε με διάφορους τρόπους στη διαμόρφωση και αναμόρφωσή της. Δίκα ο 21ος αιώνας θεωρείται ότι θα είναι ο αιώνας της βιολογίας και βιοτεχνολογίας. Όλα αυτά βέβαια κρύβουν τρομακτικούς κινδύνους από τυχόν κακή εφαρμογή, αποτελούν όμως ταυτόχρονα και ένα στοίχημα για τον άνθρωπο για το αν θα πρυτανεύσει σ' αυτόν η φρόνηση και η ανθρωπιά.

Η εργασία αυτή πέρα από τη πρωτοτυπία της, έχει έντονο επιστημονικό και φιλοσοφικό ενδιαφέρον και προσπαθεί να αναταράξει τα "λιμνάζοντα ύδατα" γύρω από την αντίληψη που έχουμε οι βιολόγοι (και όχι μόνο) για τη ζωή και τη προέλευση της ζωής. Γνωρίζουμε ότι το πρώτο επίπεδο μελέτης της ζωντανής ύλης είναι το μοριακό. Και όχι άδικα. Τα άτομα των χημικών στοιχείων ενώνονται σε μόρια (βιομόρια), αυτά αντιδρούν μεταξύ τους δημιουργώντας άλλα μόρια κ.λπ. μέχρι να οδηγηθούμε στο επίπεδο του κυττάρου, του οργανισμού, του πληθυσμού, της βιοκοινότητας, του οικοσυστήματος. Δεν έχουμε κάτι χειροπιαστό πιο κάτω από τα άτομα (και τα σωματίδια που απαρτίζουν αυτά), τα μόρια

που δημιουργούνται από τα άτομα και την ενέργεια που απορρέει απ' αυτά, που να μπορούμε να παρατηρήσουμε και να μελετήσουμε το φαινόμενο της ζωής.

Πιστεύω όμως αργά ή γρήγορα (και αυτό πραγματεύεται η εργασία αυτή), ότι η μελέτη της ζωής θα κατέβει από το επίπεδο των ατόμων και των μορίων και στο επίπεδο των γεωμετρικών δομών του υλικού χώρου. Όσο θα προοδεύει η κβαντομηχανική και η Φυσική του μικρόκοσμου τόσο καλύτερη αντίληψη θα έχουμε για τον υλικό χώρο και τη γεωμετρία του και αναπόφευκτα το φαινόμενο της ζωής θ' αναχθεί και εκεί. Τουλάχιστον για προβληματισμό πάνω σ' αυτό. Το πρόβλημα θα το συναντήσουμε μπροστά μας είτε το θέλουμε είτε όχι. Επιστημονικός λόγος που να εμποδίζει κάτι τέτοιο δεν υπάρχει. Εκτός αν θέλουμε να παραβλέψουμε κάποια πράγματα. Η γνώση της επιστήμης για το χώρο (ήδη δεν νοείται ύλη χωρίς χώρο και το αντίθετο) και τη γεωμετρία που τον περιγράφει καλύτερα, παρά την εξέλιξη της κβαντομηχανικής και της θεωρίας της σχετικότητας βρίσκεται σε νηπιακή ακόμα κατάσταση. Εξ' άλλου στο μικρόκοσμο οι δύο αυτές επιστημονικές θεωρίες δεν έχουν κατορθώσει ακόμα να τα βρουν. Εν πάσει περιπτώσει για τη προσέγγιση του υλικού χώρου πέρα από την Ευκλείδεια γεωμετρία, χρησιμοποιούνται και μη Ευκλείδεια γεωμετρίες, πολυδιάστατες γεωμετρίες (θεωρία χορδών), γεωμετρία των Fractals στη θεωρία του χάους κ.λ.π.

Ας θυμηθούμε ότι ο Αϊστάιν έκανε λόγο για ένα σύμπαν τεσσάρων διαστάσεων στο οποίο η βαρύτητα εξηγείται ως μια στρέβλωση του χωροχρόνου. Συνέδεσε τη καμπύλωση του χωροχρόνου που είναι γεωμετρική έννοια, με τη βαρύτητα που είναι θεμελιώδης δύναμη της φύσης και πέτυχε το μεγαλοφυές, να γεωμετριοποιήσει τη φυσική. Η ζωή άραγε, δημιουργεί ανάλογες "στρεβλώσεις" ή τοπολογικές μετατροπές στη γεωμετρία του χωροχρόνου, καθώς γίνεται η μετάβαση από την άβια κατάσταση της ύλης στην έμβια; Μπορεί να έχουμε μια βιογεωμετρική προσέγγιση της ζωής; Τουλάχιστον από περιέργεια και προβληματισμό όπως είπαμε πιο πάνω.

Κάθε βιολόγος όταν διατυπώνει κάτι καινούριο ή έχει την αίσθηση ότι προβάλλει μια πρωτότυπη άποψη, αισθάνεται το φόβο ότι θ' αντιμετωπιστεί σ' αυτή τη ζωή περίπου ανάλογα όπως ο Μέντελ. Η ιστορία της επιστήμης αποδεικνύει, ότι κάθε νέα άποψη σ' έναν επιστημονικό κλάδο συνήθως αντιμετωπίζεται με βίαιη αντίδραση, είτε λόγω παρωχημένων αντιλήψεων είτε λόγω διαφόρων συμφερόντων, ιδεολογικών ή μη.

Ζούμε σε μια εποχή, συνέχεια της επιστημονικής επανάστασης που άρχισε στα μέσα του 16ου αιώνα, όπου το βάρος για το γιατί και το πως της γνώσης επικεντρώνεται πρωτίστως στο πως (αναζήτηση των νόμων στους οποίους υπακούουν τα φαινόμενα) και λιγότερο ή καθόλου στο γιατί. Οι πρώτες αιτίες των φαινομένων συχνά παραμερίζονται, η ποιοτική μελέτη της φύσης σταδιακά μετατρέπε-

ται σε ποσοτική. Στην νέα επιστημονική μεθοδολογία όλο και λιγότερο χρησιμοποιούνται αξιολογικές έννοιες, όπως η τελειότητα, η αρμονία, το νόημα και ο σκοπός. Και όμως όλα αυτά είναι αλληλένδετα μεταξύ τους, το πως και το βαθύτερο γιατί, είναι δύο όψεις του αυτού νομίσματος.

Ο Monod (Μονό), Γάλλος βιολόγος που πήρε βραβείο Νόμπελ για διάφορες εργασίες του όπως η γονιδιακή ρύθμιση κ.λ.π. έλεγε χαρακτηριστικά: “Κάθε ανάμειξη γνώσεως και αξιών είναι παράνομη, απαγορευμένη”. Και το εννοούσε όχι τόσο στην πρακτική εφαρμογή της επιστήμης, όσο στο ουσιαστικό περιεχόμενό της. Ο Monod στο κλασικό έργο του “Τύχη και αναγκαιότητα” έχει θεοποιήσει την τύχη. Επίσης η ειρωνεία του πράγματος στη πιο πάνω αφοριστική απαγόρευσή του, βασίζεται στη πεποίθηση ότι η γνώση είναι υπέρτατη αξία. Αλλά ποιος μας δίνει το δικαίωμα για ένα τέτοιο ισχυρισμό; Δεν είναι μια αυθαίρετη και αθεμελιωτή βάση να βάλουμε το μυαλό μας σαν αναμφισβήτηση υπέρτατη αξία, σαν απόλυτη και ανεξέλεκτη αρχή;

Γι’ αυτό, δυστυχώς καταλήξαμε να θεωρούμε σαν βαθύτερο σκοπό της εξέλιξης του ανθρώπου, την προσαρμογή και επιβίωση στην καλύτερη υλικοοικονομική κατάσταση. Να θέλουμε να κλωνοποιήσουμε τον άνθρωπο ή ποιος ξέρει και τι άλλο θα σκεφτούμε.

Εν πάσει περιπτώσει συνεχίζουμε αλλάζοντας θέμα. Τα μαθηματικά βοηθούν να προσεγγίσουμε καλύτερα τα φαινόμενα στις διάφορες επιστημονικές διαδικασίες. Αν και τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο τα μαθηματικά εισέρχονται στη βιολογία, παραμένει ακόμα ως προς αυτό πολύ πίσω, σε σχέση με τις άλλες θετικές επιστήμες. Ίσως γιατί τα βιολογικά φαινόμενα είναι πολύ πιο πολύπλοκα. Τα μαθηματικά έχουν τη δύναμη να πλουτίσουν ποιοτικά και ποσοτικά τη φυσικοχημική προσέγγιση της ζωντανής ύλης σε κάθε επίπεδο λειτουργίας, πληροφωρίας, ανάπτυξης και εξέλιξης των μορφών της κ.λ.π.

Η γλώσσα των αριθμών και των σχημάτων είναι μια παγκόσμια γλώσσα χρήσιμη για κάθε επιστήμη. Ειδικά η γλώσσα των σχημάτων (γεωμετρία) βοηθάει οπτικά και πνευματικά στη καλύτερη κατανόηση φαινομένων. Ακόμα και οι πιο απλές γραφικές παραστάσεις συντεταγμένων, γεωμετρικοποιούν ένα φαινόμενο. Αναφέραμε τον Αϊστάιν που γεωμετρικοποίησε τη φυσική (βαρύτητα κ.λ.π.). Επίσης χαρακτηριστική είναι η γεωμετρική διατύπωση της ηλιοκεντρικής υπόθεσης από τον Κοπέρνικο. Παρ’ ότι η ιδέα είχε πρωτοαναφερθεί από τον αρχαίο Έλληνα αστρονόμο Αρίσταρχο το Σάμιο, ο Κοπέρνικος με γεωμετρικές μεθόδους κατόρθωσε να υπολογίσει τις τροχιές και τις θέσεις των ουράνιων σωμάτων, κάτι που δεν είχε επιχειρηθεί από κανέναν άλλο στοχαστή πριν απ’ αυτόν. Και η μεγάλη σημασία του έργου του συνίσταται, ότι οδήγησε σε μια αλληλουχία γεγονότων με τελικό αποτέλεσμα να πειστούν οι άνθρωποι για την αλήθεια μιας κατάστασης

(ότι η γη κινείται), η οποία έρχεται σε αντίθεση με όλες τις εμπειρίες και τις αισθήσεις τους.

Τι ανάλογο μπορεί να γίνει στη βιολογία; Ας πάρουμε όμως τα πράγματα με τη σειρά.

Το τρίγωνο στο χώρο της ζωντανής ύλης

Είναι γνωστό, ότι την ύλη με βάση το γεγονός της ζωής, μπορούμε να την διακρίνουμε σε μη ζωντανή (άβια) και σε ζωντανή. Στη πρώτη δεν εμφανίζεται το φαινόμενο της ζωής, ενώ στη δεύτερη εμφανίζεται.

Τι είναι όμως ύλη και τι είναι ζωή; Όσο εύκολο είναι να αναγνωρίσουμε την ύλη και τη ζωή, άλλο τόσο δύσκολο είναι να ορίσουμε τις έννοιες αυτές. Συνήθως αυτό που κάνουμε είναι να καταγράφουμε τη μορφή, τις λειτουργίες, τους νόμους και τις ιδιότητες, τόσο της ύλης γενικότερα όσο και της ζωντανής ύλης ειδικότερα. Έτσι έχουν δημιουργηθεί οι διάφορες θετικές επιστήμες όπως η Φυσική, η Χημεία, η Βιολογία, οι οποίες δρουν αφ' ενός αυτόνομα αφ' ετέρου συνδέονται μεταξύ τους με τους κλάδους Βιοφυσική, Βιοχημεία κ.λ.π.

Η ύλη ανεξάρτητα από το πως διαμορφώνεται μακροσκοπικά ή μικροσκοπικά σε άτομα, μόρια, ιόντα ή σε υποατομικά σωματίδια (πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια κ.λ.π) ή ακόμα σε μικρότερες δομές (κουάρκ), συνδέεται αναπόσπαστα με το χώρο και το χρόνο. Τουλάχιστον ο χώρος σχετίζεται άμεσα με τη μορφή και η μορφή με τη γεωμετρία. Ο Αριστοτέλης έλεγε ότι η ύλη και η μορφή είναι εκείνο από το οποίο αποτελούνται τα πράγματα. Η ύλη είναι "η τελική ουσία" κάθε πράγματος, ενώ η μορφή αποτελεί την "ουσία" του όντος. Η σύγχρονη Φυσική (θεωρία της σχετικότητας, κβαντομηχανική κ.λ.π) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι φυσικοί νόμοι, η Γεωμετρία που περιγράφει ακριβέστερα το χώρο και η διανομή της ύλης δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι (Πυθαγόρας, Πλάτωνας, Αριστοτέλης) πίστευαν ότι ο υλικός χώρος ανάγεται τελικά σε απλά γεωμετρικά σχήματα, ο μιν διάστατος σε κανονικά πολύγωνα (τετράγωνο, ισόπλευρο τρίγωνο) ο δε τρισδιάστατος σε κανονικά πολύεδρα, τετράεδρο (πυρ), κύβος (γη), οκτάεδρο (αέρας), εικοσάεδρο (νερό).

Κάθε χώρος, επομένως και ο υλικός χώρος στη βαθύτερη γεωμετρική δομή του, είτε Ευκλείδιος είναι αυτός είτε όχι, μπορεί να χωριστεί τελικά σε απειροελάχιστα στοιχειώδη ευθύγραμμα επίπεδα σχήματα.

Στο επιστημονικό περιοδικό Focus (Σεπτέμβριος 2000) ο Δημ. Νανόπουλος, διεθνούς φήμης Έλληνας Φυσικός που εργάζεται στην Αμερική, σε ερώτηση, τι

σημαίνει η πρόσφατη ανακάλυψη μετά από το πείραμα Boomerang στην Ανταρκτική ότι ζούμε σ' ένα "επίπεδο" σύμπαν, απάντησε: Η λέξη "ευκλείδιο" είναι ίσως ένας καλύτερος όρος για να περιγράψει το σύμπαν από τη λέξη "επίπεδο", που για πολλούς ανθρώπους σημαίνει ένα σύμπαν με δύο διαστάσεις. Το σύμπαν είναι χωρικά τρισδιάστατο. Η μεγάλη πειραματική ανακάλυψη είναι ότι σε αντιστολή με άλλες γεωμετρίες μη ευκλείδιες, όπως καμπύλες ή μη επίπεδες γεωμετρίες, αποδείχθηκε ότι στο σύμπαν που ζούμε, το οποίο θα μπορούσε -θεωρητικά- να έχει καμπύλες διαστάσεις, ισχύει ένα γενικευμένο πυθαγόρειο θεώρημα. Και γιατί η ανακάλυψη είναι τόσο σημαντική; Γιατί από τη θεωρία της γενικής σχετικότητας του Αϊνστάιν, δεν προκύπτουν μόνο επίπεδα σύμπαντα αλλά και καμπυλόγραμμα. Γι' αυτό η ανακάλυψη αυτή είναι τόσο σπουδαία. Γνωρίζουμε ότι χωρικά, ζούμε σ' ένα ομογενές και ισότροπο σύμπαν. Τροφοδοτώντας με τα δεδομένα αυτά τις εξισώσεις του Αϊνστάιν, έχουμε τρεις διαφορετικές λύσεις: ένα "επίπεδο" ή ευκλείδιο σύμπαν, ένα "σφαιρικό" ή κλειστό σύμπαν και ένα "ανοιχτό" ή σαμαροειδές σύμπαν.

Και συνεχίζει ο διακεκριμένος καθηγητής για τις διαφορές στη διαστολή του σύμπαντος, στην ενέργεια κ.λ.π. στις τρεις περιπτώσεις. Στο "επίπεδο" ή ευκλείδιο σύμπαν που αποδείχτηκε πρόσφατα ότι ισχύει τελικά, η διαστολή του σύμπαντος πραγματοποιείται με την ελάχιστη δυνατή ταχύτητα, η συνολική του ενέργεια είναι μηδέν (εξηγεί τι σημαίνει αυτό) κ.λ.π.

Συνεχίζουμε την εργασία. Το πιο απλό ευθύγραμμο επίπεδο σχήμα είναι το τρίγωνο, που ανεξαρτήτως μεγέθους σχηματίζεται από την ένωση με ευθύγραμμα τμήματα τριών σημείων του χώρου, που δεν βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Επομένως σ' αυτό το σχήμα θα εστιάσουμε το ενδιαφέρον μας. Ή για να είμαστε πιο ακριβείς στο ορθογώνιο τρίγωνο, γιατί κάθε τρίγωνο οποιασδήποτε μορφής φέρνοντας ένα ύψος του, χωρίζεται πάντα σε ορθογώνια τρίγωνα. Υπάρχουν όμως άπειρες περιπτώσεις ορθογωνίων τριγώνων με βάση την τιμή των οξείων γωνιών τους.

Γι' αυτό έχει γίνει ένα είδος "γεωμετρικής επιλογής", που θυμίζει το ανάλογο της φυσικής επιλογής που λέμε στην εξελικτική βιολογία. Συγκεκριμένα θα προσπαθήσουμε να δείξουμε γιατί από τις άπειρες τριγωνικές μορφές, η ισόπλευρη μορφή (ισόπλευρο τρίγωνο) που προκύπτει ή αποτελείται από σκαληνά ορθογώνια τρίγωνα με οξείες γωνίες 60° και 30° , έχει τα περισσότερα "πλεονεκτήματα" και έτσι έχει "επιλεγεί" να είναι στην απώτερη έννοια του υλικού χώρου, πρωταρχική και στοιχειώδης δομική μορφή.

Και μάλιστα για τον υλικό χώρο που μετέχει στο φαινόμενο της ζωής (ζωντανή ύλη). Ενώ αντίστοιχα στην άβια ύλη, κυριαρχεί ως "επιλογή" όπως θα δούμε η μορφή του άλλου κανονικού πολυγώνου, του τετραγώνου, που προκύπτει ή απο-

τελείται από ισοσκελή ορθογώνια τρίγωνα (με οξείες γωνίες 45°).

Αλλά ας ξαναπάρουμε τα πράγματα με τη σειρά. Είναι γνωστό ότι το ισόπλευρο τρίγωνο και το τετράγωνο, είναι οι πιο απλές και οι πιο συμμετρικές επίπεδες μορφές. Πολλοί φυσικοί νόμοι στο μικρόκοσμο συνδέονται με συνθήκες συμμετρίας. Να θυμηθούμε κάποιες σκέψεις μεγάλων επιστημόνων: “Η φύση αγαπά την απλότητα και την ενότητα” έλεγε ο Κέπλερ. Ο Αϊστáιν έλεγε, ότι στη φύση πραγματοποιείται το ιδεώδες της μαθηματικής απλότητας.

Ο Φέυνμαν (Νόμπελ 1965) συνδύασε τις ιδέες της απλότητας και της συμμετρίας με την ιδέα της ομορφιάς. Η φύση, είπε, είναι απλή και γι’ αυτό είναι πολύ όμορφη.

Με βάση τα Μαθηματικά και τη Φυσική ας εξετάσουμε τώρα μερικά “πλεονεκτήματα” του ισοπλεύρου τριγώνου που το καθιστούν, αποτέλεσμα φυσικής επιλογής”, σε σχέση με τις άλλες τριγωνικές μορφές, δομική και λειτουργική μορφή τριγώνου στη γεωμετρία του χώρου της ζωντανής ύλης. “Από όλα τα τρίγωνα που έχουν δοθείσα περίμετρο, το μέγιστο εμβαδό έχει το ισόπλευρο”. Ένα πλεονέκτημα “ζωτικού” χώρου θα μπορούσαμε να πούμε.

“Από κάθε ισόπλευρο τρίγωνο $AB\Gamma$ και ένα τυχόν σημείο O του επιπέδου του, μπορούν να δημιουργηθούν οι πλευρές όλων των τριγώνων, αν ενώσουμε το σημείο O με τις κορυφές του ισοπλεύρου τριγώνου. Γιατί τα τμήματα OA , OB , OG είναι πάντοτε πλευρές τριγώνου”.

Εδώ το ισόπλευρο τρίγωνο, χρησιμοποιώντας βιολογική ορολογία, μπορεί ν’ αποτελέσει “μήτρα γέννησης” όλων των άλλων τριγωνικών μορφών.

Επίσης: “Δίνεται ένα τυχόν τρίγωνο $AB\Gamma$. Φέρουμε τις διχοτόμους των εξωτερικών γωνιών του, οπότε σχηματίζεται νέο τρίγωνο $A_1B_1\Gamma_1$ κ.ο.κ. επ’ άπειρο. Αποδεικνύεται ότι το οριακό τρίγωνο $A_\nu B_\nu \Gamma_\nu$ ($\nu \rightarrow \infty$) είναι ισόπλευρο”.

Η κάτι ανάλογο: “Εάν συνδέσουμε με ευθείες τα σημεία επαφής του εγγεγραμμένου κύκλου σε ένα τρίγωνο, σχηματίζουμε ένα νέο τρίγωνο. Εάν συνδέσουμε πάλι τα σημεία επαφής του εγγεγραμμένου κύκλου στο νέο τρίγωνο, σχηματίζεται ένα δεύτερο νέο τρίγωνο. Αποδεικνύεται ότι αν εξακολουθήσουμε επ’ άπειρον τη διαδικασία αυτή, το τελευταίο τρίγωνο που βρίσκεται στα όρια του μηδενός, θα είναι ισόπλευρο”.

Σχολιάζοντας τα πιο πάνω, φαίνεται ότι οι τριγωνικές μορφές στο απείρως μεγάλο και στο απείρως μικρό, μέσα από μια εξέλιξη και αναζήτηση της ιδανικότερης μορφής, καταλήγουν στην ισόπλευρη. Συνεχίζοντας το σχόλιο, θα λέγαμε ότι σε οποιαδήποτε έκφασή της η ζωή έχει όρια, που προκύπτουν σαν ορισμένα ολοκληρώματα των συναρτήσεων που την περιγράφουν καλύτερα από το μηδέν ως το άπειρο. Αυτό ισχύει και για το τρίγωνο στις στοιχειώδεις γεωμετρικές δομές του υλικού χώρου της.

Όλα τα πιο πάνω προβλήματα είναι γνωστά στη μαθηματική επιστήμη και δεν έχουν νόημα ν' αποδειχθούν στην εργασία αυτή, που θα κινδύνευε έτσι να πλατιάσει με τις μαθηματικές αποδείξεις.

Η Φυσική επίσης, μας παρουσιάζει άλλα σημαντικά “πλεονεκτήματα” της ισόπλευρης τριγωνικής μορφής. Γνωρίζουμε ότι το έργο που παράγει ένας εξωτερικός παράγοντας για να μεταφέρει τρία υλικά σημεία μάζας m το καθένα (που αρχικά βρίσκονταν σε άπειρη απόσταση μεταξύ τους) στις κορυφές ενός τριγώνου με πλευρές α, β, γ είναι:

$$- Gm^2 \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} + \frac{1}{\gamma} \right)$$

όπου G η σταθερά παγκόσμιας έλξης. Αυτή είναι και η δυναμική ενέργεια του συστήματος. Το αρνητικό πρόσημο οφείλεται, στο ότι το έργο δαπανάται για να υπερνικηθεί η δύναμη παγκόσμιας έλξης. Αντίθετα, η πιο πάνω σχέση με θετικό τώρα πρόσημο, εκφράζει την ενέργεια σύνδεσης του συστήματος. Είναι η ενέργεια που συγκρατεί τα σωμάτια μεταξύ τους στο σχηματισμό του σχήματος και που φυσικά πρέπει να δώσουμε στο σύστημα, αν θέλουμε να το χωρίσουμε σε τρεις απομονωμένες μάζες.

Αποδεικνύεται, ότι η δυναμική ενέργεια που απαιτείται για να κατασκευαστεί με την παραπάνω διαδικασία ένα ισόπλευρο τρίγωνο συγκεκριμένου εμβαδού, είναι μικρότερη από οποιουδήποτε άλλου τριγώνου ίσου εμβαδού. Αντίστοιχα στην ισόπλευρη μορφή η ενέργεια σύνδεσης είναι μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει πιο απλά, ότι το ισόπλευρο τρίγωνο “κατασκευάζεται” πιο εύκολα και “καταστρέφεται” πιο δύσκολα από οποιαδήποτε άλλη τριγωνική μορφή. Δύο πλεονεκτήματα σε ένα. Σε περίπτωση που οι τριγωνικές μορφές έχουν την ίδια ενέργεια και διαφορετική επιφάνεια, το μικρότερο εμβαδόν το έχει η ισόπλευρη. Έτσι εξασφαλίζεται πάντα η μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας. Το ίδιο ισχύει και για τη περίμετρο. Για την ίδια ενέργεια, μόνο στο ισόπλευρο τρίγωνο “ελαχιστοποιείται ο δρόμος” μεταξύ τριών υλικών σημείων που δε βρίσκονται στην ίδια ευθεία.

Οι αποδείξεις όλων των ανωτέρω είναι σχετικά εύκολες, ενώ μπορεί να γίνει χρήση και της ανισότητας Cauchy-Schwartz.

Από διάφορους ειδικούς θα μπορούσαν να προταθούν και πολλές άλλες χαρακτηριστικές ιδιότητες του ισοπλεύρου τριγώνου.

Η μορφή αυτή έχει ανεξάντλητες δυνατότητες. Θ' αναφερθούν μερικές ακόμα γιατί αξίζει τον κόπο: Κάθε σημείο ενός ισοπλεύρου τριγώνου απέχει συνολικά το ίδιο από τις τρεις πλευρές του, καθιστώντας έτσι όλα τα σημεία του ισοενεργειακά μεταξύ τους.

Επίσης τα δύο ορθογώνια τρίγωνά του περιστρεφόμενα περί τον άξονα που

Το όριο $\frac{O_v}{A_v}$ για $v \rightarrow \infty$ είναι:

$$\lim_{v \rightarrow \infty} \frac{O_v}{A_v} = \lim_{v \rightarrow \infty} \frac{4^v + 2^v}{4^v - 2^v} = \lim_{v \rightarrow \infty} \frac{2^v + 1}{2^v - 1} = \lim_{v \rightarrow \infty} \frac{1 + \frac{1}{2^v}}{1 - \frac{1}{2^v}} = 1$$

Βλέπουμε ότι διαιρώντας επ' άπειρον μια πεπερασμένη ισόπλευρη τριγωνική μορφή, καταλήγουμε v' αναλογεί μια ορθή σε μια ανεστραμμένη ισόπλευρη μορφή. Ποσοτικά από πλευράς αριθμού οι μορφές αυτές είναι άπειρες. Όμως από πλευράς μεγέθους κάθε μία ξεχωριστά τείνει στο μηδέν. Κάθε πεπερασμένη μορφή αν απείρως τη διασπάσουμε καταλήγουμε σε μια μηδενική μορφή. Η μορφή που περικλείει όλα τα ανωτέρω και που δε δέχεται περαιτέρω χωρισμό είναι αυτή του σχ. 2. Η μορφή αυτή είναι μια γεωμετρική έκφραση του μηδενός, της ενότητας των αντιθέτων. Περιλαμβάνει την ενότητα ή και την πάλη των αντιθέτων, άρα περιέχει την έννοια της διαλεκτικής και την έννοια της κίνησης. Οι τριγωνικές μορφές δεν βρίσκονται σε στατική κατάσταση αλλά σε δυναμική.



σχ. 2

Η κίνηση είναι γενική ιδιότητα της ύλης είτε άβια είναι αυτή είτε ζωντανή. Μόνο που στη ζωντανή ύλη έχουμε την ανώτερη μορφή κίνησης της ύλης. **Εκεί που οι μορφές αναπαράγουν τον εαυτό τους μέσα από τη κίνηση.**

Επειδή η ενέργεια είναι το μέτρο κίνησης της ύλης, δεν είναι τυχαίο που από αρχαιοτάτων χρόνων το ισόπλευρο τρίγωνο αποτελούσε τη βάση του πυρός, το σύμβολο της φωτιάς, της ενέργειας όπως θα λέγαμε με τη σύγχρονη ορολογία και **μάλιστα της ενέργειας που μετέχει στο φαινόμενο της ζωής¹.**

Το σχ. 2 είναι γνωστό και σαν άστρο του Δαυΐδ ή σφραγίδα του Σολομώντα και είναι σύμβολο του κράτους του Ισραήλ. Σαν μορφή και σύμβολο η σημασία του είναι πολύπλευρη. Εκφράζει τη πάλη του καλού και του κακού, το φως και το σκοτάδι, το συνειδητό και το ασυνείδητο, την άνοδο και τη πτώση του Ισραήλ, καθώς και την μετά Χριστόν μηδενιστική φιλοσοφία του και συμπεριφορά. Επίσης τ' αντίθετα φωτιά και νερό, που και τα δύο είναι σύμβολα ζωής. Κατά τον Wirth αποτελεί τον "αστέρα του μικρόκοσμου" και σαν "αστέρι" φυσικά εκπέμπει ενέργεια.

Επειδή έχει προκύψει (σαν μηδενική κατάληξη) από τη "διάλυση" μιας αρχετυπικής για τη ζωή μορφής, αποτελεί αγαπητό σύμβολο πολλών ιδεολογιών και

1. Ο Ηράκλειτος θεωρούσε τη φωτιά (πυρ) σαν αρχή της ζωής, ενώ ο Θαλής ο Μιλήσιος το νερό.

αντιλήψεων, που “διαλύουν” και μηδενίζουν τη ζωή. Ο αποκρυφισμός, ο πνευματισμός, η μαγεία κ.λ.π. το χρησιμοποιούν συχνότατα. Οι βουδιστές κάνουν χρήση του συμβόλου, τα λεγόμενα “γιάντρα”, για διαλογισμό. Με τα σύμβολα ισχύει το εξής: Πολλές φορές η ουσία είναι όχι αυτό καθ’ αυτό το σύμβολο, αλλά από ποιούς και γιατί χρησιμοποιείται και που κατευθύνεται η σημασία του.

Στο Άγιο Όρος² υπάρχει το ανωτέρω σύμβολο με τη μορφή του Χριστού στο κέντρο του. Κάλλιστα μπορεί να σημαίνει “ο Θεός είναι δημιουργός της ζωής” ή ότι “δημιουργεί τα πάντα από το μηδέν”. Στο μέλλον και οι Εβραίοι μπορεί να το χρησιμοποιήσουν έτσι, ποιός ξέρει.

Σχέση ισοπλεύρου τριγώνου και τετραγώνου

Ποιά η σχέση του ισοπλεύρου τριγώνου, με το άλλο κανονικό πολύγωνο το τετράγωνο; Το τετράγωνο είναι σύμβολο οργάνωσης και κατασκευής κατά τον Καρλ Γιούνγκ. Έχει σχέση με κάθε τι που είναι σταθερό, στερεό, αυστηρό, ακίνητο, καθοριστικό και ρεαλιστικό.

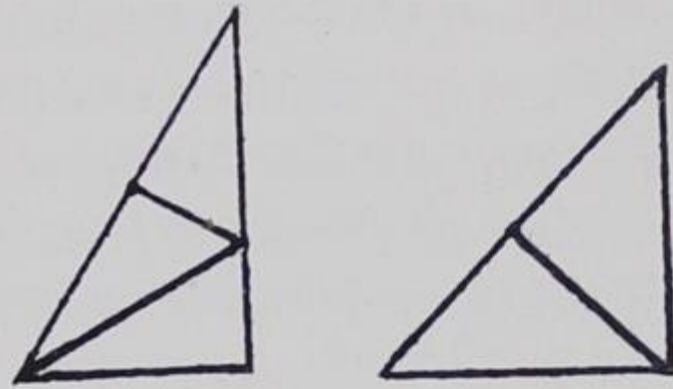
Έχει “τετράγωνη λογική” λέμε για κάποιον κ.λ.π. Αυτό το σχήμα και το τρισδιάστατο παράγωγό του ο κύβος είναι σύμβολο της γης (βλέπε Πυθαγόρειο Φιλόλαο, Πλάτωνα, Αριστοτέλη κ.λ.π.). Με τον όρο γη, πέρα από τη σημασία του πλανήτη εκφράζονται πολλές έννοιες, όπως η ύλη που δεν έχει ζωή, η πνευματική πτώση, το γήρας, ο θάνατος κ.λ.π. Το τετράγωνο, επειδή δεν προκύπτει εξελικτικά από άλλες μορφές του ίδιου είδους, όπως συμβαίνει με το ισόπλευρο τρίγωνο (που προέρχεται οριακά από οποιοδήποτε άλλο τρίγωνο), έχει μια παθητικότητα και μια στατικότητα, μια μη εξέλιξη, γνώρισμα της μη ζωής. Σχηματίζεται από ισοσκελή ορθογώνια τρίγωνα και αποτελεί επιλεκτικά, δομική γεωμετρική μορφή του χώρου της άβιας ύλης.

Απορίες του τύπου, γιατί αυτά τα ορθογώνια τρίγωνα επιλέχτηκαν για τον υλικό χώρο της άβιας και έμβιας ύλης και όχι κάποιο άλλο ή όλα, ακόμα και γιατί να μην ισχύει το αντίθετο π.χ. το ισοσκελές ορθογώνιο τρίγωνο ν’ αντιστοιχεί στην έμβια ύλη κ.λ.π. μόνο με βάση τα πλεονεκτήματα που έχουν μπορεί να εξηγηθούν.

Πλεονεκτήματα από τα οποία προκύπτουν όλα αυτά που χαρακτηρίζουν την αντίστοιχη κατάσταση της ύλης, με βάση το κριτήριο του φαινομένου που λέγεται ζωή. Τα αναλύσαμε στη περίπτωση του ισοπλεύρου τριγώνου. Βέβαια πάντα θα μένουν αναπάντητα ερωτηματικά. Επίσης δια της εις άτοπον απαγωγής, καμ-

2. Μονή Βατοπεδίου, Χιλιανδαρίου, Διονυσίου κ.λ.π.

μιά άλλη ορθογώνια τριγωνική μορφή δεν έχει την ιδιότητα να χωρίζεται ή να αποτελείται από όμοια και ίσα μικρότερα ορθογώνια τρίγωνα όπως αυτές οι δύο (δύο και τρία) αντίστοιχα σχ. 3. Μια ιδιότητα που περικλύει την συμμετρία, την κβάντωση, το όλο και το μέρος, την αναπαραγωγή, την τάξη, την εξέλιξη κ.λ.π.



σχ. 3

Μ' αυτές τις γεωμετρικές μορφές μπορούμε να βρούμε μια συγγένεια με τη γεωμετρία φράκταλ, μια γεωμετρία που χρησιμοποιείται για να περιγραφεί η απρόβλεπτη και φαινομενικά τυχαία συμπεριφορά σε δυναμικά συστήματα (χαοτικά συστήματα) και γενικά να περιγράψει ακανόνιστα μορφώματα.

Τα φράκταλ εμφανίζουν τη χαρακτηριστική ιδιότητα της αυτοομοιότητας, μια ατελείωτη σειρά μοτίβων μέσα σε μοτίβα που επαναλαμβάνονται σε όλες τις κλίμακες μήκους.

Οι συγκεκριμένες ορθογώνιες τριγωνικές μορφές του σχ. 3 αποτελούν "χρονόμετρα" για την άβια και ζωντανή ύλη αντίστοιχα. Είναι γνωστό ότι ο χώρος δεν είναι ξεκομμένος από το χρόνο και αντίστροφα (χωροχρόνος).

Με απλό υπολογισμό μπορεί να βρεθεί ο χρόνος που κάνει ένα κινητό, που κινείται με σταθερή ταχύτητα και χωρίς διακοπές και διατρέχει ή δημιουργεί με μια ενιαία κίνηση και διαδικασία, τις μορφές αυτές με τις αυτοομοιότητές τους.

Με δεδομένα: α) οι μορφές να είναι ισόχωρες (ισεμβαδικές) και β) το ισοσκελές ορθογώνιο τρίγωνο είναι το μισό ενός μεγαλύτερου (περιέχοντας συγχρόνως δύο μικρότερα) και το συγκεκριμένο σκαληνό ορθογώνιο τρίγωνο το ένα τρίτο ενός μεγαλύτερου (περιέχοντας συγχρόνως τρία μικρότερα), αποδεικνύεται ότι ο χρόνος στη δεύτερη περίπτωση είναι μικρότερος από τη πρώτη.

Ο βιολογικός χρόνος διαφέρει απ' αυτόν της άβιας πραγματικότητας. Τι σημαίνει αυτό; Ας αποτελέσει αντικείμενο επιστημονικής έρευνας.

Ξαναγυρίζουμε στις μορφές του τετραγώνου και του ισοπλεύρου τριγώνου. Ένα ερώτημα είναι αν η μια μορφή μπορεί να μεταπέσει (μετασχηματισθεί) στην άλλη. Αυτό, στις απώτερες και απειροελάχιστες δομικές μορφές του υλικού χώρου, σημαίνει γεωμετρικός μετασχηματισμός από την άβια κατάσταση στην έμβια και αντίστροφα.

Σύμφωνα με τη Τοπολογία, το ισόπλευρο τρίγωνο και το τετράγωνο, καθώς και οι επιφάνειες των τρισδιάστατων παραγώγων τους κανονικό τετράεδρο και κύβος, είναι τοπολογικώς ισοδύναμα σχήματα.

Τοπολογία είναι ο κλάδος των Μαθηματικών που ασχολείται με τον συνεχή μετασχηματισμό (παραμόρφωση) των σχημάτων. Δύο σχήματα λέγονται "τοπολογικώς ι-

σοδύναμα", αν οποιοδήποτε από αυτά είναι δυνατόν δια συνεχούς μετασχηματισμού (αποφεύγοντας τη δημιουργία οπώς ή τομών), να δώσει το άλλο σχήμα. Μια ιδιότητα ενός σχήματος θα λέγεται "τοπολογική", αν αυτή παραμένει αναλλοίωτη όταν το σχήμα υφίσταται έναν οποιοδήποτε συνεχή μετασχηματισμό.

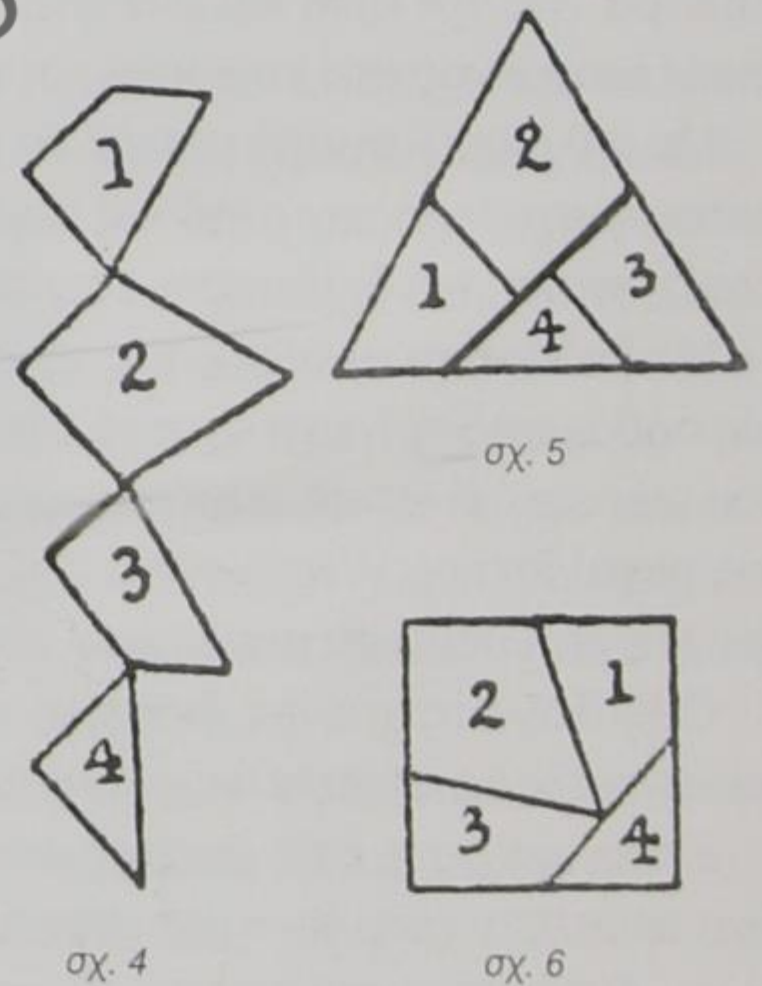
Από τα πιο πάνω προκύπτει ότι δύο διαφορετικά γεωμετρικά σχήματα μπορεί να είναι τοπολογικώς ισοδύναμα και ότι υπάρχει διάκριση μεταξύ γεωμετρικών και τοπολογικών ιδιοτήτων ενός σχήματος, ή όπως συνηθίζεται να λέγεται μεταξύ γεωμετρίας και τοπολογίας ενός σχήματος.

Θα δώσουμε μια καθαρά γεωμετρική μετατροπή των μορφών σαν παράδειγμα. Και αυτό, για να έχουμε μια παραστατική αντίληψη αυτών που είπαμε πιο πάνω, χωρίς βέβαια να σημαίνει ότι έτσι ακριβώς γίνονται στη πράξη τα πράγματα. Εκείνο που κρατάμε και μας ενδιαφέρει είναι ότι γίνεται ένας τέτοιος μετασχηματισμός, που είναι όμως τοπολογικός με τη βαθύτερη γεωμετρική έννοια και σημασία και όχι απλά περιγραφικά γεωμετρικός. Η έρευνα σε το ανακαλύψει πως ακριβώς γίνεται και κάτω από ποιές προϋποθέσεις γίνεται, όταν γίνεται.

Το παράδειγμα έχει σχέση μ' ένα κλασικό πρόβλημα του H.E. Dudeney (1905) που είναι: Να διαιρεθεί ένα ισόπλευρο τρίγωνο σε τέσσερα τμήματα, έτσι ώστε αν ενωθούν κατά ένα τρόπο μεταξύ τους να σχηματίζεται τέλειο τετράγωνο. Δεν χρειάζεται να αναλύσουμε όλη τη διαδικασία της λύσης, που για πολλούς θα ήταν μια κουραστική προσπάθεια. Θα δείξουμε όμως σύντομα και σχηματικά τη διαδικασία.

Τα τέσσερα τμήματα φαίνονται ξεχωριστά στο σχ. 4 και στο σχήμα 5 πάνω στο ισόπλευρο τρίγωνο. Στο σχ. 6 βλέπουμε το τετράγωνο που σχηματίζουν. Θα μπορούσαμε επίσης να πούμε ότι στο σχ. 4 τα τέσσερα τμήματα στα οποία διαιρείται το ισόπλευρο τρίγωνο σχηματίζουν ένα είδος αλυσίδας. Αν η "αλυσίδα" αυτή "κλείσει" κατά μια φορά (προς τα αριστερά) σχηματίζεται το αρχικό ισόπλευρο τρίγωνο (τμήμα 1 ακίνητο-τμήμα 2 προς τα αριστερά στροφή- το ίδιο τα τμήματα 3 και 4), ενώ κατά την άλλη φορά (προς τα δεξιά) σχηματίζεται το ζητούμενο τετράγωνο.

Όμως στη πραγματικότητα όπως είπαμε, η μετατροπή γίνεται τοπολογικά χωρίς τομές και σπασίματα.



Ενέργεια και αρχέγονες μορφές

Κάποια αξιόλογα συμπεράσματα προκύπτουν, αν αυτές τις τοπολογικά ισοσ-
δύναμες μορφές τις συνδέσουμε με φυσικομαθηματικές έννοιες. Το πως θα γίνει
είναι ένα πρόβλημα, αλλά η προσπάθεια αφ' ενός αξίζει το κόπο, αφ' ετέρου έχει
μεγάλο πεδίο έρευνας.

Ένα παράδειγμα: Ας συγκρίνουμε ενεργειακά τις δύο μορφές με τον εξής
τρόπο: Θεωρούμε ότι έχουν α) το ίδιο εμβαδόν και β) περιέχουν ύλη ίσης μάζας
 M η οποία για λόγους απλότητας είναι συγκεντρωμένη ισόποσα στις κορυφές
τους. Έτσι στη κάθε κορυφή του ισοπλεύρου τριγώνου υπάρχει μάζα $M/3$ ενώ
στη κάθε κορυφή του τετραγώνου μάζα $M/4$. Με απλή διαδικασία αποδεικνύεται
ότι η δυναμική ενέργεια στο σύστημα του ισοπλεύρου τριγώνου είναι μεγαλύτερη
απ' αυτή του τετραγώνου. Για την ενέργεια σύνδεσης ισχύει το αντίθετο.

Επομένως κατά το μετασχηματισμό από τη μια μορφή στην άλλη υπάρχει ε-
νεργειακή μεταβολή. Φυσικά ισχύει ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής. Ο
νόμος αυτός που προβλέπει τη κατάληξη όλων των φαινομένων που προϋποθέ-
τουν ενεργειακές μετατροπές, διατυπώνεται ως εξής: Σε κάθε σύστημα που γί-
νονται ενεργειακές μετατροπές, παρατηρείται μια ελάττωση της δυναμικής ενέρ-
γειας μεταξύ αρχικής και τελικής κατάστασης. Κάτι τέτοιο θα συμβαίνει πάντοτε
αρκεί να μην τροφοδοτηθεί το σύστημα με ενέργεια από το περιβάλλον, ούτε να
φύγει ενέργεια από το σύστημα στο περιβάλλον. Παραδείγματα που είναι αποτέ-
λεσμα του δεύτερου νόμου της θερμοδυναμικής είναι το ότι μια πέτρα κατακυ-
λάει από μια πλαγιά ενώ δε μπορεί να την ανέβει μόνη της, ή μια μπάλα που αφή-
νεται να πέσει από ένα ύψος, αναπηδά, αλλά δε φτάνει το αρχικό ύψος απ' όπου
αφέθηκε.

Κάθε διαδικασία στην οποία η δυναμική ενέργεια του τελικού σταδίου είναι μι-
κρότερη από εκείνη του αρχικού σταδίου, έχει σαν αποτέλεσμα την ελευθέρωση
ενέργειας και την αύξηση της αταξίας στο περιβάλλον (εντροπία). Σύμφωνα με
το δεύτερο νόμο μόνο τέτοιες διαδικασίες μπορούν να συμβούν αυθόρμητα. Οι
αντίστροφες διαδικασίες προϋποθέτουν εξωτερική παροχή ενέργειας για να
μπορέσουν να πραγματοποιηθούν.

Εισάγοντας την έννοια της εντροπίας, δηλαδή ενός μέτρου για την αταξία και
την αποδιοργάνωση ενός συστήματος, ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής
μπορεί να επαναδιατυπωθεί ως εξής: Όλες οι διαδικασίες στη φύση τείνουν
προς την κατεύθυνση που αυξάνει η εντροπία, δηλαδή η αταξία και η αποδιοργά-
νωση.

Όμως παρόλο που στο σύμπαν ισχύει μια γενική τάση για αταξία και σύγχυ-
ση, υπάρχει ένα φαινόμενο που αντιστρατεύεται και ανταγωνίζεται την εντροπία

και είναι το φαινόμενο της ζωής. Η ζωή διαθέτει μεγάλο βαθμό τάξης και οργάνωσης. Είναι θα λέγαμε προϊόν αντιεντροπίας, που οφείλεται στο ρόλο που παίζουν οι πληροφορίες (νουκλειικά οξέα) που περιέχει, στο να οργανώνουν τα άτομα μόρια σε ενώσεις, σε μεγαλομόρια και τελικά σε κύτταρα και οργανισμούς. Όμως η οργάνωση της ζωής σε όλες τις μορφές της συνοδεύεται από αύξηση της εντροπίας στο περιβάλλον.

Αν πάρουμε μερικά μικρόβια και τα καλλιεργήσουμε σε ένα θρεπτικό υλικό, θα σχηματιστούν πολλά εκατομμύρια “απόγονοι”, όμως το θρεπτικό υλικό θα αλωιωθεί (θα χρησιμοποιηθούν οι θρεπτικές ουσίες και θα αποβληθούν οι άχρηστες) και θα θερμανθεί.

Ξαναεπιστρέφοντας στις αρχετυπικές μορφές του χώρου της ζωντανής και άβιας ύλης έχουμε να παρατηρήσουμε τα εξής: Το ισόπλευρο τρίγωνο όπως αναφέραμε προηγουμένως έχει περισσότερη ενέργεια από την τοπολογικά ισοδύναμη μορφή του τετραγώνου. Εδώ ταιριάζει απόλυτα η άποψη του Αριστοτέλη, που θεωρούσε τις ποιότητες θερμό-ξηρό για το πυρ (ισόπλευρο τρίγωνο) και ψυχρό-ξηρό για τη γη (τετράγωνο). Επίσης τίποτα δεν αποκλείει οι μορφές αυτές να είναι κβαντισμένες. Γιατί έχει τονιστεί ότι δεν είναι ξεκομμένες από τις ιδιότητες και τους νόμους της ύλης. Είναι μορφές του υλικού χώρου με οτιδήποτε και αν συνεπάγεται αυτό.

Κάθε τετράγωνο αποτελείται από μικρότερα τετράγωνα, ενώ το ίδιο αποτελεί μέρος ενός μεγαλύτερου τετραγώνου. Ποσοτικά αυτά συνδέονται με συγκεκριμένες μαθηματικές σχέσεις. Ανάλογα ισχύουν και για το ισόπλευρο τρίγωνο, μόνο που η κβάντιση για τα ίδια μεγέθη είναι διαφορετική απ’ ότι προηγουμένως. Επίσης στις μορφές αυτές περικλείονται όλα τα είδη των αριθμών, ρητοί και άρρητοι. Η διαγώνιος του τετραγώνου ή το ύψος στο ισόπλευρο τρίγωνο εκφράζονται από άρρητους αριθμούς. Έτσι αίρεται και το “Πυθαγόρειο σκάνδαλο” των άρρητων αριθμών. Οι Πυθαγόρειοι φιλόσοφοι πίστευαν ότι η ουσία των όντων είναι οι αριθμοί και εννοούσαν φυσικά τους ρητούς. Αυτοί είναι πάντα αχώριστοι από τα υλικά σώματα. Τους άρρητους δεν μπορούσαν να τους εντάξουν στην ύλη, τους θεωρούσαν “παράλογους” λόγω της αδυναμίας τους να είναι συμμετρικοί να εκφράζονται σαν λόγοι κ.λ.π., άρα η ύλη δεν τους έχει ανάγκη. Όμως αυτό δεν ισχύει, η άβια και η έμβια ύλη έχουν το “πλεονέκτημα” να περικλείουν όλα τα είδη των αριθμών στις δομικές μορφές τους.

Με βάση τη Θερμοδυναμική και το δεύτερο νόμο της, η ισόπλευρη μορφή εύκολα ή και “αυθόρμητα” μπορεί να μετασχηματιστεί σε τετράγωνη, με απλευθέρωση της επιπλέον ενέργειας. Πιο απλά η έμβια ύλη εύκολα και με διάφορους τρόπους μπορεί να μετατραπεί σε άβια. Θα λέγαμε επίσης ότι όχι μόνο θερμοδυναμικά αλλά και τοπολογικά, ο μετασχηματισμός αυτός είναι εφικτός και με υλι-

κούς όρους εξηγήσιμος.

Όμως για το αντίθετο τι μπορούμε να πούμε; Μπορεί να γίνει από μόνος του (ή να έγινε κάποτε από μόνος του), με φυσικές διαδικασίες, ένας τέτοιος μετασχηματισμός που και θερμοδυναμικά (παροχή ενέργειας κ.λ.π) και τοπολογικά να είναι πραγματοποιήσιμος;

Μη ξεχνάμε ότι η άβια ύλη προηγείται της ζωντανής. Επίσης ότι οι μορφές είναι διαφορετικά κβαντισμένες, αρχέτυπες και αρχέγονες.

Το πρώτο έχει σχέση με την ενέργεια τα δύο τελευταία με τη μοναδικότητα των μορφών. Θα ξανατονίσουμε ότι οι δομικές μορφές του υλικού χώρου στην άβια ή την έμβια κατάσταση είναι οι απώτερες στις οποίες καταλήγουμε, αν είχαμε την άπειρη δυνατότητα να εισχωρήσουμε στο έσχατο βάθος της έννοιας του χώρου και ν' αναζητήσουμε εκεί τη μοναδικότητα, την απλότητα και τη συμμετρία. Άραγε χρειάζεται επέμβαση εξωυλικού παράγοντα για να συμβεί αυτή η τοπολογική και θερμοδυναμική μεταβολή; Μήπως εδώ ισχύει το "αεί ο Θεός ο μέγας γεωμετρεί";

Βέβαια κάποιοι άθεοι σκληροπυρηνικοί βιολόγοι, θα βρουν ευκαιρία με όλα αυτά να πουν διάφορα του τύπου: "Ο βιταλισμός εισέρχεται μέσω της γεωμετρίας στη βιολογία. Μεταφυσικές αρχές στη βιολογία". Ή πιο ωμά: "Είχαμε κάνει τόσες προσπάθειες να κρατήσουμε το Θεό μακριά από τη βιολογία, είτε περιφρονώντας τον είτε αρνούμενοι την ύπαρξή του. Τώρα τον ξαναβαζουμε σαν Θεό γεωμέτρη".

Δεν φταίει η βιολογία αν κάποιος είναι πιστός ή άπιστος.

Οι πιο πάνω βιολόγοι κάτω από άλλες συνθήκες και νταλικέρηδες να ήταν, πάλι άθεοι θα ήταν. Θα ήταν τουλάχιστον αφελής και ανόητος αυτός που θα πίστευε ότι μέσω της επιστημονικής έρευνα θα αποδείκνυε το θείο ή θα προσέλκυε κάποιους προς αυτό. Η πίστη δεν εξασφαλίζεται ποτέ απόλυτα από την επιστήμη, γιατί είναι προϊόν ελευθερίας, **απλώς ερεθίσματα μπορεί να δώσει**. Αν ο Θεός αποδεικνύονταν μέσω των μαθηματικών ή της επιστήμης γενικότερα, θα ήταν δέσμιος αυτών και δεν θα ήταν το κατ' εξοχήν πνεύμα της ελευθερίας. Επομένως αν μια φορά είναι ανόητος κάποιος που προσπαθεί μέσω της επιστήμης ν' αποδείξει την ύπαρξη του θείου, πόσες φορές άραγε ανόητος είναι αυτός που μέσω αυτής, προσπαθεί ν' αποδείξει ότι δεν υπάρχει;

Βέβαια μεγάλα πνεύματα της ανθρωπότητας τόνισαν την μεγάλη πνευματική αξία της Γεωμετρίας. Ο Πλάτωνας χωρίς να είναι ανόητος, στη Πολιτεία του εκφράζει ξεκάθαρα ότι η Γεωμετρία μας βοηθάει ν' αντικρύσουμε ευκολότερα την ιδέα του αγαθού (θεού). Γράφει: "Εὐομολόγητον, ἔφη· τοῦ γὰρ αἰεὶ ὄντος ἡ γεωμετρικὴ γνῶσις ἐστίν". (Είναι ευνόητο εἶπε· διότι η γεωμετρικὴ γνώση αναφέρεται στο αεί ον). Ο φιλόσοφος Μπέρτραντ Ράσσελ ἔλεγε: "Ούτε Θεός, ούτε Γεωμετρία. Αλλά η Γεωμετρία είναι υπέροχη, άρα υπάρχει Θεός". Ο Λαϊμπνιτς τόνιζε: "Αν η Γεωμετρία ήταν αντίθετη με τα πάθη μας, δεν θα ἔλλειπαν οι άνθρωποι που

θα αμφισβητούσαν την θετικότητα των αποδείξεών της”. Ο Πασκάλ πίστευε πως “τα πνεύματα που σφάλλουν, ποτέ δεν είναι ούτε λεπτά, ούτε γεωμετρικά. Η λεπτότητα είναι μέρος της κρίσης, η γεωμετρία μέρος του πνεύματος”. Αποτελεί επιστημονικό ερώτημα, αν κάποιος πραγματικά γεωμέτρης είναι άθεος.

Βλέποντας τα πράγματα από άλλη οπτική γωνία, είναι κατανοητό οι βιολόγοι να παραξενεύονται, με γεωμετρικές προσεγγίσεις βιολογικών θεμάτων. Η επιστήμη της βιολογίας μας φέρνει σ’ επαφή με κάποιες (ελάχιστες σχετικά) γεωμετρικές έννοιες και αυτές στο μακροσκοπικό επίπεδο. Που δυστυχώς ούτε εδώ πολλές φορές αποδίδουμε τον πρόποντα προβληματισμό, πόσο μάλλον ν’ ασχοληθούμε με απώτερες δομικές γεωμετρικές έννοιες στο χώρο της έμβιας ύλης. Παραδείγματα: Γεωμετρία του σπεροειδούς (διπλή έλικα στο DNA, σπείρες σε όστρακα και άλλα ζώα, διάταξη ανθόφυλλων σε ορισμένα φυτά κ.λπ.). Γεωμετρία της σφαίρας (κάποια κύτταρα, πυρήνας, υποκυτταρικά οργανίδια κ.λπ.). Συμμετρία των ζωικών οργανισμών: Η μορφολογία των οργανισμών δείχνει ότι αυτοί μπορούν να καταταγούν σε ομάδες, καθεμιά με τη δική της χαρακτηριστική συμμετρία. Με αυτήν καθορίζεται η συμμετρική τοποθέτηση των τμημάτων του σώματος των οργανισμών στο χώρο σε γεωμετρικά σχήματα (π.χ. αμφίπλευρη συμμετρία κ.λπ.). Άλλη περίπτωση πιο εξειδικευμένη, είναι ο λόγος της περιφέρειας του κύκλου προς τη διάμετρο, το γνωστό $\pi=3,141592\dots$. Το π είναι πανταχού παρόν μέσα στη φύση όπως και στη γεωμετρία. Το συναντάμε στη φυσική, στη στατιστική, στην αστρονομία, τις τέχνες και φυσικά στη βιολογία (ροή υγρών σε αγγεία, διαφορά δυναμικού σε κυτταρικές μεμβράνες κ.λπ.). Άλλη χαρακτηριστική περίπτωση είναι το γεωμετρικό πρόβλημα της χρυσής τομής, να διαιρεθεί δηλαδή μια ευθεία σε μέσο και άκρο λόγο. Ο λόγος της χρυσής τομής εμφανίζεται σε αναλογίες του ανθρώπινου σώματος, στο τρόπο διάταξης των φύλλων στα φυτά κ.λπ. Ειδικά για τη διάταξη των φύλλων στα φυτά, σπουδαίο ρόλο παίζει η ακολουθία του Fibonacci που ισχύει εδώ. Παίρνοντας το λόγο ενός οποιουδήποτε όρου της ακολουθίας αυτής προς τον προηγούμενό του, βρίσκουμε τιμές οι οποίες προσεγγίζουν όλο και περισσότερο στο λόγο της χρυσής τομής.

Απόψεις

Πλησιάζοντας προς το τέλος της εργασίας να σημειώσουμε και τα εξής: Η ιστορία της ανθρωπότητας αποδεικνύει, ότι από πολύ παλιά ο άνθρωπος αναγνώριζε το ισόπλευρο τρίγωνο σαν σύμβολο και ιδεογράφημα ύπαρξης ζωής και το τετράγωνο σαν απουσία ζωής. Το ισόπλευρο τρίγωνο συμβόλιζε τη θεότητα που ταυτίζεται με τη Ζωή και την αρχή κάθε ζωής. Συγκεκριμένα οι Αιγύπτιοι το θεωρούσαν σαν το τελειότερο των σχημάτων το οποίο αντιπροσωπεύει τη μεγάλη αρχή της ζωντανής υπάρξεως.

Το ίδιο οι Ινδοί, οι αρχαίοι Έλληνες κ.λ.π.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα κατά τον Πλούταρχο ο Ξενοκράτης, που παρέβαλε τη θεότητα προς ένα ισόπλευρο τρίγωνο γιατί είναι απολύτως ίση σε όλες της τις τελειότητες. Στον χριστιανισμό ο Θεός ως Αγία Τριάδα συμβολίζεται με το ισόπλευρο τρίγωνο. Αυτό τονίστηκε και από μεγάλους πατέρες της Εκκλησίας (Άγιος Γρηγόριος Παλαμάς, ιερός Βρυένιος, Άγιος Νικόδημος Αγιορείτης κ.λ.π), καταρρίπτοντας έτσι το επιχείρημα ότι η απόψη αυτή (για το ισόπλευρο τρίγωνο) είναι γνώρισμα του ειδωλολατρικού κόσμου. Κατ' επέκταση άνετα κάποιος μπορεί να δει το ισόπλευρο τρίγωνο, αφ' ενός σαν δομική γεωμετρική μορφή του χώρου της ζωντανής ύλης, αφ' ετέρου σαν μονογραφή (ή σφραγίδα) του Θεού σ' αυτήν. Μονογραφή απλή και αντιπροσωπευτική.

Πρωτού συνεχίσουμε σε κάποιες άλλες σημαντικές απόψεις, ευκαιρία είναι να ξεκαθαρίσουμε κάτι: Πολλές μυστικές εταιρείες και οργανώσεις, χρησιμοποιούν αυτό το πανάρχαιο από πλευράς συμβολισμού γεωμετρικό σχήμα, είτε ορθο είτε ανεστραμμένο, είτε λευκό είτε μαύρο, για τους ιδεολογικούς τους σκοπούς. Μια τέτοια περίπτωση είναι και ο Τεκτονισμός (Μασονία). Επειδή είναι υπαρκτός ο κίνδυνος να κατηγορηθεί κάποιος εν ζωή ή μετά θάνατο, άθελά του και χωρίς να ανήκει σ' αυτή την οργάνωση (ή σε παρόμοιες) μόνο και μόνο επειδή αναφέρεται σε γεωμετρικές μορφές και σύμβολα, που σχετίζονται με τη βαθύτερη θέαση της ζωής, έχω να πω τα εξής: Προσωπικά ούτε ανήκα, ούτε ανήκω, ούτε με εκφράζουν ιδεολογικά τέτοιες οργανώσεις³. Συνεχίζουμε την εργασία. Τα "γεωμετρικά γράμματα" με τα οποία έχει γραφτεί το βιβλίο του υλικού χώρου είναι το τετρά-

3. Η Μασονία συγκεκριμένα είναι μια οργάνωση με θρησκευτικοφιλοσοφικές και πολιτικές προεκτάσεις. Ίδρύθηκε το 1717 από τους Άγγλους σαν μέσο εξάπλωσης και στήριξης της παγκόσμιας αυτοκρατορίας τους. Το μέσο αυτό από νωρίς διαπιστώθηκε ότι ήταν πολύ πρόσφορο για πολλές δουλειές και γρήγορα πέρασε στα χέρια του Διεθνούς Σιωνισμού και των συμφερόντων του, καθώς και των συμφερόντων της Διεθνούς Οικονομικής Ολιγαρχίας (αποτελεί την Διεθνή του Καπιταλισμού). Με τη συνεργασία των αποικιοκρατών της Ευρώπης και της Αγγλίας η Μασονία απλώθηκε ταχύτατα σ' όλες τις χώρες τους κόσμου. Στη χώρα μας την έφεραν οι Άγγλοι αποικιοκράτες τότε που αποχωρούσε η Τουρκοκρατία, ώστε να μη μείνουμε ούτε στιγμή ελεύθεροι αλλά ο ένας κατακτητής να φεύγει και ο άλλος να έρχεται.

Αποτελεί θρησκεία (παρότι λυσιπαιδικώς οι τέκτονες το αρνούνται για ευνόητους λόγους) με ναούς (Στοές), τυπικά, λατρεία, τελετές, βωμούς, θρησκευτική ορολογία κ.λ.π. Μια αντίχριστη θρησκεία που προσπαθεί να αναβιώσει την αρχαία ειδωλολατρεία συνδέοντάς την με τη ραβινική παράδοση, αιρετικές χριστιανικές απόψεις, τον παγανισμό, αποκρυφισμό κ.λ.π. Ένα συνοθύλευμα δοξασιών και απόψεων που η μόνη χαμένη είναι η αλήθεια. Χρησιμοποιεί μια ηθικολογία και καθηκοντολογία βασισμένη στη θεοποίηση της ανθρώπινης λογικής, εικόνα και ομοίωση της αστικής κοινωνικής ζωής. Έχει μια αφηρημένη και απρόσωπη αντίληψη για το θείο, προσαρμοσμένη σ' όλα τα γούστα.

γωνο και το ισόπλευρο τρίγωνο και κατ' επέκταση τα κανονικά πολύεδρα που προκύπτουν απ' αυτά μας λέγει στο έργο του "Τίμαιος"⁴ ο φιλόσοφος των φιλοσόφων Πλάτωνα. Ο Γερμανός φυσικός Χάιζενπεργκ, ένας από τους πατέρες της κβαντομηχανικής που είχε διαβάσει και προβληματιστεί από τον "Τίμαιο" έλεγε τα εξής: "Κατ' αρχάς υπήρχαν οι συμμετρίες. Μια τέτοια θέση είναι σίγουρα σωστότερη από τη θέση ότι κατ' αρχάς ήταν το σωματίο. Τα στοιχειώδη σώματα συσσωματώνονται σε συμμετρίες και φτιάχνουν τις πιο απλές τους παραστάσεις, αυτό όμως είναι μια συνέπεια της συμμετρίας. Αυτές οι συμμετρίες είναι αποφασιστικά στοιχεία του πλάνου στη βάση του οποίου φτιάχτηκε η φύση".

Προσπαθεί να δημιουργήσει μια πανθησκεία (με βάση το θρησκευτικό συγκριτισμό) στα πλαίσια της παγκοσμιοποίησης για την οποία εργάζεται με διάφορους τρόπους. Οι Εβραίοι ευελπιστούν μέσω αυτής να προετοιμάσουν τον κόσμο να δεχθεί το δικό τους Μεσσία (Αντίχριστο).

Χρησιμοποιεί κατά κόρον διάφορα σύμβολα (ισόπλευρο τρίγωνο, πεντάλφα κ.λ.π) καθώς επίσης και τις τρεις τελείες που σχηματίζουν το ισόπλευρο τρίγωνο σαν μέσο αναγνώρισης των μελών της. Η Ιερή Γεωμετρία αποτελεί αντικείμενο μελέτης των τεκτόνων. Αгреύει πελατεία και από άλλες οργανώσεις, όπως το Ρόταρυ, οι Λάιονς κ.λ.π. με τις οποίες αποτελεί και ένα είδος "συγκοινωνούντων δοχείων". Ελέγχει επίσης τον Προσκοπισμό που σύμφωνα με τη Γαλλική Μασονική Εγκυκλοπαίδεια αποτελεί την νεολαία της.

Προσπαθούν να μυήσουν στο τεκτονισμό ανθρώπους που κατέχουν θέσεις "κλειδιά" στη κοινωνία (πολιτικούς, δημοσιογράφους, επιστήμονες, συνδικαλιστές, ιδιοκτήτες ΜΜΕ κ.λ.π) απ' όλους τους χώρους και να επηρεάζουν έτσι την κοινωνικοπολιτική κατάσταση. Ανθρώπους με ασθενή πίστη, άγνοια και κυρίως μωροφιλόδοξους. Και έτσι γέμισε η κοινωνία με αντίχριστες πλάνες (Μαγεία, Αστρολογία, Μετενσάρκωση, Δωδεκάθεο, Γιόγκα, Σατανισμός, άθεος Δαρβινισμός, Νέα Εποχή και νέα τάξη πραγμάτων με παγκοσμιοποίηση κ.λ.π) μέσω των διαφόρων εντύπων, τηλεόρασης κ.λ.π. που διαβρώνουν ψυχές και συνειδήσεις σε όλα τα κοινωνικά στρώματα. Ο Μασόνος δεν έχει ηθικό πρόβλημα όταν το απαιτεί η περίπτωση ν' αρνηθεί ότι είναι Μασόνος, να δηλώνει καλός χριστιανός κ.λ.π. Όλα αυτά βέβαια για να "θολώνει τα νερά" με βάση την αρχή ο σκοπός αγιάζει τα μέσα.

Όλες οι Στοές στις διάφορες χώρες του κόσμου υπακούουν στην Μεγάλη Στοά της Αμερικής (Νέα Υόρκη) και έτσι άμεσα ή έμμεσα η Αμερικάνικη Πολιτική κατευθύνει και μ' αυτό το τρόπο τις τύχες του κόσμου. Οι σκοτεινές Στοές αποτελούν γιάφκες κάθε πλάνης και πνευματικής τρομοκρατίας. Η Στοά P-2 στην Ιταλία είχε σχέση με τη Μαφία και την τρομοκρατία. Ο Ορθόδοξος Χριστιανός που γίνεται Μασόνος για να βρει εκεί το φως, έχει το ίδιο πρόβλημα με τον ψυχοπαθή πολυεκατομμυριούχο που βγαίνει στο πεζοδρόμιο και ζητιανεύει δεκάρες.

4. Είναι το κατ' εξοχήν κοσμολογικό έργο του Πλάτωνα. Εκτός από το πως φτιάχτηκε ο κόσμος ασχολείται και με θέματα φυσιολογίας, ιατρικής, ανθρωπολογίας κ.λ.π. Αποτελεί απόπειρα για ερμηνεία της φύσης, υπό την ευρύτερη έννοιά της, με βάση την αριθμητική και τη γεωμετρία. Ανήκει στην τελευταία περίοδο της συγγραφικής παραγωγής του Πλάτωνα. Μπορεί να χαρακτηριστεί σαν συνοπτική εγκυκλοπαίδεια με την οποία ο μεγάλος αυτός φιλόσοφος θέλησε να συνοψίσει τα πορίσματα των μακροχρόνιων επιστημονικών του ερευνών. Έχει επηρεάσει κατά καιρούς μεγάλους επιστήμονες.

Κάπου αλλού στο βιβλίο του “Φυσική και Φιλοσοφία” ο ίδιος επιστήμονας γράφει: “Η σύγχρονη Φυσική λοιπόν, βαδίζει στους ίδιους πνευματικούς δρόμους, στους οποίους πορεύθηκαν ήδη οι Πυθαγόρειοι και ο Πλάτωνας, και φαίνεται πως υπάρχει στο τέρμα αυτού του δρόμου μια πολύ απλή διατύπωση των φυσικών νόμων, τόσο απλή, όσο είχε ελπίζει και ο Πλάτωνας. Είναι δύσκολο να παρουσιάσουμε με απλές έννοιες ένα πειστικό λόγο γι’ αυτή την ελπίδα, εκτός από το γεγονός, πως μέχρι τώρα υπήρξε πάντοτε δυνατό να καταγράψουμε τις θεμελιακές εξισώσεις της Φυσικής με απλούς μαθηματικούς τύπους. Το γεγονός αυτό ταιριάζει στη φιλοσοφία των Πυθαγορείων και από αυτή την άποψη πολλοί φυσικοί πρεσβεύουν τη πίστη εκείνων, αλλά ως τώρα κανείς ακόμα δεν μπόρεσε να δώσει μια πραγματικά πειστική αιτία πως έτσι πρέπει να είναι”.

Σήμερα και από άλλους επιστήμονες ακούγονται τέτοιες σκέψεις. Μια μελέτη για τα καινούργια σωμάτια, τονίζει ότι οι Φυσικοί παριστάνουν τις διάφορες οικογένειες αδρονίων σε μια καινούργια διάσταση, έτσι ώστε να επίπεδα σχήματα της συμμετρίας SU(3) να μετατρέπονται σε Πλατωνικά στερεά (Επιθεώρηση Φυσικής, τεύχος 3).

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η έμβια ύλη διέπεται από τους ίδιους φυσικοχημικούς νόμους που διέπουν και την άβια. Εκείνο που αλλάζει όπως είπαμε είναι η τοπολογία των αρχέγονων δομικών μορφών από τη μια κατάσταση στην άλλη. Η Ζωή είναι μια αμοιβή που δίνεται στην άβια ύλη για να μετατραπεί σε ζωντανή. Στην Ελληνική γλώσσα η λέξη αμοίβω σημαίνει αλλάζω μορφή, σχήμα (παράδειγμα το όνομα της αμοιβάδας). Αυτός ο μετασχηματισμός ξεπερνάει τις φυσικοχημικές διαδικασίες και κάθε λογικός άνθρωπος μπορεί να σκεφτεί, ότι κάποιος υπέρτατος Νους χρειάστηκε να παρέμβει. Ριζοσπαστικές γεωμετρικές μεταβολές στο χώρο της ύλης που ξεπερνούν οριακές καταστάσεις, είναι περισσότερο αποτέλεσμα πνευματικών διεργασιών παρά υλικών. Είναι κάτι ανάλογο με το να μπορεί μια τετραγώνη μορφή με φυσικοχημικές διαδικασίες να γίνεται κύκλος. Εξάλλου η βαθύτερη σημασία για τη ζωή, του μη τετραγωνισμού του κύκλου, είναι ότι η άβια ύλη δεν μπορεί να γίνει από μόνη της ζωντανή. Επομένως με βάση τις ιδιότητές της και όσος χρόνος και αν τις δοθεί, η άβια ύλη από μόνη της είναι αδύνατον να γίνει ζωντανή. Χρειάζεται εξωυλική παρέμβαση, “πνευματικός καταλύτης”. Η ζωντανή ύλη αντίθετα αποκτά, ή της δίνεται η ιδιότητα, να μετατρέπει την άβια ύλη σε έμβια (π.χ. φωτοσυνθετικοί οργανισμοί).

Εδώ θα μπορούσε επ’ ευκαιρία να τονιστεί και το εξής: Σε πολλούς ιούς (ιδιαίτερα του πιο μικρού μεγέθους) η ηλεκτρονική μικροσκοπία αποκαλύπτει ότι έχουν εικοσαεδρική συμμετρία (έδρα ισόπλευρο τρίγωνο). Ο λόγος βέβαια που συμβαίνει αυτό ή ένας από τους λόγους, είναι ότι η μορφή αυτή εξασφαλίζει οικονομία στο γενετικό υλικό κ.λ.π. Οι ιοί ως γνωστόν βρίσκονται στα όρια μεταξύ ζωής και μη ζωής, ονομάζονται δε ακυτταρικές μορφές ζωής. Η ανωτέρω μορφή

στους ιούς είναι μακροσκοπική, κρινόμενη με τη στοιχειώδη δομική μορφή του χώρου της ζωντανής ύλης, που περιγράψαμε στην εργασία αυτή. Παρ' όλα αυτά φαίνεται να υπάρχει μια ενδότερη αντιστοιχία.

Στον αιώνα που βαδίζουμε πιστεύω ότι οι επιστήμονες θα ασχοληθούν περισσότερο με την επιστήμη των μορφών και τις αλλαγές τους στα διάφορα φαινόμενα. Επακόλουθο από βιολογική άποψη θα είναι μια καλύτερη κατανόηση των καταστάσεων που βρίσκονται στο μεταίχμιο μεταξύ ζωής και μη ζωής. Μια πιο ολοκληρωμένη άποψη για τη ζωή, μια άλλη προσέγγιση κάποιων βιολογικών θεμάτων, τη θεραπεία ασθενειών κ.λ.π. που ο χρόνος θα δείξει. Εκτός και αν δεν "συμφέρει πνευματικά" μια τέτοια γνώση και πρέπει να παραμένει εγκλωβισμένη για να πεθαίνει, σε μουχλιασμένα άντρα και σκοτεινές στοές και να μη βγαίνει στο φως, γιατί δεν πρέπει να τη μάθουν οι βέβηλοι.

Τελειώνοντας θα λέγαμε ότι η Βιολογία δεν πρέπει να επαγαπαύεται στα επιτεύγματά της μόνο μέχρι το μοριακό επίπεδο, αν θέλει να έχει μια πιο σφαιρική αντίληψη του φαινομένου της ζωής. Η ζωή δεν εκφράζεται μόνο στο επίπεδο των σωματιδίων, των ατόμων και των μορίων (μοριακή βιολογία) αλλά και βαθύτερα, στο χώρο της ύλης, εκεί που ταυτίζονται οι μορφές με τα σύμβολα και εκεί που το πνεύμα συναντιέται με την ύλη. Ίσως το "Μηδείς αγεωμέτρητος εισίτω"⁵ πρέπει να ισχύσει και για όσους θέλουν να μελετήσουν την επιστήμη της Βιολογίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Πλάτωνος "Τίμαιος", εκδόσεις ΦΕΞΗ τόμος Α, τόμος Β.
2. Εισοσκόπιο της Επιστήμης, τεύχοι 35, 100, 106
3. Επιθεώρηση Φυσικής, τεύχος 3, Ιούλιος 1979
4. Φυσική και Φιλοσοφία: Βέρνερ Χάιζεμπεργκ
5. Φυσική Halliday - Resnick, Μέρος Α.
6. Νεώτερον Εγκυκλοπαιδικόν Λεξικόν "ΗΛΙΟΣ" - Το αρχαίον Ελληνικόν Πνεύμα.
7. Νέες εφαρμογές της Γεωμετρίας και της Τοπολογίας στις θετικές Επιστήμες (Μαθηματικά - Βιολογία, "DNA"), Νικολάου Αρτεμιάδη, Ακαδημία Αθηνών.
8. Βιολογία, Ένα ταξίδι στη ζωή, Τόμος 1, Σπύρος Μολφέτας - Ευθ. Λεωνίδας.
9. Λεξικό Βιολογίας και Γενετικής, Τόμος 1, Ανδρέας Γρανίτσας, Θεσ/νίκη 1992.
10. Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

5. Επιγραφή στην είσοδο της Ακαδημίας του Πλάτωνα.



ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η εργασία προσπαθεί να συνδέσει σε μια μαθηματική σχέση τα μοριακά βάρη των αζωτούχων βάσεων στα κωδικόνια του γενετικού κώδικα, τόσο μεταξύ τους, όσο και με τα μοριακά βάρη των αμινοξέων που κωδικοποιούν.

Εισαγωγή: Ο γενετικός κώδικας είναι το λεξικό με βάση το οποίο μεταφράζεται η γενετική πληροφορία. Με τον κώδικα αυτό, η αλληλουχία των βάσεων του mRNA (η οποία φυσικά προκύπτει από μια ορισμένη αλληλουχία βάσεων του DNA με τη διαδικασία της μεταγραφής κ.λ.π) καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες. Συγκεκριμένα μια τριάδα νουκλεοτιδίων ή καλύτερα μια τριάδα αζωτούχων βάσεων, (μιας και το μόνο τμήμα του νουκλεοτιδίου που αλλάζει είναι η αζωτούχος βάση) που ονομάζεται κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Εκτός από δύο αμινοξέα (μεθειονίνη, τρυπτοφάνη) που κωδικοποιούνται από ένα κωδικόνιο το καθένα, τα υπόλοιπα 18 αμινοξέα που μετέχουν στη δομή των πρωτεϊνών, κωδικοποιούνται από δύο ή περισσότερα κωδικόνια που ονομάζονται συνώνυμα. Τρία κωδικόνια δεν κωδικοποιούν κανένα αμινοξύ και ονομάζονται κωδικόνια λήξης. Βλέπε το γενετικό κώδικα.

Τα μοριακά βάρη των αζωτούχων βάσεων που προκύπτουν από τους χημικούς τους τύπους είναι: A=135, U=112, G=151, C=111 όπου A (αδενίνη), U(ουρακίλη), G (γουανίνη) και C (κυτοσίνη). Παρομοίως τα μοριακά βάρη των είκοσι αμινοξέων που μετέχουν στη δομή των πρωτεϊνών, με βάση το χημικό τους τύπο είναι: Γλυκίνη 75, Αλανίνη 89, Βαλίνη 117, Λευκίνη 131, Ισολευκίνη 131, Κυστεΐνη 121, Μεθειονίνη 149, Θρεονίνη 119, Σερίνη 105, Προλίνη 115, Τυροσίνη 181, Φαινυλαλανίνη 165, Τρυπτοφάνη 204, Γλουταμίνη 146, Γλουταμινικό οξύ 147, Ασπαραγγίνη 132, Ασπαρτικό οξύ 133, Λυσίνη 146, Ιστιδίνη 155, Αργινίνη 174.

| | | Δεύτερο γράμμα | | | | |
|--------------|---|--|--------------------------------------|--|---|------------------|
| | | U | C | A | G | |
| Πρώτο γράμμα | U | UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG } | UCU } UCC } Ser UCA } UCG } | UAU } Tyr UAC } UAA } Stop UAG } Stop | UGU } Cys UGC } UGA } Stop UGG } Trp | U C A G |
| | C | CUU } CUC } Leu CUA } CUG } | CCU } CCC } Pro CCA } CCG } | CAU } His CAC } CAA } Gln CAG } | CGU } CGC } Arg CGA } CGG } | U C A G |
| | A | AUU } Ile AUC } AUA } AUG } Met | ACU } ACC } Thr ACA } ACG } | AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG } | AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG } | U C A G |
| | G | GUU } Val GUC } GUA } GUG } | GCU } GCC } Ala GCA } GCG } | GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG } | GGU } GGC } Gly GGA } GGG } | U C A G |

Γενετικός κώδικας

Μαθηματική ανάλυση

Στην εργασία αυτή, κατ' αρχάς θα προσπαθήσουμε να συνδέσουμε τα μοριακά βάρη των αζωτούχων βάσεων των κωδικονίων, με τα μοριακά βάρη των αμινοξέων που κωδικοποιούν. Πως θα γίνει όμως αυτό; Από μόνα τους και απευθείας αυτά δεν συνδέονται. Μια πρώτη κίνηση για να γίνει αυτό, είναι τα μοριακά βάρη των βάσεων να συσχετιστούν αφ' ενός με κάποιο τρόπο μεταξύ τους, αφ' ετέρου με κάποιο συντελεστή που να εκφράζει τη θέση της κάθε βάσης (πρώτη, δεύτερη, τρίτη) στο κωδικόνιο και να έχει σταθερή τιμή για όλο το γενετικό κώδικα. Αλλά και αυτό έχει τις δυσκολίες του για το πως θα γίνει ακριβώς. Το μοριακό βάρος της βάσης μόνο του επί τον συντελεστή θέσης; Ο συντελεστής θέσης σαν εκθέτης δυνάμεως; Για την ιστορία δοκίμασα όλες αυτές τις περιπτώσεις και πολλές άλλες που δεν οδηγούσαν όμως πουθενά. Έπρεπε να βρεθεί ένα φυσικό πρότυπο που να χρησιμεύσει σαν οδηγός. Θεώρησα ότι καλύτερο μοντέλο από το νόμο της παγκόσμιας έλξης, που συνδέει μάζες και απόσταση (θέση) μεταξύ τους, δεν μπορεί να βρεθεί. Όμως η γνωστή σχέση της δύναμης KmM/r^2 μεταξύ δύο σωμάτων μάζας m και M , όπου K η σταθερά της παγκόσμιας έλξης και r η απόσταση μεταξύ τους, δεν βοηθάει εκ πρώτης όψεως. Απλοποιώντας την όμως, αν θέσουμε $M=m_1+m_2$ και $Km/r^2=p$ ώστε να γίνει $p(m_1+m_2)$, μας δίνει την ιδέα αυτού που θέλουμε να εφαρμόσουμε στα κωδικόνια. Γιατί το p εκφράζει συντελεστή (που πέρα από τη μάζα) προσδιορίζει τη θέση (r) ενός σώματος σε σχέση με κάποιο άλλο ή άλλα κ.λ.π. Επομένως τίποτε δεν μας εμποδίζει, κάθε βάση του κωδικονίου να παρασταθεί στην εξίσωση που θέλουμε να φτιάξουμε, μ' ένα μαθηματικό όρο, που είναι το γινόμενο ενός συντελεστή που έχει σχέση με τη θέση της (πρώτη, δεύτερη ή τρίτη) στο κωδικόνιο, επί το άθροισμα των μοριακών βαρών των δύο άλλων βάσεων.

Εκείνο που θα κριθεί σε τελευταία ανάλυση είναι κατά πόσο λειτουργεί η εξίσωση αυτή στη πράξη. Το μοντέλο μπορεί να φαίνεται απλοϊκό για κάποιους, αλλά είναι το μόνο που λειτουργεί, γιατί με άλλα πρότυπα όπως είπαμε δεν καταλήγουμε πουθενά, ενώ μ' αυτό σε κάποια συμπεράσματα καταλήγουμε. Εξάλλου όλα κρίνονται εκ του αποτελέσματος. Κάτι που πρέπει να ξεκαθαρίσουμε επίσης, είναι ότι με το πρότυπο αυτό που απλώς λειτούργησε σαν ιδέα, δεν υπολογίζουμε νευτώνειες δυνάμεις μεταξύ των βάσεων. Το αν εκφράζεται βαθύτερα μια επίδραση μεταξύ τους, είναι άλλο ζήτημα και φυσικά διαφορετικού τύπου. Για παράδειγμα μια επίδραση που να έχει σχέση με την πληροφορία κ.λ.π.

Το γενικό σχήμα της εξίσωσης για κάθε κωδικόνιο είναι:

$$X_1 (MB_2+MB_3) + X_2 (MB_1+MB_3) + X_3 (MB_1+MB_2) = MB_{\text{αμιν.}} I_{\text{αμιν.}}$$

(1)

όπου X_1, X_2, X_3 οι συντελεστές των βάσεων για την πρώτη, δεύτερη και τρίτη θέση αντίστοιχα. Τα MB_1, MB_2, MB_3 είναι τα μοριακά βάρη της πρώτης, δεύτερης και τρίτης βάσης στο κωδικόνιο. Το $MB_{\text{αμιν.}}$ είναι το μοριακό βάρος του αμινοξέος που κωδικοποιείται από το κωδικόνιο, ενώ το $I_{\text{αμιν.}}$ είναι ένας συντελεστής για το αμινοξύ, που όπως θα δούμε πιο κάτω έχει πάντα συγκεκριμένη σχέση με το μοριακό βάρος της πρώτης βάσης, το συντελεστή θέσης της δεύτερης και το μοριακό βάρος του αμινοξέος.

Ειδικότερα τώρα για τους συντελεστές πρώτης, δεύτερης και τρίτης θέσης της αδενίνης, ας τους συμβολίσουμε a_1, a_2, a_3 αντίστοιχα, για τη γουανίνη $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ αντίστοιχα, για την ουρακίλη u_1, u_2, u_3 και για την κυτοσίνη k_1, k_2, k_3 . Ειδικά επίσης για το συντελεστή των αμινοξέων, παίρνουμε σαν σύμβολο το πρώτο γράμμα αυτού ή περισσότερα γράμματα αν τα αμινοξέα αρχίζουν από το ίδιο γράμμα κ.λ.π.

Παραδείγματα: CUA (λευκίνη) $247k_1 + 246u_2 + 223a_3 = 131\lambda$
 AUG (μεθειονίνη) $263a_1 + 286u_2 + 247\gamma_3 = 149\mu$
 UGC (κυστεΐνη) $262u_1 + 223\gamma_2 + 263k_3 = 121k$
 AAA (λυσίνη) $270a_1 + 270a_2 + 270a_3 = 146 \lambda\sigma$. κ.λ.π

Από τις εξισώσεις των κωδικονίων, μπορούμε να βρούμε διάφορες σταθερές σχέσεις μεταξύ των συντελεστών θέσης.

Θα δώσουμε ένα παράδειγμα από τα κωδικόνια της φαινυλαλανίνης.

$$UUU \rightarrow 224u_1 + 224u_2 + 224u_3 = 165 \varphi \quad (\alpha)$$

$$UUC \rightarrow 223u_1 + 223u_2 + 224k_3 = 165 \varphi \quad (\beta)$$

$$\text{ισχύει: } 224u_1 + 224u_2 + 224u_3 = 223u_1 + 223u_2 + 224k_3$$

$$u_1 + u_2 + 224u_3 = 224k_3 \quad \text{ή} \quad u_1 + u_2 = 224(k_3 - u_3) \quad (2)$$

Από τις εξισώσεις (α) και (β) της φαινυλαλανίνης λύνοντας ως προς $u_1 + u_2$ έχουμε:

$$u_1 + u_2 = \frac{165 \varphi - 224u_3}{224} \quad \text{και} \quad u_1 + u_2 = \frac{165\varphi - 224k_3}{223} \quad \text{αντίστοιχα.}$$

$$\text{Εξισώνοντας και λύνοντας βρίσκουμε: } 50176k_3 - 49952u_3 = 165 \varphi \quad (3)$$

Διάφορες σχέσεις βρίσκουμε και από τα άλλα κωδικόνια των αμινοξέων. Κάθε σχέση που έχει βρεθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί όποτε χρειάζεται, για να βρε-

θούν άλλες ή να συνδιαστούν με άλλες. Ειδικά τα έξι συνώνυμα κωδικόνια της σερίνης και της αργινίνης, που έχουν το χαρακτηριστικό τα τέσσερα πρώτα να διαφοροποιούνται από τ' άλλα δύο (ως προς την πρώτη ή και την δεύτερη βάση), συμβάλλουν σημαντικά στον τελικό προσδιορισμό των μαθηματικών σχέσεων. Γιατί τελικός σκοπός είναι η εύρεση σχέσεων απ' όπου θα προκύπτουν σταθερές αριθμητικές τιμές για τους συντελεστές θέσης, που να ισχύουν για όλα τα κωδικόνια και που θα επαληθεύουν τις ειδικές και γενικές εξισώσεις που προκύπτουν. Στην εργασία αυτή δεν θα καταποιαστούμε με όλες αυτές τις μαθηματικές εξισώσεις από τα διάφορα κωδικόνια, διότι και πολύ χώρο καταλαμβάνουν, αλλά κυρίως γιατί θα φανούν κουραστικές σε πολλούς, ενώ αλλού είναι η παρουσία. Θα δώσουμε απευθείας σε πίνακα τους συντελεστές θέσης των βάσεων, που καταλήξαμε από τις εξισώσεις των κωδικονίων του γενετικού κώδικα, συναρτήσει του ενός και συγκεκριμένα του a_3 .

Πίνακας με τους συντελεστές θέσης των βάσεων συναρτήσει του a_3

| | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| $u_1 = -\frac{224}{247} a_3$ | $\kappa_1 = -\frac{223}{247} a_3$ | $\gamma_1 = -\frac{263}{247} a_3$ | $a_1 = -a_3$ |
| $u_2 = 0$ | $\kappa_2 = \frac{1}{247} a_3$ | $\gamma_2 = -\frac{39}{247} a_3$ | $a_2 = -\frac{23}{247} a_3$ |
| $u_3 = \frac{224}{247} a_3$ | $\kappa_3 = \frac{223}{247} a_3$ | $\gamma_3 = \frac{263}{247} a_3$ | a_3 |

Από τον πίνακα φαίνεται ότι μόνο το άθροισμα όλων των συντελεστών θέσης της ουρακίλης είναι ίσο με το μηδέν. Είναι ένα ερώτημα όπως και γιατί $u_2=0$. Μήπως επειδή δεν υπάρχει στο DNA ουρακίλη; Επίσης για όλες τις βάσεις το άθροισμα του πρώτου και του τρίτου συντελεστή θέσης είναι ίσο με μηδέν. Τέλος όλοι οι συντελεστές βάσεων της πρώτης θέσης έχουν αρνητικό πρόσημο, της τρίτης θέσης όλοι θετικό, ενώ από της δεύτερης μόνο της κυτοσίνης έχει θετικό πρόσημο.

Με βάση τον πίνακα μπορεί ο καθένας να επαληθεύει κάθε εξίσωση στα κωδικόνια, καθώς και τις γενικές εξισώσεις που προκύπτουν απ' αυτόν. Συγκεκριμένα επαληθεύεται ότι ισχύει η γενική σχέση $MB_{\text{αμιν.}} I_{\text{αμιν.}} = 2MB_1 X_2$ (4).

Δηλαδή: Υπάρχει ένας συντελεστής για κάθε αμινοξύ, που εξαρτάται από το κωδικόνιο που το κωδικοποιεί, που το γινόμενο του με το μοριακό βάρος του αμινοξέος, ισούται με το διπλάσιο του μοριακού βάρους της πρώτης βάσης του κωδικονίου επί τον συντελεστή θέσης της δεύτερης βάσης.

Παραδείγματα: ACU (θρεονίνη), $223\alpha_1 + 247\kappa_2 + 246\upsilon_3 = 119\theta$

$$223(-\alpha_3) + 247\left(\frac{1}{247}\alpha_3\right) + 246\left(\frac{224}{247}\alpha_3\right) = 119\theta$$

$$-222\alpha_3 + \frac{246 \cdot 224}{247}\alpha_3 = 119\theta \Rightarrow 119\theta = \frac{270}{247}\alpha_3$$

$$\Rightarrow 119\theta = 2 \cdot 135\left(\frac{1}{247}\alpha_3\right)$$

Το 135 είναι το μοριακό βάρος της αδενίνης και το $\frac{1}{247}\alpha_3$

ο συντελεστής δεύτερης θέσης της κυτοσίνης.

CAU (ιστιδίνη), $247\kappa_1 + 223\alpha_2 + 246\upsilon_3 = 155\text{ιστ.}$

$$247\left(-\frac{223}{247}\alpha_3\right) + 223\left(-\frac{23}{247}\alpha_3\right) + 246\left(\frac{224}{247}\alpha_3\right) = 155\text{ιστ.}$$

μετά τις πράξεις $155\text{ιστ.} = \frac{5106}{247}\alpha_3$

$$\Rightarrow 155\text{ιστ.} = 2 \cdot 111\left(-\frac{23}{247}\alpha_3\right)$$

Το 111 είναι το μοριακό βάρος της κυτοσίνης και το $-\frac{23}{247}\alpha_3$

ο συντελεστής δεύτερης θέσης της αδενίνης. Ας δούμε και δύο κωδικόνια της σερίνης που διαφέρουν στις δύο πρώτες βάσεις.

UCU $\rightarrow 223\upsilon_1 + 224\kappa_2 + 223\upsilon_3 = 105 \cdot \sigma$

$$223\left(-\frac{224}{247}\alpha_3\right) + 224\left(\frac{1}{247}\alpha_3\right) + 223\left(\frac{224}{247}\alpha_3\right) = 105 \cdot \sigma$$

Τελικά $105 \cdot \sigma = \frac{224}{247}\alpha_3$ ή $105 \cdot \sigma = 2 \cdot 112 \cdot \left(\frac{1}{247}\alpha_3\right)$ κ.λ.π

$$AGU \rightarrow 263a_1 + 247\gamma_2 + 286u_3 = 105 \cdot \sigma'$$

$$263 (-a_3) + 247 \left(-\frac{39}{247} a_3 \right) + 286 \left(\frac{224}{247} a_3 \right) = 105 \cdot \sigma'$$

$$\text{Τελικά } 105 \cdot \sigma' = -\frac{10530}{247} a_3 \text{ ή } 105 \cdot \sigma' = 2 \cdot 135 \cdot \left(-\frac{39}{247} a_3 \right) \text{ κ.λ.π.}$$

Αυτό συμβαίνει σε κάθε περίπτωση όπως εύκολα μπορεί να ελέγξει ο καθένας. Έχει ισχύ νόμου. Για τα κωδικόνια που η δεύτερη αζωτούχα βάση είναι ουρακίλη, επειδή $u_2 = 0$ το $I_{\text{αμιν.}} = 0$. Τέλος για τα κωδικόνια λήξης που δεν κωδικοποιούν κανένα αμινοξύ, μπορούμε να πούμε ότι δεν έχει νόημα η σχέση (4) ή αν θέλουμε, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το μοριακό βάρος του "αμινοξέος" είναι το μηδέν και ο συντελεστής "αμινοξέος" τίνει στο άπειρο.

Η πιο σημαντική σχέση κατά τη γνώμη μου, με βάση τ' ανωτέρω, είναι αυτή που προκύπτει από το συνδιασμό της (1) και της (4).

$$\text{ισχύει: } X_1 (MB_2 + MB_3) + X_2 (MB_1 + MB_3) + X_3 (MB_1 + MB_2) = MB_{\text{αμιν.}} \cdot I_{\text{αμιν.}} = 2MB_1 \cdot X_2 \quad (5)$$

Από το πρώτο και τρίτο μέλος της σχέσης (5) προκύπτει:

$$(X_3 - X_2) MB_1 + (X_1 + X_3) MB_2 + (X_1 + X_2) MB_3 = 0 \quad (6)$$

Η σχέση (6) είναι πολύ σημαντική μαθηματική σχέση για το γενετικό κώδικα. Ισχύει για όλα τα κωδικόνια και της λήξης φυσικά. Είναι μια σχέση που εφαρμόζοντας την στα διάφορα κωδικόνια, δίνει "μηδενικά αθροίσματα" μεταξύ των συντελεστών των βάσεων που περιέχει.

$$\text{Παραδείγματα : } ACG \rightarrow (\gamma_3 - \kappa_2) 135 + (a_1 + \gamma_3) 111 + (a_1 + \kappa_2) 151 = 0$$

$$\text{τελικά } 262 a_1 + 16\kappa_2 + 246\gamma_3 = 0$$

$$GAU \rightarrow (u_3 - a_2) 151 + (\gamma_1 + u_3) 135 + (\gamma_1 + a_2) 112 = 0$$

$$\text{τελικά } 247\gamma_1 - 39a_2 + 286u_3 = 0 \quad \text{κ.λ.π.}$$

Φυσικά το μηδενικό άθροισμα των όρων, επί έναν ακέραιο αριθμό (που μπορεί να εκφράζει π.χ. τη θέση του κωδικονίου μέσα στο πλαίσιο ανάγνωσης ενός γονιδίου), δίνει πάλι άθροισμα μηδέν. Θα μας χρειαστεί πιο κάτω. Συνεχίζουμε με κάτι άλλο που σχετίζεται με τα "μηδενικά αθροίσματα". Από διάφορα κωδικόνια, συνδέοντας τις επιμέρους σχέσεις μεταξύ τους, προκύπτουν κάποιες σχέσεις

πολύ “γοητευτικές” όπως π.χ. για τους συντελεστές πρώτης θέσης:

$$\begin{aligned} 655a_1 + 4847k_1 - 262\gamma_1 - 5240u_1 &= 0 \\ 2882a_1 - 131k_1 - 1703\gamma_1 - 1048u_1 &= 0 \\ 4940a_1 + 7657k_1 - 2717\gamma_1 - 9880u_1 &= 0 \quad \text{κ.λ.π} \end{aligned}$$

Εδώ δεν έχουμε μόνο το αλγεβρικό άθροισμα των όρων ίσο με μηδέν, αλλά και οι συγκεκριμένοι αριθμοί έχουν άθροισμα μηδέν.

$$\begin{aligned} \text{Δηλαδή: } 655 + 4847 - 262 - 5240 &= 0 \\ 2882 - 131 - 1703 - 1048 &= 0 \\ 4940 + 7657 - 2717 - 9880 &= 0 \quad \text{κ.λ.π} \end{aligned}$$

Άλλο παράδειγμα, για τους συντελεστές τρίτης θέσης:

$$\begin{aligned} 24u_3 + 25k_3 + 72\gamma_3 - 121a_3 &= 0 \\ 40u_3 + 41k_3 + 119\gamma_3 - 200a_3 &= 0 \quad \text{κ.λ.π} \end{aligned}$$

Και εδώ ισχύει το ίδιο. Αυτά μπορεί να επαληθευτούν από τιμές των συντελεστών με βάση τον πίνακα.

Μπορούμε επίσης να θέσουμε μια αριθμητική τιμή στο a_3 π.χ. 247 και να βρούμε τις αριθμητικές τιμές όλων των άλλων συντελεστών οι οποίες είναι οι εξής: $a_2 = -23$, $a_1 = -247$, $u_1 = -224$, $u_2 = 0$, $u_3 = 224$, $k_1 = -223$, $k_2 = 1$, $k_3 = 223$, $\gamma_1 = -263$, $\gamma_2 = -39$, $\gamma_3 = 263$. Με τις τιμές αυτές φυσικά επαληθεύονται οι γενικές σχέσεις (4) (βρίσκουμε και τιμές στο $I_{\text{αμιν.}}$) και η (6). Με άλλη τιμή του a_3 έχουμε αντίστοιχα άλλες τιμές για τους συντελεστές, που προκύπτουν από τις μεταξύ τους σχέσεις. Δεν είναι απαραίτητο να οριστεί η αριθμητική τιμή του a_3 για να βρούμε τις υπόλοιπες. Από οποιαδήποτε τιμή κάποιου συντελεστή μπορεί να προκύψουν οι άλλες π.χ. $u_1 = 2$ τότε $a_3 = -2,205$ κ.λ.π. Αξιοσημείωτο είναι με τιμή $a_3 = -\frac{247}{61}$

ισχύουν κανονικά όσα είπαμε, αλλά υπάρχει και το ιδιαίτερο, το άθροισμα όλων των συντελεστών θέσης όλων των βάσεων ισούται με τη μονάδα.

Οι συντελεστές θέσης των βάσεων εκφράζουν κάποιο φυσικό μέγεθος;

Ένας προβληματισμός που εύκολα μπορεί να δημιουργηθεί στον καθένα είναι ο εξής: Οι συντελεστές θέσης των βάσεων που παίρνουν τιμές θετικές, αρνητικές ή μηδέν έχουν φυσική υπόσταση; Εκφράζουν δηλαδή κάποιο φυσικό μέγεθος ή είναι καθαροί αριθμοί;

Θα προσπαθήσουμε εν' ολίγοις να προσεγγίσουμε το θέμα. Άλλοι ερευνητές μπορεί να δώσουν καλύτερες απαντήσεις. Το όλο ζήτημα αποτελεί πεδίο προς έρευνα. Κατ' αρχάς τα μοριακά βάρη των βάσεων εκφράζουν σε τελευταία ανάλυση μάζα (μοριακή μάζα). Μάζα που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη χημική δομή, θέση κ.λ.π. Αν οι συντελεστές είναι καθαροί αριθμοί, μπορεί μ' αυτούς απλώς να εκφράζεται μια ποσοτική σχέση μοριακών μαζών, κάτι σαν "ενεργός" μάζα, στα πλαίσια ροής της γενετικής πληροφορίας. Είναι γνωστό σε διάφορα φαινόμενα, τα σώματα να μη μετέχουν σ' αυτό με την ακριβή τιμή της μάζας τους, αλλά με τη μάζα τους πολλαπλασιασμένη με ένα συντελεστή αναλογίας (ενεργός μάζα). Ένα παράδειγμα είναι η ενεργός συγκέντρωση ή ενεργότητα στα διάφορα διαλύματα. Άλλο παράδειγμα το ηλεκτρόνιο, που όταν βρίσκεται μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, έχει ενεργό μάζα πολύ διαφορετική από την "πραγματική" του μάζα. Έχει αυτή που εμφανίζεται στη μαθηματική εξίσωση. Αν κάποιος δεν καλύπτονται με την "ενεργό" μάζα, ας το δούμε και αλλιώς. Ας θυμηθούμε κάτι "ανάλογο" από την επιστήμη της Χημείας με τους αριθμούς οξείδωσης των στοιχείων. Αυτός είναι το ηλεκτρικό φορτίο που πραγματικά έχει ή φαινομενικά έχει ένα άτομο, αν αριθμήσουμε τα ηλεκτρόνια της χημικής ουσίας στην οποία ανήκει με βάση ορισμένους συμβατικούς κανόνες: α) τα ηλεκτρόνια μεταξύ ομοίων ατόμων διαμοιράζονται εξίσου στα δύο άτομα και β) τα ηλεκτρόνια μεταξύ ανόμοιων ατόμων αριθμούνται σαν ν' ανήκουν στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο. Ισχύει το αλγεβρικό άθροισμα των αριθμών οξείδωσης των στοιχείων μιας ένωσης να είναι ίσο με μηδέν.

Με τον αριθμό οξείδωσης διευκολύνεται η γραφή των χημικών τύπων, η εύρεση των συντελεστών στις εξισώσεις που παριστάνουν οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις κ.λ.π. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπως π.χ. στο τετραθειονικό νάτριο ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$) ο αριθμός οξείδωσης του θείου είναι κλασματικός $\frac{5}{2} = 2,5$ που δεν έχει σχέση ούτε με πραγματικό ούτε με φαινομενικό ηλεκτρικό φορτίο. Δεν ξενίζει όμως τους χημικούς γιατί ο αριθμός οξείδωσης είναι **συμβατική** έννοια που τους διευκολύνει στη μελέτη του μηχανισμού των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων με ενιαίο τρόπο.

Αν οι συντελεστές θέσης εκφράζουν κάποιο φυσικό μέγεθος τι μπορεί να είναι αυτό; Από τη Φυσική γνωρίζουμε η μάζα επί επιτάχυνση εκφράζει δύναμη, επί ταχύτητα ορμή, επί απόσταση προσδιορισμό κέντρου μάζας ενός συστήματος σωμάτων κ.λ.π.

Αν οι συντελεστές θέσης εκφράζουν κάποιο φυσικό μέγεθος τι μπορεί να είναι αυτό; Από τη Φυσική γνωρίζουμε η μάζα επί επιτάχυνση εκφράζει δύναμη, επί ταχύτητα ορμή, επί απόσταση προσδιορισμό κέντρου μάζας ενός συστήματος σωμάτων κ.λ.π.

Οι δύο τελευταίες περιπτώσεις μάλλον δεν μπορούν να χρησιμεύσουν για το θέμα μας. Για δυνάμεις μπορούμε να πούμε τα εξής: Μεταξύ των αζωτούχων βάσεων εμφανίζονται δυνάμεις Van der Waals, υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις και γε-

νικά διαμοριακές δυνάμεις ελκτικές και απωστικές. Άραγε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι συντελεστές θέσης των βάσεων αντιστοιχούν με επιταχύνσεις ή επιβραδύνσεις (αρνητικές τιμές), που πραγματικά ή υποθετικά προκύπτουν από τις δυνάμεις αυτές, όταν επιδρούν σε συγκεκριμένες μοριακές μάζες των βάσεων και σε συγκεκριμένη θέση αυτών στα πλαίσια της γενετικής πληροφορίας; Αν ισχύει κάτι τέτοιο, πρέπει να μπορεί να εξηγηθεί ότι η ουρακίλη στο μέσο ενός κωδικονίου ανεξάρτητα ποια είναι η πρώτη και η τρίτη βάση, έχει πάντα συντελεστή ίσο με μηδέν ($u_2=0$).

Όλα αυτά όπως είπαμε μπορεί ν' αποτελέσουν ύλη για έρευνα και προβληματισμό. Ανεξάρτητα όμως αν οι συντελεστές προκύπτουν από κάποιο φυσικό μέγεθος που παίρνει συγκεκριμένες αριθμητικές τιμές ή είναι καθαροί αριθμοί, εκείνο που έχει σημασία είναι ότι ισχύουν αδιαμφισβήτητα κάποιες μαθηματικές σχέσεις στο γενετικό κώδικα, που ίσως να βοηθήσουν στη καλύτερη μελέτη μηχανισμών οργάνωσης και λειτουργίας του γενετικού υλικού.

Τέλος προβληματισμός μπορεί να προκύψει και από τα εξής: Αυτές οι "αρμονικές" μαθηματικές σχέσεις που προέρχονται από συγκεκριμένους αριθμούς (μοριακά βάρη βάσεων, μοριακά βάρη αμινοξέων, συγκεκριμένα κωδικόνια του γενετικού κώδικα που τα κωδικοποιούν κ.λ.π) μπορεί να σημαίνουν κάτι σε επίπεδο ζωής; Κάτι απ' αυτά ν' αλλάζε σε αριθμητικά νούμερα ή στην αλληλουχία των βάσεων και θ' άλλαζαν τα πάντα. Βέβαια θα ίσχυε κάτι άλλο μπορεί να πει κάποιος. Στα πλαίσια της εξέλιξης όλα μπορούν να ισχύουν και να συμβαίνουν. Ακόμα και το να μην είναι απαραίτητο να ισχύει κάτι. Όμως ποιος μας το εξασφαλίζει αυτό, το να μπορούσε δηλαδή να ισχύει κάτι άλλο ή να μην ισχύει τίποτα; Ισχύει η τάξη ή το χάος στο γενετικό κώδικα; Πρόσφατα Γιαπωνέζοι ερευνητές πρόσθεσαν και κάποιες "άλλες βάσεις" σε γενετικό υλικό και πέτυχαν να κωδικοποιείται και 21ο αμινοξύ κ.λ.π.

Ερώτηση: Ισχύουν τ' ανωτέρω της εργασίας, σε μαθηματικό επίπεδο, όταν επιτυγχάνεται κάτι τέτοιο;

Προοπτικές

Πριν από χρόνια ένας βιολόγος που γνώριζε και μουσική, είχε αντιστοιχίσει τις αζωτούχες βάσεις με μουσικές νότες και χρησιμοποιώντας την αλληλουχία των βάσεων σε διάφορα γονίδια, κατόρθωσε να παράγει θαυμάσιες μουσικές μελωδίες.

Πολύ φυσιολογικό είναι να διερωτηθεί κάποιος σε τι μπορεί να χρησιμεύσουν όλα αυτά. Κατ' αρχάς η πρακτικίστικη αντίληψη για κάτι δεν είναι πάντα καλός σύμβουλος.

Όχι ότι η πρακτική εφαρμογή δεν είναι κάτι το πολύ σημαντικό, αλλά δεν είναι πάντα το πρωτεύον. Για την εργασία αυτή θα μπορούσα να πω ότι δεν γνωρίζω τι μπορεί να προσφέρει στο μέλλον. Μπορεί ίσως πολλά, μπορεί όμως και τίποτα. Να είναι απλά ένα καθαρά διασκεδαστικό μαθηματικό πρόβλημα. Να ενδιαφέρει μόνο τους μαθηματικούς που ασχολούνται με τη θεωρία των αριθμών. Από την άλλη θεωρώ ότι ισχύει το εξής: Κάθε τι που έχει σχέση με το γενετικό κώδικα, το λεξικό της ζωής, όσο απλό ή ασήμαντο και αν φαίνεται, αν είναι σωστό, δεν ξέρεις που μπορεί να σε οδηγήσει.

Ποιος μπορεί χωρίς να ερευνήσει, ν' αποκλείσει τη πιθανότητα τα γονίδια ή τα προϊόντα έκφρασής τους, ανάλογα με τη δομή και τη λειτουργία τους ή άλλες ιδιότητές τους, να συνδέονται μ' αυτά που περιγράψαμε στην εργασία αυτή; Ή ότι όλα αυτά δεν μπορεί να βρουν εφαρμογή στους υπολογιστές με DNA; Σήμερα μάλιστα που η χαρτογράφηση του γονιδιώματος του ανθρώπου και άλλων οργανισμών προχωρεί πολύ γρήγορα, η βιοπληροφορική αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς και επομένως η γνωσιολογική και υπολογιστική δυνατότητα είναι μεγάλη, το να δεις αν κάτι συμβαίνει ή όχι απαιτεί σύντομο σχετικά χρόνο.

Τελειώνοντας θάθελε να προτείνω για ερευνα μια σκέψη-εφαρμογή των ανωτέρω. Σίγουρα μπορούν να προταθούν και άλλες. Αυτή είναι η εξής: Σε κάθε πλαίσιο ανάγνωσης ενός γονιδίου (είτε στη κωδική αλυσίδα του DNA ή στο mRNA που έμμεσα παράγει) κάθε κωδικόνιο δίνει ένα μηδενικό άθροισμα των συντελεστών των βάσεων που περιέχει, σύμφωνα με τη σχέση (6) όπως κατ' επανάληψη έχει αναφερθεί. Πολλαπλασιάζουμε τους όρους του "μηδενικού αθροίσματος" επί τον ακέραιο αριθμό που δείχνει τη θέση του κωδικονίου στο πλαίσιο ανάγνωσης. Αυτό γίνεται για να ξεχωρίσουμε τα πλαίσια ανάγνωσης που μπορεί να έχουν τα ίδια κωδικόνια αλλά σε διαφορετική αλληλουχία.

Το σύνολο όλων των αθροισμάτων που ισούται φυσικά πάλι με μηδέν, το ταξινομούμε σε ξεχωριστά αθροίσματα με συντελεστές πρώτης, δεύτερης και τρίτης θέσης ή σε αθροίσματα με τους συντελεστές θέσης για κάθε βάση κ.λ.π.

Σ' αυτά αντιστοιχούν τελικά αριθμοί, αν κάθε συντελεστής αντικατασταθεί συναρτήσεως του ενός π.χ. του a_3 κ.λ.π. Μπορεί να γίνει επίσης με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών, στατιστική ανάλυση δεδομένων, γραφικές παραστάσεις, εφαρμογή της θεωρίας για χαοτικές καταστάσεις (καταστάσεις με υψηλή πολυπλοκότητα, που εμφανίζονται στο "χώρο των φάσεων" των μη γραμμικών δυναμικών συστημάτων) κ.λ.π.

Από τη μαθηματική σύγκριση πλαισίων ανάγνωσης διαφόρων γονιδίων αλληλόμορφων ή μη, του ιδίου ή διαφορετικών οργανισμών, περιοχές που κωδικοποιούνται και περιοχές που δεν κωδικοποιούνται κ.λ.π. μπορεί να προκύπτει κάποια μαθηματική λογική με βιολογικά συμπεράσματα. Στους ιούς κάποια επιπλέον τα-

ξινόμιση, μελέτη της εξέλιξης και σε ένα άλλο επίπεδο κ.λ.π. Τα πάντα είναι αριθμός έλεγε ο Πυθαγόρας. Με λίγα λόγια η αρμονία και η σοφία που κρύβεται στο γενετικό υλικό, ν' αντανάκλαται πέρα από τη βιολογική διάσταση και σε μια μαθηματική διάσταση, που η μία να μην αναιρεί την άλλη, αλλά να αλληλοεξαρτώνται και να αλληλοσυμπληρώνονται.


Στο κυνήγι των γονιδίων για τις βιολογικές πληροφορίες τους, ας προστεθεί και το κυνήγι των μαθηματικών πληροφοριών τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Gamow, G. 1954a. Possible relation between deoxyribonucleic acid and protein structures. *Nature* 173:318.
2. Gamow, G. 1954b. Possible mathematical relation between deoxyribonucleic acid and proteins. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Meddelelser* 22:1-13.
3. Golomb, S.W. 1962. Efficient coding for the deoxyribonucleic channel. *Proceedings of Symposia in Applied Mathematics*, Vol. 14, Mathematical Problems in the Biological Sciences, pp. 87-100. Providence: American Mathematical Society.
4. Δημήτρης Νικολαΐδης: Βιομοριακοί υπολογιστές - Υπολογίζοντας με μόρια DNA. Περισκόπιο της Επιστήμης Τεύχος 253 Σεπτέμβριος 2001.
5. Τα μαθηματικά και ο εγκέφαλος, Jean-Pierre Changeux-Alain Connes, Εκδόσεις κάτοπτρο.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣ)

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιας



Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

Γραφικές Τέχνες

ΘΕΟΔΩΡΙΔΗ

Γαριβάλδη 10, 45221 Ιωάννινα

Τηλ.-Fax: 0651 - 77358

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κόνιτσας



55841



KON