

# **Μυστήρια της ύλης. Τα νεώτερα πειράματα στο CERN και η Φυσική των Υψηλών Ενεργειών στα ίχνη του Δημιουργού;**

*Του Έραστου Φίλου*

Η αρχαία ιδέα περί ατομικότητας της ύλης, μολονότι ξεχασμένη από την κλασική περίοδο και μετά, άρχισε μόλις πριν λίγους αιώνες να απασχολεί σοβαρά την επιστήμη. Το αποκορύφωμα της σταδιοδρομίας της ιδέας αυτής είναι τα νέα πειράματα στο Ευρωπαϊκό Ερευνητικό Κέντρο CERN που ξεκίνησαν με επιτυχία στις αρχές Απριλίου 2010. Το άρθρο επιχειρεί να ανασκοπήσει την εξέλιξη της έρευνας του υπο-ατομικού κόσμου για να καταλήξει ότι καθώς η επιστήμη εισχωρεί με δριμύτητα σε νέες δομές, οι επιστήμονες «ανιχνεύουν» αργά αλλά σταθερά τα μυστήρια της Δημιουργίας.

## **Από τη διάσπαση του ατόμου στη Φυσική των Υψηλών Ενεργειών**

Ο Δημόκριτος, ο αρχαίος έλληνας φιλόσοφος ως ο κύριος εκπρόσωπος της ονομαζόμενης «υλιστικής» σχολής θεωρούσε σαν πρώτη αρχή τα αιώνια, άφθαρτα, αμετάβλητα και αεικίνητα «άτομα» (άτμητα). Η έννοια αυτή της ύλης ως αποτελούμενης από στοιχειώδη σωματίδια, τα άτομα, χάθηκε στο πέρασμα της ανθρώπινης ιστορίας, μέχρις ότου ανακαλυφθεί εκ νέου στα πλαίσια της νεώτερης επιστήμης, πριν από λίγους αιώνες.

Το 1911, ο βρετανός φυσικός Έρνεστ Ράδερφορντ, πρότεινε ένα ατομικό μοντέλο το οποίο θεωρούσε το άτομο ως μινιατούρα του ηλιακού συστήματος. Η θετική μάζα του ατόμου βρισκόταν συγκεντρωμένη στον πυρήνα του και γύρω απ' αυτόν περιστρέφονταν αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. Αν και το μοντέλο που πρότεινε ο Ράδερφορντ δεν απέδιδε σωστά την πραγματική φύση των ατόμων και τροποποιήθηκε στο εξής από την κβαντομηχανική, αποτέλεσε όμως μια είσοδο για την επιστημονική αναζήτηση του υποατομικού κόσμου. Το άτομο δεν ήταν πλέον άτμητο, αποτελείτο από πυρήνα και ηλεκτρόνια. Το ερώτημα, από τι άραγε αποτελείται ο πυρήνας, γρήγορα βρήκε την απάντησή του με την ανακάλυψη του πρωτονίου το 1914 από τον Ράδερφορντ και του νετρονίου το 1932 από τον Τζέιμς Τσάντουϊκ. Λίγα χρόνια αργότερα ο γερμανός χημικός Όττο Χαν και ο συνεργάτης του Φρίτς Στράσμαν έκαναν μια σημαντική ανακάλυψη: ο πυρήνας του ουρανίου-235 είχε την ικανότητα να διασπάται, δηλαδή να υφίσταται «σχάση», με την βοήθεια ενός νετρονίου χαμηλής ταχύτητας, εκλύοντας μαζί με τα δύο τεμάχια σχάσης του πυρήνα του ουρανίου και μερικά νετρόνια μαζί με σημαντικό ποσοστό ενέργειας. Αυτή η ανακάλυψη των Χαν και Στράσμαν, έτυχε να γίνει σε μια εποχή πολιτικών συγκυριών, όπου ο Χίτλερ προσπάθησε να εκμεταλλευτεί την πυρηνική ενέργεια καθώς πολλοί από τους

επιστήμονες πρόσφυγες του Γ' Ράιχ παρότρυναν την αμερικανική κυβέρνηση να επισπεύσει την πυρηνική έρευνα για να μη βρεθεί ο Χίτλερ πρώτος με την ατομική βόμβα στη διάθεσή του.

Όπως είπαμε, τα άτομα αποτελούνται από έναν θετικά φορτισμένο πυρήνα με «περιστρεφόμενα» αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. Το άτομο καθαυτό είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, και η αλληλεπίδραση πυρήνα με ηλεκτρόνια είναι ηλεκτρομαγνητικής μορφής. Ο πυρήνας αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια. Από τους νόμους του ηλεκτρισμού γνωρίζουμε, πως όμοια φορτία αποστρέφονται. Συνεπώς, το ερώτημα που τίθεται είναι, ποιά είναι η δύναμη που συγκρατεί τον πυρήνα και δεν εκρήγνυται. Πριν από το 1935 μόνο δύο δυνάμεις της Φύσης ήταν γνωστές: η ηλεκτρομαγνητική δύναμη και η δύναμη της βαρύτητας. Η βαρύτητα είναι σχετικά ασθενής για να συγκρατήσει τα πρωτόνια. Σ' έναν ατομικό πυρήνα, με τα πρωτόνια στριμωγμένα σ' ένα εκατομμυριοστό του εκατομμυριοστού του χιλιοστού του μέτρου, όπου εκείνα έρχονται ουσιαστικά «σε επαφή» μεταξύ τους, η ηλεκτρομαγνητική άπωση είναι τρομακτικά ισχυρή – κι όμως τα πρωτόνια παραμένουν μαζί.

Το 1935 ο ιάπωνας φυσικός Χιντέκι Γιουκάβα παρουσίασε την θεωρία της πυρηνικής δύναμης. Έδειξε, πως είναι δυνατόν, όταν πρωτόνια και νετρόνια βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους, να παράγουν μια δύναμη έλξης χίλιες φορές μεγαλύτερη από την ηλεκτρομαγνητική, απωθητική δύναμη. Ότι συγκρατείται από την πυρηνική αυτή δύναμη δεν μπορεί να διαχωριστεί από την ηλεκτρομαγνητική δύναμη. Η ισχυρή πυρηνική δύναμη κρατάει σταθερό έναν ατομικό πυρήνα όπου θετικά πρωτόνια και ουδέτερα νετρόνια συνυπάρχουν σε συγκεκριμένη αναλογία.

Όταν ένας πυρήνας ανακτά αναλογίες έξω από την περιοχή σταθερότητας δεν παραμένει σταθερός. Μικρά σωματίδια «βήτα» (που αποτελούνται από ηλεκτρόνια και αντινετρίνα ή από ποζιτρόνια και νετρίνα) εκπέμπονται υπό την επίδραση της ονομαζόμενης «ασθενούς» (πυρηνικής) δύναμης ώσπου η αναλογία του πυρήνα προσαρμοσθεί στη σταθερότητα. Η ασθενής δύναμη είναι ξεχωριστή από την πυρηνική δύναμη που σχολιάσαμε προηγουμένως. Είναι υπεύθυνη για την ονομαζόμενη αποσύνθεση «βήτα», όταν δηλαδή ένα νετρόνιο μεταβάλλεται σε πρωτόνιο εκπέμποντας ακτινοβολία «β». Με άλλα λόγια, η ασθενής δύναμη είναι η δύναμη που ελέγχει τη ραδιενέργεια των ασταθών πυρήνων.

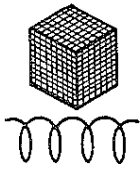
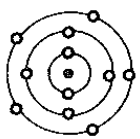
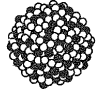


Υπάρχουν επομένως, τέσσερις διαφορετικοί και ανεξάρτητοι τρόποι με τους οποίους τα σωματίδια, που συγκροτούν το σύμπαν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Ο καθένας απ' αυτούς αποτελεί μια ιδιαίτερη παραλλαγή αλληλεπίδρασης, στην Φυσική κοινώς γνωστή ως «θεμελιώδης δύναμη». Μπορούν να ταξινομηθούν, ανάλογα με το μέγεθος ισχύς τους, ως εξής (βλ. πίνακα 1):

Θεμελιώδης δύναμη	Σχετική ισχύς
Πυρηνική	$10^3 = 1000$
Ηλεκτρομαγνητική	$10^0 = 1$
Ασθενής	$10^{-11} = 0,00000000001$
Βαρύτητα	$10^{-39} = 0,001$

Πίνακας 1: Θεμελιώδεις δυνάμεις σε σχέση με το μέγεθος ισχύος τους

Στην καθημερινή ζωή ερχόμαστε σε επαφή με δυο απ' αυτές τις δυνάμεις: την βαρύτητα και την ηλεκτρομαγνητική δύναμη. Η πυρηνική και η ασθενής δύναμη, περιορίζονται τοπικά στο πλαίσιο του ατομικού πυρήνα και επιδρούν μόνο εντός αυτού. Αυτός είναι και ο λόγος που μέχρι την εποχή μας έμειναν αυτές κρυμμένες από την ανθρώπινη γνώση.

Η Φυσική όμως δεν παρέμεινε στον πυρήνα. Πίσω από το ερώτημα, τι συγκροτεί την πυρηνική δύναμη ανακάλυψε πως τόσο το πρωτόνιο όσο και το νετρόνιο δεν είναι στοιχειώδη. Στις δεκαετίες του '50 και '60, ανακαλύφθηκε ένας πολύ μεγάλος αριθμός σωματιδίων, μέσω πειραμάτων σκέδασης, που οδήγησε τους επιστήμονες σε μεγάλη σύγχυση. Η τάξη αποκαταστάθηκε όμως και πάλι, όταν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70 διατυπώθηκε το Καθιερωμένο Μοντέλο (Standard Model), στο οποίο ο μεγάλος αριθμός των σωματιδίων εξηγήθηκε ως ο συνδυασμός άλλων, πιο θεμελιωδών σωματιδίων, των κουάρκ (quarks).

	κρύσταλλα	άτομα	πυρήνες	στοιχειώδη σωματίδια	υπο-στοιχειώδη
					
Διαστάσεις	←→ 1 cm	$10^{-8}$ cm	$10^{-12}$ cm	$\sim 10^{-13}$ cm	$\leq 10^{-15}$ cm
Ενέργεια τομής	λίγα eV	1000 eV	εκατομ. eV	δυσεκ. eV	τρισεκ. eV
Μέσα παρατήρησης	μικροσκόπιο ηλεκτρον. μικροσκόπιο	επιταχυντής Van de Graaff	κυκλοτρόνιο	γραμμικός επιταχυντής	δακτύλιος συσσωρευτής

Διάγραμμα 1: Η δομή της ύλης

Για να μπορέσουν οι επιστήμονες να εισχωρήσουν βαθύτερα στην πυρηνική δομή πρέπει να εφευρίσκουν όλο και πιο ικανά μέσα παρατήρησης («μικροσκοπία»). Όσο πιο μικροσκοπικά τα αντικείμενα έρευνας, τόσο μεγαλύτερα και ακριβότερα τα μηχανήματα για την ανίχνευσή τους, τόσο και ψηλότερη η απαιτούμενη ενέργεια για την εισχώρηση στον υποατομικό κόσμο (βλέπε διάγραμμα 1).

Από το 1979 έως το 1981 εργάστηκα ως ερευνητής στον επιταχυντή και συσσωρευτικό δακτύλιο DESY του Αμβούργου στη Γερμανία. Την εποχή εκείνη λεπτόνια (ηλεκτρόνια και ποζιτρόνια) επιταχύνονταν με ιλιγγιώδη ταχύτητα για να σκεδάσουν σε συγκεκριμένα σημεία εξαυλώνοντας, μετατρέποντας την μάζα τους δηλαδή σε ενέργεια, δίνοντας έτσι αφορμή για την «δημιουργία» νέων σωματιδίων. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικών Ερευνών CERN είναι σήμερα το μεγαλύτερο σε έκταση κέντρο πυρηνικών ερευνών και ειδικότερα της Φυσικής Υψηλών Ενεργειών στον κόσμο. Βρίσκεται δυτικά της Γενεύης, στα σύνορα Ελβετίας και Γαλλίας. Ιδρύθηκε το 1954 από δώδεκα ευρωπαϊκές χώρες και σήμερα αριθμεί 20 κράτη-μέλη, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, η οποία είναι και ιδρυτικό μέλος. Η κύρια λειτουργία του CERN αφορά την παροχή επιταχυντών σωματιδίων για την πειραματική έρευνα στο πεδίο της Φυσικής Υψηλών Ενεργειών. Λειτουργούν πολλοί επιταχυντές, ένας εκ των οποίων είναι και ο LHC (Μέγας Επιταχυντής Σύγκρουσης Ανδρονίων), ο οποίος αναπτύσσεται σε υπόγεια κυκλική σήραγγα 27 χιλιομέτρων και επιτρέπει δέσμες πρωτονίων (και αντιπρωτονίων) να επιταχύνονται σε πολύ υψηλές ενέργειες. Όπως αποδείχθηκε στην πράξη, οι ερευνητές του CERN δεν περιορίζονται αυστηρά στον τομέα της Ατομικής και Πυρηνικής Φυσικής: Στο CERN εργαζόταν, ως έκτακτος ερευνητής, και ο Τιμ Μπέρνερς-Λι, ο επινοητής του Παγκόσμιου Ιστού, της δημοφιλέστερης, σήμερα, υπηρεσίας του διαδικτύου.

### **Ποια είναι η σημασία των πειραμάτων στο CERN σε σχέση με τη πίστη στο Θεό;**

Από τις αναμενόμενες συγκρούσεις των πρωτονίων στον CERN, στη δεδομένη ενέργεια, ελπίζουν οι επιστήμονες ότι θα σχηματισθεί προς το παρόν ένα μη παρατηρήσιμο πλην όμως αναζητούμενο, σωματίδιο Χιγκς (Higgs boson), του οποίου η μη παρατήρηση έως τώρα είναι ένας από τους «χαμένους κρίκους» του Καθιερωμένου Μοντέλου της Φυσικής Υψηλών Ενεργειών. Η πειραματική παρατήρηση του σωματιδίου Χιγκς θα οδηγήσει στην ερμηνεία πώς τα υπόλοιπα στοιχειώδη σωματίδια αποκτούν μάζα κατά το μοντέλο Χιγκς. Η τυχόν επαλήθευση της ύπαρξής του θα αποτελέσει και ένα πολύ σημαντικό βήμα στην αναζήτηση μίας Μεγάλης Ενοποιημένης Θεωρίας που προσπαθεί να ενωποιήσει τρεις από τις τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις: τον ηλεκτρομαγνητισμό, την ισχυρή αλληλεπίδραση, και την ασθενή αλληλεπίδραση. Το μποζόνιο Χιγκς μπορεί επίσης να βοηθήσει να εξηγηθεί γιατί η απομένουσα αλληλεπίδραση, η βαρύτητα, είναι τόσο ασθενής σε σύγκριση με τις άλλες τρεις θεμελιώδεις δυνάμεις.

Οι πρώτες δέσμες πρωτονίων άρχισαν να κυκλοφορούν στον επιταχυντή τον Σεπτέμβριο του 2008, σύντομα όμως παρουσιάστηκε πρόβλημα στους μαγνήτες του. Τελικά, μόλις πριν από λίγες μέρες, στις 30 Μαρτίου του 2010, σημειώθηκε το ιστορικό ρεκόρ της σύγκρουσης δεσμών με συνδυασμένη ισχύ 7 TeV (τέρα-ηλεκτροβόλτ). Η ενέργεια που

δημιουργήθηκε κατά τη σύγκρουση αυτή είναι ίση μ' εκείνη που θα απελευθέρωνε ένα όχημα αν προσέκρουε σε τοίχο με την ταχύτητα του ήχου!

Σ' ένα άρθρο που δημοσιεύτηκε στην βρετανική εφημερίδα "Γκάρντιαν" στις 30 Ιουνίου 2008, την εποχή όπου δημιουργήθηκαν φήμες πως τα πειράματα στο CERN πιθανώς να οδηγούσαν σε «μαύρη τρύπα» στην οποία ίσως και να εξαφανιζόταν ολόκληρος ο πλανήτης μας, ο Μίτσιο Κάκου [1], καθηγητής Φυσικής στο Πανεπιστήμιο Σίτι της Νέας Υόρκης, υποστήριξε τον επιταχυντή του CERN ως μια κρίσιμη επένδυση. «Ευρωπαίοι και Αμερικανοί δεν θα επένδυαν δέκα δισεκατομμύρια δολάρια σε ένα κύλινδρο για τίποτα», δήλωσε. «Εξερευνούμε τις απαρχές της φυσικής και της κοσμολογίας με τον επιταχυντή γιατί θέλουμε να έχουμε ένα παράθυρο στη δημιουργία, να αναπαράγουμε ένα μικρό κομμάτι της Γένεσης για να ξεκλειδώσουμε μερικά από τα μεγαλύτερα μυστικά του σύμπαντος».

Όχι μόνο βοηθάει η έρευνα αυτή στο να ανιχνεύσουμε τις πρώτες στιγμές της Δημιουργίας, αλλά μας δίνει την δυνατότητα να εισχωρήσουμε και στα ίδια τα μυστήρια της ύλης για να επαληθευτούν αυτά που η προς Εβραίους Επιστολή περιγράφει για τον Χριστό: «... φέρων τε τα πάντα τω ρήματι της δυνάμεως αυτού (1/3)».

Ο καθηγητής Χανς Ρόρμπαχ [2] δίνει μια κατανοητή εξήγηση:

*Σήμερα έχουμε μια τελείως διαφορετική αντίληψη περί ύλης, σε σχέση με την παλιά αντίληψη της μηχανιστικής-αιτιοκρατικής εποχής. Η ύλη, όπως η επιστήμη τώρα δέχεται, ισοδυναμεί με ενέργεια. Όμως ξέρουμε τί είναι αυτό που ονομάζουμε ενέργεια; Ξέρουμε απλώς πώς «ενεργεί» και τί μπορούμε να κάνουμε μ' αυτήν, χωρίς να μπορούμε να περιγράψουμε τη φύση της. Ένα τεμάχιο ύλης - και το σώμα μας είναι ένα μέρος ύλης - πρέπει να το θεωρήσουμε ως μεγάλη συρροή πολλών στοιχειωδών σωματιδίων. Μόνο μέσω της πολύ γρήγορης αλλά τακτικής κίνησης αυτών των σωματιδίων προέρχεται η οπτική αίσθηση της ύλης. Τώρα, μπορεί να αντιτάξει κανείς, ότι τουλάχιστον αυτά τα μικρά τεμάχια, τα στοιχειώδη σωματίδια, από τα οποία αποτελούνται τα άτομα, τα μόρια, η ύλη στο σύνολό της, είναι κάτι το υλικό. Αλλά δεν είναι έτσι αυτό. Ακόμη και τα σωματίδια που ισοδυναμούν με ενέργεια, μπορεί να παρομοιαστούν με ταλαντώσεις. Όμως, πρέπει να έχει κανείς υπ' όψη, ότι τέτοια παρομοίωση μόνο κατά μέρος αντιστοιχεί στην πραγματικότητα. Αν θεωρήσουμε την ενέργεια ως μορφή ταλαντώσεων, τότε πρέπει να κατανοήσουμε πως δεν υπάρχει μέσο το οποίο ταλαντεύεται, όπως λ.χ. ο αέρας στα ηχητικά κύματα ή το νερό στα υδάτινα κύματα. Πρόκειται για κύματα χωρίς μέσο. Η ύλη συνίσταται λοιπόν από ταλαντώσεις χωρίς να υπάρχει φορέας. Ομολογώ*

*πως δεν είναι εύκολο να μπει κανείς σ' αυτόν τον τρόπο σκέψης.*

*Εδώ πρέπει να επιστήσω την προσοχή σ' ένα άλλο στοιχείο: Δεν γνωρίζουμε από που προέρχονται οι ταλαντώσεις αυτές, οι οποίες στο κάτω-κάτω, παρουσιάζουν κάθε στοιχειώδες σωματίδιο, κάθε υλικό άτομο. Το πεδίο ταλαντώσεων που σχηματίζεται κατ' αυτόν τον τρόπο και το οποίο μπορούμε επιστημονικά να θεωρήσουμε, είναι δεδομένο. Απ' αυτό το δεδομένο, το οποίο πρέπει να αποδεχτούμε ως έχει, προέρχεται κάθε φυσικός νόμος. Το πεδίο ταλαντώσεων στο οποίο φτάσαμε με την ερευνά μας είναι το ζενίθ, το όριο, το οποίο μπορούμε να ανακαλύψουμε με την επιστημονική μέθοδο. Πέρα από κει σταματάει κάθε δυνατότητα θεώρησής. Το ερώτημα που προκύπτει είναι: Από που προέρχονται οι ταλαντώσεις; Σαν επιστήμονας οφείλω να επισημάνω, πως το ερώτημα ξεπερνάει το πλαίσιο των Φυσικών Επιστημών. Δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε τίποτα επιπλέον, επειδή κάθε δυνατότητα θεώρησης σταματάει εκεί. Μπορούμε να θέσουμε επιστημονικά ερωτήματα μόνο όσο επιστημονική έρευνα είναι δυνατή. Όμως αυτό το όριο στη γνώση μας είναι πιθανόν το ανώτατο στο οποίο έχει φθάσει η Φυσική μέχρι σήμερα.*

*Αν κανείς ρωτήσει τί βρίσκεται πέρα από το όριο αυτό, δηλαδή, τί παράγει αυτές τις ταλαντώσεις, τις οποίες θεωρούμε χωρίς να μπορούμε να εξηγήσουμε, τότε υπάρχουν δυο δυνατές απαντήσεις. Η μια είναι: «Από το τίποτα». Κάθε άθεος ή μηδενιστής μπορεί να υποθέσει, με βάση την επιστημονική γνώση, πως ο κόσμος έγινε από το τίποτα. Η άλλη είναι: «Από την άορατη πραγματικότητα του Θεού». Όποιος πιστεύει, πως υπάρχει Δημιουργός και πως αυτός ο Δημιουργός όχι μόνο έπλασε τον κόσμο, αλλά και τον διατηρεί, μπορεί να ολοκληρώσει την επιστημονική γνώση ως εξής: Αυτές οι ταλαντώσεις είναι το αποτύπωμα του Θεού, προέρχονται από Εκείνον και αποτελούν στον χώρο και τον χρόνο, την Δημιουργία του.*

*Και οι δυο εξηγήσεις, τόσο αυτή του πιστού όσο και αυτή του άπιστου, ούτε δικαιολογούνται αλλά ούτε και αμφισβητούνται επιστημονικά. Στηρίζονται και οι δυο σε μια επιλογή πέρα από το την επιστημονική γνώση. Ολοκληρώνεται η σημερινή αντίληψη για τη Φύση τόσο με την θεμελίωσή της στην ανυπαρξία όσο στην άορατη πραγματικότητα του Θεού;*

*Προσωπικά πιστεύω στην δεύτερη δυνατότητα, της ύπαρξης του Δημιουργού, και καταλείγω στο τελικό μου επιχείρημα, την απόδειξη ότι η πραγματικότητα των θαυμάτων δεν αντιφάσκει στην επιστημονική γνώση.*

*Η σύγχρονη γνώση μας περί ύλης συνοψίζεται ως εξής: Η ύλη ισοδυναμεί με ενέργεια, δεν είναι στατική, «γίνεται». Εκεί που η επιστημονική γνώση φτάνει σε όριο, ο πιστός διαθέτει μια επιπλέον πηγή γνώσης, πέρα από την επιστήμη. Διαθέτει το «όργανο» της πίστης, το οποίο, με την σιγουριά του επιστημονικού πειράματος, τον βοηθά να γνωρίζει τον Θεό. Πολλοί δυστυχώς δεν το καλλιεργούν όπως την διάνοιά τους, αλλά το αφήνουν να μαραθεί. Το όργανο αυτό της πίστης καλλιεργείται με το να εκθέτουμε τον εαυτό μας στον Λόγο του Θεού.*

Μήπως, καθώς η επιστήμη εισχωρεί με δριμύτητα σε νέες δομές, μας οδηγεί να «ανακαλύψουμε» αργά και σταθερά τα ίχνη του Δημιουργού;

---

#### **Σημειώσεις**

- [1] Βλέπε <http://www.guardian.co.uk/science/2008/jun/30/cern.particlephysics1>
- [2] Hans Rohrbach, Η επιστήμη και τα θαύματα της Βίβλου, έκδοση του Ελληνικού Ινστιτούτου της Βίβλου, Αθήνα, 2η ανανεωμένη και διορθωμένη έκδοση, 2010 - <http://www.filos-europe.com/erastos/documents/GR/Rohrbach2.pdf>