

Αριστοτελική Πρώτη Ύλη Μέσα από το Πρίσμα της Κβαντικής Φυσικής και Φυσικής των Στοιχειωδών Σωματίων

Δήμητρα Σφενδόνη - Μέντζου

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Καθηγήτρια Φιλοσοφίας της Επιστήμης

Εισαγωγή

Στόχος μου στις σελίδες που ακολουθούν είναι να φωτίσω τις πτυχές εκείνες του Αριστοτελικού έργου, που προσφέρουν τις εννοιολογικές γέφυρες για να πραγματοποιηθεί η σύνδεση της Αριστοτελικής φυσικής φιλοσοφίας με τη σύγχρονη επιστημονική σκέψη. Θα επιχειρήσω, λοιπόν, να δείξω, ότι οι ανακαλύψεις στο χώρο της Κβαντικής Φυσικής και Φυσικής των Στοιχειωδών Σωματίων προσφέρουν ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον υλικό για να πάρει νέα ζωή και περιεχόμενο το Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου. Αυτό, όπως θα υποστηρίξω, μπορεί να γίνει ιδιαίτερα σαφές αν προχωρήσουμε στη διερεύνηση της εκπληκτικής αναλογίας που φαίνεται να υπάρχει ανάμεσα στην εικόνα της φύσης που αναδύεται στη σύγχρονη Φυσική και στον τρόπο με τον οποίο προσπάθησε ο Σταγίριτης φιλόσοφος να ορίσει την *πρώτη ύλη*.¹

Ο τρόπος, βέβαια, με τον οποίο αναφέρεται ο Αριστοτέλης στην *πρώτη ύλη*, δεν είναι άμοιρος προβλημάτων, αλλά, αντίθετα, έχει προκαλέσει ατέρμονες συζητήσεις μεταξύ των μελετητών του Αριστοτελικού έργου σε όλη την μακραίωνη παράδοση έως και στις μέρες μας. Ο λόγος για τον οποίο η κατανόηση του περιεχομένου που επέδιδε στην *πρώτη ύλη* ο Σταγίριτης αποδεικνύεται εξαιρετικά δυσχερής είναι, όχι μόνον η ποικιλία των ορισμών, αλλά και ο παράδοξος τρόπος με τον οποίο προσπάθησε ο φιλόσοφος να την ορίσει. Τί είχε, αλήθεια, στο νου του ο Αριστοτέλης όταν χαρακτήριζε την *πρώτη ύλη* ως “... τὸ πρῶτον ὑποκείμενον ἐκάστω, ἐξ οὗ γίγνεται ἡ ἐνυπάρχοντος μὴ κατὰ συμβεβηκός”² (Φυσ. 192a32-3), ή όταν δόλω-

νε, “*ἀλλὰ μὴν ἀφαιρουμένου μήκους καὶ πλάτους καὶ βάθους οὐδὲν ὀρῶμεν ὑπολειπόμενον, πλὴν εἴ τί ἐστι τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τούτων, ὥστε τὴν ὕλην ἀνάγκη φαίνεσθαι μόνην οὐσίαν οὕτω σκοπούμενός*” (Μετ. 1029a17–20)⁵;

Θα πρέπει να πούμε ότι οι απαντήσεις που επεχείρησαν να δώσουν οι μελετητές του Αριστοτελικού έργου φωτίζουν κάθε φορά μία διαφορετική πτυχή της *πρώτης ὕλης*. Έτσι, ο H. M. Robinson, για παράδειγμα, τονίζει την απουσία συγκεκριμένων προσδιορισμών. «Η πρώτη ὕλη», παρατηρεί, “είναι ένα απογυμνωμένο υλικό” που στερείται κάθε θετικού προσδιορισμού... είναι ένα εν δυνάμει ον, το οποίο μπορεί να υπάρξει ως συγκεκριμένη οντότητα μόνο όταν περάσει στην εν ενεργεία κατάσταση σε μια συγκεκριμένη ὕλη»⁶. Ο E. Zeller δίνει μία πιο περιεκτική περιγραφή, όπου συνδέει την Αριστοτελική *πρώτη ὕλη* με το γίνεσθαι της φύσης και την οντολογική κατηγορία του δυνάμει, την απουσία προσδιορισμών, αλλά ταυτόχρονα και τη δυνατότητα της ὕλης να δεχθεί όλους τους προσδιορισμούς⁷ (σ. 247).

Το χαρακτηριστικό ακριβώς αυτό της προσδιορισιμότητας δίνεται με ακόμη περισσότερη έμφαση από τον Luyten: «Μπορούμε να πούμε», παρατηρεί ο φιλόσοφος, “ότι η ὕλη, σε αντίθεση προς τον προσδιορισμό της ουσίας, δεν μπορεί να είναι τίποτα περισσότερο από απλή προσδιορισιμότητα... μια τέτοια απλή προσδιορισιμότητα πρέπει να αποκλείει κάθε προσδιορισμό. Με άλλα λόγια, πρέπει να είναι καθαρή απροσδιοριστία (ή καλύτερα, απουσία κάθε προσδιορισμού)»⁸.

Τί σημαίνει όμως, ότι η *πρώτη ὕλη* “δεν είναι τίποτε, αλλά μπορεί να γίνει τα πάντα”, ή ότι “δεν μπορεί να είναι τίποτε περισσότερο από απλή προσδιορισιμότητα”; Εδώ τα πράγματα περιπλέκονται. Παρά τις αξιόλογες προσπάθειες που έχουν γίνει να δοθεί μία λύση σχετικά με το θέμα αυτό, το βασικό ερώτημα παραμένει: Θεωρούσε, πράγματι, ο Αριστοτέλης την *πρώτη ὕλη* ως το πραγματικό, το *ἔσχατον ὑποκείμενον*, του φυσικού κόσμου; Στο ερώτημα αυτό έχουν δοθεί από την πλειοψηφία, ίσως, των μελετητών του Αριστοτελικού έργου αρνητικές απαντήσεις.

Μία από τις πιο ακραίες είναι αυτή του Barrington Jones, ο οποίος υποστηρίζει ότι η Αριστοτελική *πρώτη ὕλη* έφτασε στο σημείο να φαίνεται “όλο και περισσότερο ως ένα κακόγουστο αστείο, η τυπική ψευδαίσθηση ενός μεταφυσικού”.

Δεν είναι τίποτα περισσότερο, παρατηρεί, από “μια καθαρά τυπική έννοια”⁷ και “μια φιλοσοφική κατηγορία που χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τη σκιαγράφηση του εννοιολογικού χάρτη της καθημερινής μας συζήτησης για τη μεταβολή”⁸ Η ύλη, λοιπόν, είναι απλώς “ένα αδειανό πουκάμισο”, θα μπορούσαμε να πούμε παραφράζοντας τον χαρακτηρισμό που της αποδίδει ο φιλόσοφος αυτός⁹ “μια έννοια κενή περιεχομένου”, η οποία δεν έχει κανένα αντίκρισμα στο φυσικό κόσμο.

Αυτή, ωστόσο, η τελείως αρνητική εικόνα της *πρώτης ύλης* δεν εμπόδισε κάποιους άλλους σημαντικούς Αριστοτελιστές να προσπαθήσουν να σώσουν τη φυσική πραγματικότητα της ύλης στο Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου. Σύμφωνα μ' αυτούς, λοιπόν, αν δεχθούμε ότι στην Αριστοτελική φυσική φιλοσοφία υπάρχουν υλικές ουσίες με ιδιότητες που μεταβάλλονται, τότε δεν μπορεί παρά να υπάρχει *μία ἔγγυάτι* ή σχετική προς τη μορφή ύλη, η οποία παραμένει σταθερή κάτω από κάθε διαδικασία αλλαγής. Η *πρώτη ύλη*, λοιπόν, έχει μια φυσική πραγματικότητα με τις ιδιότητες όμως μόνον της *συγγενοῦς ἢ ἔγγυάτης ύλης*.¹⁰ Παρά το γεγονός όμως ότι οι υποστηρικτές της άποψης αυτής δεν είναι διατεθειμένοι ν' απορρίψουν την πραγματικότητα της *πρώτης ύλης*, εντούτοις δεν είναι πρόθυμοι να δεχθούν ότι αυτή είναι το έσχατο, άμορφο, απροσδιόριστο, αδιαφοροποιίπο υλικό, το οποίο – σύμφωνα με τη δική τους ανάγνωση – δεν είναι τίποτε άλλο παρά μία αδιαφοροποιήτη ύλη.

Σε αντίθεση προς αυτές τις δύο προσεγγίσεις, από τις οποίες η πρώτη εκφράζει μία ακραία αρνητική άποψη, ενώ η δεύτερη μία ενδιάμεση λύση, έχει αναπτυχθεί - ευτυχώς - από μία μερίδα κλασικών Αριστοτελιστών μία ρωμαλέα προσπάθεια διάσωσης της φυσικής πραγματικότητας της *πρώτης ύλης* με την έννοια του θεμελιώδους υλικού, το οποίο αποτελεί το *ὑποκείμενον* του γίνεσθαι και της μεταβολής που συντελείται μέσα στο φυσικό κόσμο.

Εκείνο που χαρακτηρίζει όσους κινούνται προς την κατεύθυνση αυτή είναι, ότι τα επιχειρήματά τους αναπτύσσονται με αναφορές στο ίδιο το Αριστοτελικό έργο, καθώς και στη Σχολαστική παράδοση.¹¹ Δεν υπάρχει, βέβαια, αμφιβολία ότι αυτού του είδους η προσέγγιση είναι απολύτως αναγκαία σ' ένα πρώτο στάδιο για την επίτευξη ενός τέτοιου εγχειρήματος. Πιστεύω όμως ότι η διερεύνηση του περιεχομένου της Αριστοτελικής φυσικής φιλοσοφίας, και ειδικότερα της Αριστοτελικής *πρώτης ύλης*, μπορεί ν' αποκτήσει μεγαλύτερο βάθος και να γίνει ταυτόχρονα ιδιαίτερα

ελκυστική, αν επιχειρήσουμε να τη συνδέσουμε με τις τελευταίες ανακαλύψεις στο χώρο της Κβαντικής Φυσικής και Φυσικής των Στοιχειωδών Σωματίων.¹²

Για το λόγο αυτό, θ' αναπτύξω την προσπάθειά μου να δώσω μία απάντηση στο θεμελιώδες ερώτημα, τί είναι η *πρώτη ύλη* κατά τον Σταγίριτι, σε δύο στάδια: στο πρώτο, θα επιχειρήσω να φωτίσω, με αναφορές στο ίδιο το Αριστοτελικό έργο, τον εσωτερικό δεσμό που συνδέει τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους προσπάθησε ο Αριστοτέλης να ορίσει την *πρώτη ύλη* ως το πρωταρχικό, αδιαφοροποίητο, απροσδιόριστο, πραγματικό υποκείμενο κάθε μεταβολής μέσα στο φυσικό κόσμο. Ο εσωτερικός αυτός δεσμός, θα υποστηρίξω, είναι η οντολογική κατηγορία του δυνάμει, η οποία – όπως ελπίζω να φανεί μέσα από την ανάλυση που θ' ακολουθήσει – αποτελεί την ουσιαστικότερη διάσταση της *πρώτης ύλης*. Εν συνεχεία, στο δεύτερο μέρος, θα προσπαθήσω να συνδέσω την Αριστοτελική φυσική φιλοσοφία, και ειδικότερα την *πρώτη ύλη*, με τη σύγχρονη Φυσική, όπου, όπως ελπίζω να φανεί, προβάλλει μια συναρπαστική εικόνα ενός δυναμικού μοντέλου του φυσικού κόσμου.

Μέρος Ι

Η πρώτη ύλη και το Αριστοτελικό μοντέλο της φύσης

1. Διάκριση μεταξύ πρώτης ύλης και δευτέρας ύλης

Πριν προχωρήσουμε σε μία σε βάθος διερεύνηση της Αριστοτελικής έννοιας της πρώτης ύλης, θα ήταν χρήσιμο να επισημάνουμε το γεγονός, ότι η προσέγγιση της ύλης από τον Σταγίριτη φιλόσοφο πραγματοποιείται σε δύο επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο επίπεδο, η ύλη συνδέεται με τα αντικείμενα της καθημερινής μας εμπειρίας με τους συγκεκριμένους χώρο-χρονικούς προσδιορισμούς, *hic et nunc*. Αποτελεί, δηλαδή, το υλικό των αισθητών, ορατών, απτών, κινούμενων, μεταβαλλόμενων αντικειμένων, το υλικό από το οποίο αποτελούνται οι ατομικές, καθέκαστον ουσίες. Ο χαλκός, για παράδειγμα, από τον οποίο φτιάχτηκε το άγαλμα, είναι ένα κομμάτι χαλκού με χώρο-χρονικούς προσδιορισμούς καθώς και καθορισμένες ιδιότητες, όπως είναι το βάρος, το μήκος και το πλάτος, το σχήμα, το χρώμα κ.τ.λ. Ο χαλκός, λοιπόν, το μάρμαρο, το ξύλο, κ.ο.κ. για τον Αριστοτέλη είναι η ύλη, με την έννοια του υλικού από το οποίο αποτελούνται ή κατασκευάζονται τα πράγματα. Σ' αυτήν ο Σταγίριτης απέδιδε τον όρο *ύλη δευτέρα*.¹³

Η ύλη, λοιπόν, αυτή για τον Αριστοτέλη αποτελούσε μόνο το πρώτο επίπεδο της πραγματικότητας του υλικού κόσμου. Πίστευε, δηλαδή, ο φιλόσοφος ότι για να κατανοήσουμε το σύνολο της δομής του φυσικού κόσμου, καθώς και τη θεμελιώδη διάσταση της ύλης, θα πρέπει να προχωρήσουμε σ' ένα βαθύτερο επίπεδο πραγματικότητας. Εκεί δεν έχουμε πλέον να κάνουμε με την ύλη, όπως τη γνωρίζουμε με τις αισθήσεις μας, αλλά με μία άλλη διάσταση της ύλης, την οποία – για να τη διακρίνει από την προηγούμενη – ονόμασε *πρώτη ύλη*.¹⁴ Θα πρέπει, βέβαια, να σημειώσουμε εδώ, ότι ο Αριστοτέλης χρησιμοποιεί και άλλους όρους, όπως η *έσχατη ύλη* ή το *πρῶτον ὑποκείμενον*, κ.λ.π. Μερικές φορές, μάλιστα, χρησιμοποιεί μόνο τη λέξη *ύλη* για να δηλώσει αυτό, το οποίο θεωρεί ως το έσχατο θεμελιώδες υλικό κάθε μεταβολής στη φύση. Αυτή, λοιπόν, η ποικιλία των όρων που χρησιμοποίησε ο Σταγίριτης – όχι πάντα, θα πρέπει να πούμε, με συνέπεια – οδήγησε τους μελετητές του σε διαφωνίες, όχι μόνον για την απόδοσή τους σε άλλες γλώσσες, αλλά – και κυρίως – για τον προσδιορισμό του περιεχομένου τους.

2. Η πρώτη ύλη ως υποκείμενον της μεταβολής και της κατηγόρησης

Θα προχωρήσω, τώρα, σε μία πρώτη προσπάθεια ανάλυσης του περιεχομένου της Αριστοτελικής πρώτης ύλης. Εδώ είναι σημαντικό να θυμόμαστε, ότι για τον Σταγίριτη η πρώτη ύλη δεν είναι μόνο το υποκείμενον της μεταβολής, αλλά είναι ταυτόχρονα και το υποκείμενον της κατηγόρησης. Το πρώτο, είναι αυτό το οποίο προσφέρει, κατά τη γνώμη μου, το οντολογικό υπόβαθρο για το δεύτερο. Ας δούμε όμως το καθένα από αυτά χωριστά. Στα *Μετά τα Φυσικά*, ΙΧ.7, ο Αριστοτέλης παρατηρεί χαρακτηριστικά το εξής:

Εἰ δέ τί ἐστι πρῶτον ὁ μικέει κατ' ἄλλο λέγεται ἐκείνινον, τοῦτο πρώτη ὕλη· οἶον εἰ ἡ γῆ ἀερίνη, ὁ δ' ἀήρ μὴ πῦρ ἀλλὰ πύρινος, τὸ πῦρ ὕλη πρώτη οὐ τότε τι οὕσα. (Μετ. Ι049a25–28)¹⁵

Η πρώτη ύλη, λοιπόν, για τον Σταγίριτη είναι αυτό, το οποίο είναι κοινό στα τέσσερα στοιχεία (γη, νερό, αέρα, φωτιά) και το οποίο αποτελεί το υπόστρωμα πάνω στο οποίο υπάρχουν όλα αυτά:

... λέγω γὰρ ὕλην τὸ πρῶτον υποκείμενον ἐκάστῳ, ἐξ οὗ γίνεταί τι ἐνυπάρχοντος μὴ κατὰ συμβεβηκός. (Φυσ. Ι92a32–33)¹⁶

Αυτά είναι κάποια από τα χωρία, τα οποία καταδεικνύουν τη θέση της πρώτης ύλης ως προς τα ατομικά, καθέκαστον αντικείμενα, όπου η ύλη παίζει το ρόλο του εσχάτου θεμελιώδους υποκειμένου της μεταβολής. Για να συμπληρωθεί, όμως, η εικόνα θα πρέπει στη συνέχεια να προσθέσουμε και τα εξής: η ύλη βρίσκεται έξω από τη σφαίρα της γενέσεως και της φθοράς. Η ίδια δηλαδή είναι ἀφθαρτος και ἀγέννητος (“*Ἄλλ' ἀφθαρτον καὶ ἀγέννητον ἀνάγκη αὐτὴν εἶναι*” Φυσ. Ι92a28–29), παρά το γεγονός ότι τα πράγματα που υπόκεινται σε μεταβολή, τα πράγματα που γεννιούνται και πεθαίνουν, είναι φτιαγμένα από ύλη. «Δεν υπάρχει γένεση και φθορά», ισχυρίζεται ο Αριστοτέλης, «χωρίς ύλη και αισθητά σώματα» (Φυσ. Ι28b33–34). Επιπλέον, ένα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο είναι το εξής: ενώ η πρώτη ύλη αποτελεί το θεμελιώδες υλικό των ατομικών, καθέκαστον ουσιών, η ίδια δεν έχει χωριστή ύπαρξη: “*παύτην οὐ χωριστὴν ἀλλ' αἰεὶ μετ' ἐναντιώσεως*” (Περὶ γεν. καὶ φθ. 329a26–27). Τέλος, η ύλη καθεαυτήν δεν είναι αντιληπτή με τις αισθήσεις (βλ. Περὶ γεν. καὶ φθ. 319b15–17) και – αυτό που δυσχεραίνει ακόμη περισσότερο κάθε προ-

σπάθεια κατανόησης του περιεχομένου της – δεν έχει χαρακτηριστικά γνωρίσματα: είναι απολύτως *ἄμορφος*. Ποιος, λοιπόν, θα μπορούσε να αρνηθεί ότι όλα αυτά μας οδηγούν σε σύγχυση; Αν ζητούσαμε από τον ίδιο τον Σταγίριτη να μας δείξει αυτό το μυστηριώδες – κατά πολλούς – υλικό του κόσμου, δεν θα μπορούσε, σίγουρα, να κάνει κάτι τέτοιο. Έτσι, ο μόνος τρόπος που βρήκε για να εξηγήσει, τί είχε στο νου του όταν μιλούσε για την *πρώτη ὕλη*, ήταν μια αναλογία:

*‘Ἡ δ’ ὑποκειμένη φύσις ἐπιστητὴ κατ’ ἀναλογίαν· ὥς γὰρ πρὸς ἀνδριά-
ντα χαλκὸς ἢ πρὸς κλίνην ξύλον ἢ πρὸς ἄλλο τι τῶν ἐχόντων μορφήν [ἡ
ὕλη καί] τὸ ἄμορφον ἔχει πρὶν λαβεῖν τὴν μορφήν, οὕτως αὕτη πρὸς
οὐσίαν ἔχει καὶ τὸ τότε τι καὶ τὸ ὄν. (Φυσ. 191a8–13)’¹⁷*

Αυτό είναι ένα από τα χωρία τα σχετικά με την *πρώτη ὕλη*, τα οποία έχουν προκαλέσει ατέρμονες συζητήσεις. Η δυσκολία που εμφανίζει οφείλεται κατ’ αρχήν στο γεγονός, ότι ο Αριστοτέλης επέλεξε μια αναλογία για να εξηγήσει τί εννοούσε με την *πρώτη ὕλη*, και, κατά δεύτερο λόγο, στο γεγονός ότι χρησιμοποιεί το επίθετο *ἄμορφον* (τουλάχιστον σύμφωνα με την προσθήκη του Diels, την οποία υιοθετεί και ο Ross) δίπλα στην ὕλη.¹⁸ Το ερώτημα που απασχολεί τους μελετητές του Αριστοτελικού έργου είναι, αν πράγματι ο Σταγίριτης εννοούσε ότι η ὕλη δεν έχει καμία ιδιότητα, και, αν ναι, τότε τί ακριβώς είχε στο νου του;

Θεωρώ ότι για να δώσουμε μία απάντηση στο ερώτημα αυτό, είναι ανάγκη να καταφύγουμε σε πολλά άλλα – εξίσου σημαντικά – Αριστοτελικά χωρία, όπου είναι σαφές, κατά τη γνώμη μου, η πρόθεση του Σταγίριτη να αφαιρέσει από την *πρώτη ὕλη* όλους τους προσδιορισμούς. Πράγματι, στο βιβλίο VII των *Μετὰ τὰ Φυσικά*, η ὕλη, ισχυρίζεται ο Αριστοτέλης, είναι ό,τι έχει απομείνει αφού αφαιρέσουμε όλους τους προσδιορισμούς:

*Ἀλλὰ μὴν ἀφαιρουμένου μήκους καὶ πλάτους καὶ βάθους οὐδὲν ὀρῶμεν
ὑπολειπόμενον, πλὴν εἴ τί ἐστι τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τούτων, ὥστε τὴν ὕλην
ἀνάγκη φαίνεσθαι μόνην οὐσίαν οὕτω σκοπούμενοις (Μετ. 1029a17–20)’¹⁹*

Και συνεχίζει:

*Λέγω δ’ ὕλην ἢ καθ’ αὐτὴν μήτε τί μήτε ποσὸν μήτε ἄλλο μηδὲν λέγε-
ται οἷς ὥρισται τὸ ὄν. (Μετ. 1029a 20–22)’²⁰*

Αν πράγματι, λοιπόν, ο Σταγίριτης εννοούσε ότι από την *πρώτη ύλη* απουσιάζει κάθε προσδιορισμός, τότε τίθεται το εξής θεμελιώδες ερώτημα, το οποίο, όπως είδαμε, διχάζει τους μελετητές του Αριστοτελικού έργου: υπάρχει κάτι μέσα στο φυσικό κόσμο, που να μπορεί ν' αντιστοιχεί σ' αυτό που ο Αριστοτέλης ονομάζει *πρώτη ύλη*; Αν αφαιρέσουμε από την ύλη όλους τους προσδιορισμούς, όπως τους γνωρίζουμε από την εμπειρία μας για τα υλικά αντικείμενα, μήπως τότε δεν έχουμε άλλη επιλογή, παρά να οδηγηθούμε στην άρνηση της ύπαρξής της; Να καταλήξουμε, δηλαδή, στο συμπέρασμα ότι η ύλη για τον Αριστοτέλη δεν είναι τίποτε άλλο από μια "απλή ιδέα" του νου, ένα "αδειανό πουκάμισο", μια "έννοια κενή περιεχομένου", στερούμενη κάθε φυσικής πραγματικότητας; Αν, παρόλα αυτά, δεν είμαστε πρόθυμοι να εγκαταλείψουμε την ανάγνωση της ύλης ως του *έσχάτου υποκειμένου* της μεταβολής, που έχει ένα πραγματικό αντίκρισμα στο φυσικό κόσμο, τότε έχουμε δύο επιλογές: είτε θα αποφασίσουμε να είμαστε πιο μετριοπαθείς και να μείνουμε ικανοποιημένοι με την ανάγνωση της *πρώτης ύλης* ως συγγενούς, ή σχετικής με τη μορφή, ύλης, (2) είτε θα αναλάβουμε το πιο δύσκολο εγχείρημα να αναζητήσουμε για την *πρώτη ύλη* ένα πραγματικό αντίκρισμα μέσα στο φυσικό κόσμο. Η δεύτερη επιλογή αποτελεί το στόχο μου στη μελέτη αυτή. Πριν από αυτό, όμως, θεωρώ αναγκαίο να εξηγήσω εν συντομία το λόγο, για τον οποίο η αποδοχή της ανάγνωσης της συγγενούς ύλης δεν αποκλείει κατ' ανάγκη την αποδοχή της πραγματικότητας της *έσχάτης ύλης* ως του υποκειμένου της μεταβολής.

3. Συγγενής ύλη και πρώτη ύλη: δύο επίπεδα φυσικής πραγματικότητας

Ο λόγος για τον οποίο πιστεύω, ότι μπορούν να συνυπάρχουν ως πραγματικές μέσα στο Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου, τόσο η συγγενής ή σχετική προς τη μορφή ύλη, όσο και η *πρώτη ύλη*, με την έννοια του *έσχάτου υποκειμένου* της μεταβολής, είναι το γεγονός ότι, όπως πιστεύω, υπάρχουν για τον Σταγίριτη δύο επίπεδα ύλης, που αντιστοιχούν σε δύο τύπους μεταβολής: (α) τη μεταβολή ιδιοτήτων και (β) τη μεταβολή ουσιών. Με τον δεύτερο τύπο μεταβολής συνδέονται δύο επιπλέον επίπεδα ύλης: (1) η συγγενής ύλη (*materia signata*, κατά την Θωμιστική παράδοση) και (2) η *έσχάτη* ή *πρώτη ύλη* (*materia prima*, κατά τους Σχολαστικούς). Τώρα, όσον αφορά στην πρώτη διάκριση (μεταβολή ιδιοτήτων), ας θυμηθούμε ότι σύμφωνα με το Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου, η φύση αποτελείται από συγκεκριμένα, καθέκαστον, ατομικά αντικείμενα-

να, ατομικές αισθητές ουσίες, οι οποίες είναι φτιαγμένες από ένα ορισμένο υλικό. Όταν συμβαίνει κάποια μεταβολή ιδιοτήτων, το υποκείμενο είναι το συγκεκριμένο υλικό αντικείμενο, που παραμένει το ίδιο. Στην περίπτωση αυτή, το σταθερό υποκείμενον είναι – στο επίπεδο της εμπειρίας – το συγκεκριμένο, αισθητό υλικό αντικείμενο, η ατομική δηλαδή ουσία:

... ἀλλοίωσις μὲν ἐστίν, ὅταν ὑπομένοντος τοῦ ὑποκειμένου, αἰσθητοῦ ὄντος, μεταβάλλῃ ἐν τοῖς αὐτοῦ πάθεσιν (Περὶ γεν. καὶ φθ. 319b11–12)²¹

Αυτό διευκρινίζεται ακόμη περισσότερο στα Φυσικά Ι.7,

... ἀπλῶς δὲ γίνεσθαι τῶν οὐσιῶν μόνων, κατὰ μὲν τὰλλα φανερόν ὅτι ἀνάγκη ὑποκεῖσθαι τι τὸ γιγνόμενον—καὶ γὰρ ποσὸν καὶ ποιὸν καὶ πρὸς ἕτερον καὶ ποτὲ καὶ ποῦ γίνεται ὑποκειμένου τινός, διὰ τὸ μόνην τὴν οὐσίαν μηθενὸς κατ' ἄλλου λέγεσθαι ὑποκειμένου, τὰ δ' ἄλλα πάντα κατὰ τῆς οὐσίας. (Φυσ. 190a32–190b2)²²

Όταν, ωστόσο, ἐλθουμε στη δεύτερη διάκριση (μεταβολή ουσιών), δηλαδή στη γένεση και φθορά, ο Αριστοτέλης προχωρά σε ένα βαθύτερο επίπεδο πραγματικότητας, πέρα από τον αισθητό υλικό κόσμο:

... ὅταν δ' ὅλον μεταβάλλῃ μὴ ὑπομένοντος αἰσθητοῦ τινὸς ὡς ὑποκειμένου τοῦ αὐτοῦ... γένεσις ἤδη τὸ τοιοῦτον, τοῦ δὲ φθορά. (Περὶ γεν. καὶ φθ. 319a15–19)²³

Με άλλα λόγια, μόνο στην περίπτωση της μεταβολής ουσιών, της γένεσης και της φθοράς (δηλαδή της ουσιώδους μεταβολής) ο Αριστοτέλης εισάγει την ὕλη ως το σταθερό πρῶτον υποκείμενον.

... λέγω γὰρ ὕλην τὸ πρῶτον ὑποκείμενον ἐκάστω, ἐξ οὗ γίνεται τι ἐνυπάρχοντος μὴ κατὰ συμβεβηκός. (Φυσ. 192a32–34)²⁴

Εδώ όμως υπάρχει το εξής πρόβλημα: όπως σημείωσα ήδη, το πρῶτον ὑποκείμενον ἐκάστω έχει για τον Σταγίριτη και ένα άλλο περιεχόμενο. Δεν είναι μόνο το ἔσχατον υπόστρωμα της μεταβολής, αλλά είναι και το ὑποκείμενον της κατηγορήσεως. Έτσι, στα Μετὰ τὰ Φυσικά VII.3 συναντούμε την εξής εξαιρετικά ενδιαφέρουσα παρατήρηση:

τὰ μὲν γὰρ ἄλλα τῆς οὐσίας κατηγορεῖται, αὕτη δὲ τῆς ὕλης. (Μετ. 1029a 24–25)²⁵

Το ερώτημα, λοιπόν, που τίθεται είναι, πώς μπορούμε να συνδυάσουμε την ιδέα της πρώτης ὕλης ως του απροσδιόριστου, μη αισθητού, άμορφου υποστρώματος του φυσικού κόσμου με την ιδέα του ὑποκειμένου της κατηγορήσεως, το οποίο κατά τον Σταγίριτι είναι η συγκεκριμένη ουσία (τὸ τόδε τί);

Για ν' απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό, πιστεύω ότι είναι ανάγκη να λύσουμε πρώτα το πρόβλημα που σχετίζεται με την ὕλη ως πρῶτον ὑποκείμενον της μεταβολής: Ποιό είναι το υπόστρωμα της μεταβολής όταν έχουμε να κάνουμε με τη γένεση και φθορά; Είναι άραγε το υλικό από το οποίο έχει φτιαχτεί ένα πράγμα, π.χ. ο χαλκός του αγάλματος ή το ξύλο του κρεβατιού, ή μήπως είναι κάτι, η έρευνα του οποίου θα μας οδηγήσει σ' ένα βαθύτερο επίπεδο του φυσικού κόσμου; Η απάντηση που θα προσπαθήσω να θεμελιώσω, όπως ήδη δήλωσα, είναι ότι πράγματι θα οδηγηθούμε σ' ένα βαθύτερο επίπεδο της σύστασης του υλικού κόσμου. Αυτό όμως με κανέναν τρόπο δεν συνεπάγεται ότι μπορούμε ν' αρνηθούμε τα εξής:

(1) Σε κάθε επίπεδο, η ὕλη των αισθητών πραγμάτων σχετίζεται πάντα με το συγκεκριμένο αντικείμενο, το οποίο θα πρέπει να αποτελείται πάντα από ένα συγκεκριμένο υλικό, ανάλογα με το είδος του:

Ἔοικε δὲ ὁ λέγομεν εἶναι οὐ τόδε ἀλλ' ἐκείνινον, οἷον τὸ κιβώτιον οὐ ξύλον ἀλλὰ ξύλινον, οὐδὲ τὸ ξύλον γῆ ἀλλὰ γήινον. (Μετ. 1049a18–21)²⁶

Επίσης,

Ἐπὶ τῶν πρὸς τι ἡ ὕλη· ἄλλω γὰρ εἶδει ἄλλη ὕλη. (Φυσ. 194b8–9)²⁷

Δεν χωράει, λοιπόν, αμφιβολία ότι στα δύο παραπάνω χωρία έχουμε την ιδέα της συγγενούς ὕλης (*matéria signata*), η οποία όμως πιστεύω ότι δεν ταυτίζεται με την πρώτη ὕλη, με την έννοια του πρώτου ἐσχάτου ὑποκειμένου της μεταβολής. Την άποψή μου αυτή θα προσπαθήσω να στηρίξω στη συνέχεια:

(2) Σε κάθε επίπεδο, κάθε ατομική ουσία είναι σύνθετη από ὕλη και μορφή, όπου η ὕλη είναι το ιδιαίτερο υλικό της μορφής της:

Ἐνίων δ' ἐτέρα ἢ ὕλη ἐξ ἀνάγκης ἐτέρων ὄντων, οἷον πρίων οὐκ ἂν γένοι
το ἐκ ξύλου, οὐδ' ἐπὶ τῇ κινούσῃ αἰτία τοῦτο· οὐ γὰρ ποιήσει πρίονα ἐξ
ερίου ἢ ξύλου. (Μετ. 1044a28–30)²⁸

Εδώ είναι σαφές η πρόθεση του Σταγίριτη να τονίσει τη στενή σχέση που συνδέει
την ὕλη με τη μορφή, κάτι το οποίο φαίνεται και από το ακόλουθο χωρίο:

... ἡ ἐσχάτη ὕλη καὶ ἡ μορφή ταυτό καὶ ἓν, <τὸ μὲν> δυνάμει, τὸ δὲ
ἐνεργείᾳ. (Μετ. 1045b18–20)²⁹

Σε χωρία, λοιπόν, όπως αυτά έχουν στηριχθεί όσοι υποστηρίζουν την ανάγνωση
της συγγενούς ὕλης. Είναι όμως ορθή η ανάγνωση αυτή;

Εδώ πρέπει, κατά τη γνώμη μου, να προσέξουμε ιδιαίτερα τα εξής σημεία: Είναι
ανάγκη, κατ' ἀρχήν, να εξαλείψουμε πρώτα μία σύγχυση που έχει δημιουργηθεί
από το γεγονός ότι κάποιοι ιδιαίτερα αξιόλογοι μελετητές του Αριστοτελικού
έργου, όπως λ.χ. ο Charlton, έχουν αποδώσει τον όρο *ἐσχάτη ὕλη* στο χωρίο
1044a28–30 με τον όρο *proximate matter*. Και αυτό που έχει ακόμη μεγαλύτερη
σημασία είναι, ότι δεν θα πρέπει να διαφύγει της προσοχής μας το γεγονός, ότι στο
τέλος αυτού του χωρίου (1045b18–20) ο Σταγίριτης ισχυρίζεται ότι η *ἐσχάτη
ὕλη* είναι δυνάμει και όχι εν ενεργεία. Η παρατήρηση αυτή του φιλοσόφου θεωρώ
ότι είναι εξαιρετικής σημασίας για τους εξής δύο λόγους: (1) μας οδηγεί αμέσως
στην ιδέα της *πρώτης ὕλης*, η οποία δεν είναι δυνατόν να ταυτίζεται με την εγγυ-
τάτη ὕλη, εφόσον η δεύτερη έχει χώρο-χρονικούς προσδιορισμούς. (2) Μας οδη-
γεί στην αναλογία που συνδέει μέσα στο Αριστοτελικό έργο τα οντολογικά ζεύγη:
ὕλη-μορφή από τη μια μεριά, και *δύναμις-ἐνέργεια*, από την άλλη. Αυτό θεωρώ ότι
μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα ισχυρότατο επιχείρημα για να στηριχθεί η άποψη,
ότι η Αριστοτελική πρώτη ὕλη έχει έναν κατ' ἐξοχήν δυνάμει χαρακτήρα.

Με βάση, λοιπόν, τα όσα ανέπτυξα ως εδώ, πιστεύω ότι υπάρχουν ουσιαστικά
ερείσματα μέσα στο ίδιο το Αριστοτελικό έργο για να στηριχθεί η ανάγνωση της
πρώτης ὕλης, ως του πρώτου *ἐσχάτου ὑποκειμένου* της μεταβολής, παρά τις ανα-
φορές του φιλοσόφου στην ὕλη με την έννοια της συγγενούς ή σχετικής με τη
μορφή ὕλης (λ.χ. “πρίων οὐκ ἂν γένοιτο ἐκ ξύλου” Μετ. 1044a2830, και “ἄνθρω-
πος γὰρ ἄνθρωπον γεννᾷ” Φυσ. 194b13)

Αυτές, οι αναφορές δείχνουν, κατά τη γνώμη μου, μόνον ότι υπάρχουν ενδιάμεσα επίπεδα που οδηγούν από την *έσχάτη ὕλη*, ή το έσχατο υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένα όλα τα αισθητά πράγματα, στην κάθε ειδική συγκεκριμένη ουσία, η οποία είναι πάντοτε για τον Αριστοτέλη σύνθεση μιας ιδιαίτερης μορφής και μιας ιδιαίτερης ύλης: το τραπέζι λ.χ. στο δωμάτιό μου είναι μια σύνθεση από μια ιδιαίτερη μορφή και ένα ιδιαίτερο ξύλο (υλικό) από το οποίο έχει κατασκευαστεί. Δεν χωράει αμφιβολία ότι αυτό το υλικό (ξύλο) αποτελεί ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του τραπεζιού έτσι, ώστε να μπορούμε να ονομάζουμε το τραπέζι ξύλινο. Ωστόσο, όπως έχω ήδη παρατηρήσει, ο Αριστοτέλης δεν σταματά στο επίπεδο του αισθητού ξύλου, του χαλκού ή του μαρμάρου κ.ο.κ., αλλά πάει πιο πίσω, στα τέσσερα στοιχεία όλων των υλικών σωμάτων (νερό, γη, αέρα, πυρ), τα οποία είναι επίσης αισθητά. Στη συνέχεια, μάλιστα, προχωρεί ακόμα περισσότερο, σ' ένα βαθύτερο επίπεδο, όπου συναντά την *πρώτη ὕλη*:

*Εἰ δέ τί ἐστι πρῶτον ὃ μῆκέτι κατ' ἄλλο λέγεται ἐκείνινον, τοῦτο πρώτη ὕλη οἷον εἰ ἡ γῆ ἀερίνη, ὃ δ' ἀήρ μὴ πῦρ ἀλλὰ πύρινος, τὸ πῦρ ὕλη πρώτη οὐ τότε τι οὔσα. (Μετ. 1049a25–28)*¹⁰

Αν, λοιπόν, τα όσα ανέπτυξα ως εδώ μπορούν να γίνουν αποδεκτά, τότε θα πρέπει να μας οδηγήσουν στο συμπέρασμα, ότι αυτό που είχε στο νου του ο Αριστοτέλης όταν μιλούσε για *πρώτη ὕλη* δεν μπορεί να ήταν η συγγενής /εγγυάτη ὕλη. Αντίθετα, νομίζω ότι αναφερόταν στο βαθύτερο υπόστρωμα όλων των επιπέδων του υλικού κόσμου: των συγκεκριμένων ατομικών ουσιών, της συγγενούς ύλης, των τεσσάρων στοιχείων, και, τέλος, ακόμη και των εναντίων. Ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον χωρίο, κατά τη γνώμη μου, που δηλώνει ακριβώς αυτή τη διάσταση της *πρώτης ὕλης* είναι το ακόλουθο:

*ἡμεῖς δὲ φαμέν μὲν εἶναι τινα ὕλην τῶν σωμάτων τῶν αἰσθητῶν, ἀλλὰ ταύτην οὐ χωριστὴν ἀλλ' αἰεὶ μετ' ἐναντιώσεως, ἐξ ἧς γίνεται τὰ καλούμενα στοιχεῖα. διώρισται δὲ περὶ αὐτῶν ἐν ἑτέροις ἀκριβέστερον· οὐ μὴν ἀλλ' ἐπειδὴ καὶ τὸν τρόπον τοῦτον ἐστὶν ἐκ τῆς ὕλης τὰ σώματα τὰ πρῶτα, διοριστέον καὶ περὶ τούτων, ἀρχὴν μὲν καὶ πρώτην οἰομένοις εἶναι τὴν ὕλην τὴν ἀχώριστον μὲν, ὑποκειμένην δὲ τοῖς ἐναντίοις. οὔτε γὰρ τὸ θερμὸν ὕλη τῷ ψυχρῷ οὔτε τοῦτο τῷ θερμῷ, ἀλλὰ τὸ ὑποκείμενον ἀμφοῖν. (Περὶ γεν. καὶ φθ. 329a 24–33)*¹¹

Η ύλη, λοιπόν, φαίνεται εδώ να είναι πράγματι το ἔσχατον ὑποκείμενον του φυσικού κόσμου. Σ' αυτή τη διάσταση της ύλης θα πρέπει να προστεθεί ακόμη μία εξίσου σημαντική πτυχή. Το ἔσχατον ὑποκείμενον δεν είναι μεν μία εν ενεργεία ατομική ουσία, έχει ωστόσο τη δυνατότητα να γίνει ένα συγκεκριμένο πράγμα. Έτσι, στα *Μετὰ τὰ Φυσικά* VIII.1 ο Αριστοτέλης δηλώνει:

... ὕλην δὲ λέγω ἢ μὴ τὸδε τι οὕσα ἐνεργεῖα δυνάμει ἐστὶ τὸδε τι.
(*Μετ.* 1042a27-28)³²

Αν, λοιπόν, δεχθούμε, ότι η Αριστοτελική αντίληψη για την πρώτη ὕλη αναφέρεται σε κάτι πιο θεμελιώδες από τη συγγενή/εγγυτάτη ὕλη, το επόμενο βήμα μας θα είναι να αναζητήσουμε μια ικανοποιητική απάντηση στο ερώτημα, αν η πρώτη ὕλη όπως τη συνέλαβε ο Αριστοτέλης μπορεί να έχει αντίκρισμα στο φυσικό κόσμο.

Εδώ θα πρέπει να πω ότι, κατά τη γνώμη μου, το όλο ζήτημα που μας απασχολεί δεν αφορά το χώρο των λογικών και σημασιολογικών αναλύσεων, αλλά, αντίθετα, έχει έναν σαφώς οντολογικό χαρακτήρα. Αν θέλουμε, κατά συνέπεια, να κατανοήσουμε το περιεχόμενο της ἐσχάτης ὕλης, είναι ανάγκη να την εξετάσουμε ως μία οντολογική κατηγορία και συνάμα ως μία έννοια-κλειδί για την εξήγηση της δομής του φυσικού κόσμου. Για το λόγο αυτό, το επόμενο βήμα μου θα είναι να συνδέσω την πρώτη ὕλη με το οντολογικό οικοδόμημα του Σταγίρητη φιλοσόφου έτσι, ώστε να φωτιστούν περισσότερο κάποιες από τις σημαντικότερες πλευρές της Αριστοτελικής θεωρίας τη πρώτης ὕλης.

4. Η οντολογική διάσταση της πρώτης ὕλης

Ένα από τα καλύτερα σημεία που προσφέρονται για την κατανόηση της εσωτερικής σχέσης που συνδέει την πρώτη ὕλη με το οικοδόμημα της Μεταφυσικής, είναι ο Αριστοτελικός ορισμός τη Πρώτης Φιλοσοφίας ως της επιστήμης των πρώτων αρχών και αιτίων:

ὁ γὰρ τὸ ἐπίστασθαι δι' αὐτὸ αἰρούμενος τὴν μάλιστα ἐπιστήμην μάλιστα αἰρήσεται, τοιαύτη δ' ἐστὶν ἡ τοῦ μάλιστα ἐπιστητοῦ, μάλιστα δὲ ἐπιστητὰ τὰ πρῶτα καὶ τὰ αἷτια· διὰ γὰρ ταῦτα καὶ ἐκ τούτων τᾶλλα γνωρίζεται, ἀλλ' οὐ ταῦτα διὰ τῶν ὑποκειμένων. (*Μετ.* 982-b1-5)³³

Αυτές οι αιτίες, όπως υποστηρίζει ο Σταγίριτης, πρέπει να είναι αιτίες σε σχέση με τη φύση ενός πράγματος, δηλαδή του όντος αυτού καθαυτού:

Ἔστιν ἐπιστήμη τις ἥ θεωρεῖ τὸ ὄν καὶ τὰ τούτῳ ὑπάρχοντα καθ' αὐτό. αὕτη δ' ἐστὶν οὐδεμιᾶ τῶν ἐν μέρει λεγομένων ἡ αὐτή... ἐπεὶ δὲ τὰς ἀρχὰς καὶ τὰς ἀκροτάτας αἰτίας ζητοῦμεν, δῆλον ὡς φύσεώς τινος αὐτὰς ἀναγκαῖον εἶναι καθ' αὐτήν. εἰ οὖν καὶ οἱ τὰ στοιχεῖα τῶν ὄντων ζητοῦντες αὐτὰς τὰς ἀρχὰς ἐζητοῦν, ἀνάγκη καὶ τὰ στοιχεῖα τοῦ ὄντος εἶναι μὴ κατὰ συμβεβηκός, ἀλλ' ἡ ὄν. διὸ καὶ ἡμῖν τοῦ ὄντος ἡ ὄν τὰς πρῶτας αἰτίας ληπτέον (Μετ. 1003a19-33)³⁴

Η Αριστοτελική, λοιπόν, Μεταφυσική είναι στενά συνδεδεμένη με τη θεωρία των τεσσάρων αιτίων (βλ. Μετ. 893a24-32), η οποία ταυτόχρονα κατέχει κεντρική θέση στο Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου. Αν λάβουμε, λοιπόν, υπόψη μας τη σχέση αυτή, τότε προκύπτει ότι η Μεταφυσική συνδέεται επίσης με την πρώτη ύλη, η οποία με τη σειρά της συνδέεται με τις ατομικές ουσίες του κόσμου της εμπειρίας που μεταβάλλονται: “οὐδὲ παντὸς ὕλη ἔστιν ἀλλ' ὅσων γένεσις ἔστι καὶ μεταβολὴ εἰς ἄλληλα” (Μετ. 1044b27-30). Επιπλέον, έχει σημασία να μην ξεχνούμε ότι τα τέσσερα Αριστοτελικά αίτια – υλικό, μορφικό, ποιητικό και τελικό – συνδέονται με την ουσία, η οποία μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητή με όρους των θεμελιωδών οντολογικών κατηγοριών του δυνάμει και ενεργεία όντος:

Ἐπεὶ δὲ λέγεται τὸ ὄν τὸ μὲν τὸ τί ἢ ποῖον ἢ ποσόν, τὸ δὲ κατὰ δύναμιν καὶ ἐντελέχειαν καὶ κατὰ τὸ ἔργον, διορίσωμεν καὶ περὶ δυνάμεως καὶ ἐντελεχείας, καὶ πρῶτον περὶ δυνάμεως ἢ λέγεται μὲν μάλιστα κυρίως, οὐ μὴν χρησιμοτάτῃ γέ ἐστι πρὸς ὃ βουλόμεθα νῦν. ἐπὶ πλέον γάρ ἐστιν ἡ δύναμις καὶ ἡ ἐνέργεια τῶν μόνον λεγομένων κατὰ κίνησιν. (Μετ. 1045b33-1046a3)³⁵

5. Η πρώτη ύλη, ως το απροσδιόριστο υποκείμενον της μεταβολής

Τα βασικά χαρακτηριστικά του οντολογικού ζεύγους δυνάμει-ενεργεία όντος είναι γνωστά. Το δυνάμει ον είναι αυτό το οποίο τείνει να αποκτήσει τη μορφή, ενώ το ενεργεία ον είναι το έμμορφο ον. Το δυνάμει ον, επομένως, είναι αυτό που στερείται της μορφής, δηλαδή είναι αυτό που δεν έχει αποκτήσει ακόμη τη μορφή του,

έχει ωστόσο τη δυνατότητα να τη λάβει στο μέλλον. Όταν συμβεί αυτό, θα περάσει από την εν δυνάμει στην εν ενεργεία κατάσταση. Κατά συνέπεια, ένα κομμάτι μάρμαρο είναι δυνάμει άγαλμα, ο άμουςος άνθρωπος είναι δυνάμει μουσικός άνθρωπος, ένα βελανίδι είναι δυνάμει βελανιδιά και το έμβρυο είναι δυνάμει βρέφος. Αυτοί οι δύο τρόποι του όντος, όχι μόνον δεν είναι δύο χωριστά πράγματα, αλλά εμπλέκονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποτελούν τις δύο όψεις του αυτού νομίσματος. Και είναι τόσο στενά συνυφασμένα το δυνάμει με το ενεργεία ον, ώστε θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι δύο αυτές κατηγορίες μαζί με το οντολογικό ζεύγος ύλης-μορφής αποτελούν τους βασικούς πυλώνες πάνω στους οποίους θέλησε να στηρίξει ο Σταγίριτης φιλόσοφος το οντολογικό του μοντέλο για το γίγνεσθαι του κόσμου:

... ή ἐσχάτη ὕλη καὶ ἡ μορφή ταυτό καὶ ἓν, <τὸ μὲν> δυνάμει, τὸ δὲ ἐνεργείᾳ. (Μετ. 1045b18–20)³⁶

Αυτή ακριβώς η ιδέα της ταύτισης της ύλης με τη δύναμη – όπως έχω ήδη παρατηρήσει – αποτελεί την πιο ουσιαστική ένδειξη του δυναμικού χαρακτήρα της Αριστοτελικής ύλης. Και είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε, επιπλέον, ότι αυτή η ίδια ιδέα, μέσα από τη μακραίωνη συζήτηση πάνω στο θέμα της σχέσης που συνδέει την ύλη με τη μορφή, έχει οδηγήσει μια μεγάλη μερίδα Αριστοτελιστών στην άρνηση της πραγματικότητας της *πρώτης ύλης*: αν η ύλη, ισχυρίζονται οι υποστηρικτές αυτής της άποψης, είναι δύναμις, και αν – σύμφωνα με τον Αριστοτέλη – η δύναμις είναι στέρηση της μορφής, τότε η ύλη θα πρέπει επίσης να ταυτιστεί με τη στέρηση, και κατά συνέπεια με το μη ον.

Αυτή όμως -πιστεύω- είναι μια πολύ στενή ερμηνεία της θεωρίας του Σταγειρίτη για την ύλη, για τους εξής δύο λόγους:

Ι. Αν και είναι αλήθεια ότι η δύναμις εκφράζει τη στέρηση της μορφής, ο Αριστοτέλης, εντούτοις, τονίζει το γεγονός ότι η δύναμις καθ' αυτή είναι κάτι περισσότερο από στέρηση. Το να πούμε ότι το Χ στερείται της μορφής Ψ, είναι κάτι περισσότερο από το να πούμε ότι το Χ είναι μη-Ψ.³⁷

Όταν λ.χ. δηλώνουμε, ότι το έμβρυο, το οποίο είναι δυνάμει βρέφος, στην παρούσα φάση στερείται της μορφής του βρέφους, αυτό δεν σημαίνει απλώς ότι το έμβρυο δεν είναι βρέφος. Το ότι στην παρούσα φάση δεν είναι βρέφος είναι κάτι πολύ πιο σημαντικό και πραγματικό από μια απλή άρνηση, διότι αυτό που τονί-

ζεται είναι η δυνατότητα, η δύναμις του εμβρύου να γίνει βρέφος στο μέλλον, εφόσον βέβαια υπάρξουν οι κατάλληλες συνθήκες (βλ. Φυσ. 192a4-8).

Έχει, λοιπόν, μεγάλη σημασία, κατά τη γνώμη μου, να προσέξουμε ότι υπάρχουν δυο απόψεις του δυνάμει, γενικά, και της ύλης, ειδικότερα: η αρνητική άποψη της στέρσης, και η θετική άποψη, η οποία εκφράζει μία τάση για την πραγμάτωση του τέλους, του σκοπού. Με άλλα λόγια, η ύλη δεν είναι απλώς και μόνο εκείνο το οποίο στερείται μορφής, αλλά αυτό που έχει τη δυνατότητα να πάρει διαφορετικές μορφές. Η ύλη είναι αυτό το οποίο βρίσκεται στην κατάσταση του γίνεσθαι, ενώ η μορφή είναι το τέλος αυτής της εξελικτικής διαδικασίας. Η ύλη, ισχυρίζεται ο Αριστοτέλης, «είναι κάτι του οποίου η κύρια φύση είναι να επιθυμεί ή να τείνει προς την ενεργεία ύπαρξη».

Επιπλέον,

... ἡ ὕλη ἔστι δυνάμει, ὅτι ἔλθοι ἄν εἰς τὸ εἶδος· ὅταν δέ γε ἐνεργείᾳ ᾗ, τότε ἐν τῷ εἶδει ἐστίν. (Μετ. 1050a15-16)³⁸

Ἦλη, λοιπόν, και μορφή, δύναμις και ενέργεια, είναι δύο εξίσου πραγματικά και αχώριστα μεταξύ τους στοιχεία ή όψεις του όντος. Από την άποψη αυτή, η ύλη ως δύναμις ον αποβαίνει το οντολογικό υπόβαθρο του δυναμικού μοντέλου της Αριστοτελικής φιλοσοφίας της φύσης. Η ύλη, θεωρημένη ως δύναμις, προσφέρει το έδαφος για να πραγματοποιηθεί η μετάβαση από τη μία κατάσταση στην άλλη. Με την έννοια αυτή, μπορούμε να πούμε ότι η ύλη η ίδια γίνεται μία αρχή μεταβολής.

Αν γίνει, λοιπόν, αποδεκτή η ανάλυση των εννοιών που επεχείρησα ως εδώ, τότε η πρώτη ὕλη θεωρημένη ως το απροσδιόριστο, το άμορφο ὑποκείμενον της μεταβολής μέσα στο φυσικό κόσμο, δεν θα μπορούσε με κανένα τρόπο να ταυτισθεί με το μη ον και να θεωρηθεί ως μία έννοια κενή περιεχομένου. Οι προσδιορισμοί, όπως έχουμε δει, ανήκουν στο ενεργεία ον, στον κόσμο της εμπειρίας, των ατομικών ουσιών με τους χώρο-χρονικούς προσδιορισμούς. Ωστόσο, όπως έχει ήδη φανεί, αυτό δεν καλύπτει ολόκληρο το φάσμα του πραγματικού στο έργο του Σταγίριτη, εφόσον υπάρχει ένα βαθύτερο επίπεδο πραγματικότητας, που ανήκει στον κόσμο του δυνάμει όντος, ο οποίος, είναι μεν απροσδιόριστος, μπορεί όμως να δεχθεί προσδιορισμούς, ακριβώς χάρη στο γεγονός ότι στερείται μορφής: είναι,

δηλαδή, ανάγκη η *υποκειμένη φύση* να στερείται μορφής, ακριβώς για να μπορεί – όπως αναφέρεται στον Πλατωνικό Τίμαιο – «ο δέκτης όλων» να υποστεί μετασχηματισμούς (βλ. *Περὶ οὐρανοῦ* 306b13-17). Αν γίνει δεκτή αυτή η άποψη, τότε πιστεύω ότι μπορούμε παράλληλα να πούμε ότι έχουμε το κλειδί για να κατανοήσουμε το ρόλο της *πρώτης ὕλης*, όχι μόνον ως υποκειμένου της μεταβολής, αλλά και ως του *ἐσχάτου υποκειμένου* της κατηγορήσεως:

... τὰ μὲν γὰρ ἄλλα τῆς οὐσίας κατηγορεῖται, αὕτη δὲ τῆς ὕλης. (Μετ.
1029α 24–25)³⁹

Διότι, αν είναι αλήθεια ότι η *πρώτη ὕλη*, αν και είναι απροσδιόριστη, μπορεί να λάβει όλα τα είδη των προσδιορισμών, τότε θα αληθεύει και το ότι, αν και δεν αποδίδεται ως κατηγορούμενο σε κάτι, μπορεί για τον ίδιο λόγο να λάβει κατηγορήματα, και έτσι να είναι το θετικό υποκείμενο της κατηγορήσεως.

Δεν πρέπει, ωστόσο, να παραβλέψουμε το γεγονός ότι αυτό που έχει πρωταρχική σημασία εδώ είναι η οντολογική διάσταση της *πρώτης ὕλης*, θεωρημένης ως του *πρώτου υποκειμένου* της μεταβολής. Με την έννοια αυτή, η *πρώτη ὕλη* προσφέρει το έδαφος για να συντελεσθεί η μετάβαση από το δυνάμει στο ενεργείον, κάτι το οποίο αποτελεί και το πιο θεμελιώδες είδος της κίνησης.

6. Η *πρώτη ὕλη* ως αρχή μετάβασης από το δυνάμει στο ενεργείον

Στο σημείο αυτό θεωρώ ότι αποκαλύπτεται η κρίσιμη σχέση μεταξύ ὕλης και μορφής, δύναμης και ενέργειας. Η μετάβαση από τη μία κατάσταση στην άλλη αποτελεί μία διαδικασία που συντελείται μέσα στη φύση, και χαρακτηρίζεται από τον Αριστοτέλη ως κίνηση, όχι όμως τοπική, αλλά ως ποιοτική μεταβολή, ως γένεση και φθορά:

... ἡ τοῦ δυνάμει ὄντος ἐντελέχεια, ἥ τοιοῦτον, κίνησις ἐστίν. (Φυσ.
201a12)⁴⁰

Ο ορισμός αυτός, όπως είναι κοινώς αποδεκτό, αποτελεί μία εξαιρετικά πρωτότυπη αντιμετώπιση της κίνησης, τόσο στο χώρο της φιλοσοφίας όσο και στο χώρο της επιστήμης. Η μετάβαση από τη δύναμη στην ενέργεια εκφράζει για τον Αριστοτέλη μία εσωτερική μορφή κίνησης, η οποία αποτελεί το ουσιώδες συστατικό του

πραγματικού ρόλου που παίζει η πρώτη ὕλη στην Αριστοτελική εικόνα του φυσικού κόσμου. Η ὕλη, λοιπόν, όχι μόνον δεν είναι μία έννοια κενή περιεχομένου, αλλά είναι η πηγή και η κινητήρια δύναμη του γίνεσθαι της φύσης:

... διὸ ἡ κίνησις ἐντελέχεια τοῦ κινητοῦ ἢ κινητόν. (Φυσ. 202a8)⁴¹

Με άλλα λόγια, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι το εσωτερικό ιδιάζον χαρακτηριστικό της φύσης:

... ἐν ταύτῃ γὰρ γένηι τῇ δυνάμει· ἀρχὴ γὰρ κινητική. (Μετ. 1049ε10)⁴²

Ύστερα από την ανάλυση του περιεχομένου της Αριστοτελικής έννοιας της πρώτης ὕλης, θα περάσω στο χώρο της σύγχρονης Φυσικής, όπου πιστεύω ότι προσφέρεται ένα θαυμάσιο υλικό για να πάρει πραγματικό περιεχόμενο η Αριστοτελική σύλληψη της πρώτης ὕλης.

Μέρος II

Η εικόνα της φύσης στη σύγχρονη Φυσική και η Αριστοτελική Θεωρία της ὕλης

7. Εισαγωγή

Είναι κοινός πλέον τόπος ότι με την αυγή του 20ου αιώνα, τα αποτελέσματα της πειραματικής έρευνας σε όλους σχεδόν τους τομείς της επιστήμης, και ειδικότερα στην Κβαντική Φυσική, είχαν δραματικές επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο προσπαθούσαν οι επιστήμονες να κατανοήσουν το φυσικό κόσμο. Καθώς, μάλιστα, προχωρούσε η έρευνα σε όλο και βαθύτερα επίπεδα της ὕλης, ανακαλύφθηκαν τόσο ριζικά διαφορετικές πτυχές της ὕλης, ώστε ήταν αδύνατο να ενταχθούν στο κλασικό πλαίσιο των εννοιών της Νευτώνειας Φυσικής. Στο δεύτερο, λοιπόν, μέρος της μελέτης αυτής θα επικεντρώσω την προσοχή μου σε ορισμένα παράδοξα, αλλά και συνάμα συναρπαστικά, παραδείγματα από την Κβαντική Φυσική και Φυσική των Στοιχειωδών Σωματίων, με σκοπό να δείξω ότι το αίτημα για νέες κατηγορίες σύλληψης και κατανόησης του φυσικού κόσμου παραπέμπει στο Αριστοτελικό μοντέλο της φύσης και, συγκεκριμένα, στη θεωρία του

Σταγίριτη για την *πρώτη ύλη*. Ιδιαίτερο πόλο έλξης των αναζητήσεών μου θα αποτελέσει η κατηγορία του δυνάμει, η οποία, όπως πιστεύω, προσφέρει τη βάση για μια δυναμική αντίληψη της ύλης και του φυσικού κόσμου.

8. Η Κβαντική Φυσική, η απροσδιοριστία της ύλης και ο δυνάμει χαρακτήρας των κβαντικών φαινομένων

Ξεκινώντας την περιπλάνησή μας στον κόσμο των κβαντικών φαινομένων, θα πρέπει κατ' αρχήν να σημειώσουμε, ότι η ανάπτυξη της Κβαντικής Φυσικής προήλθε από τη μελέτη της Ατομικής Φυσικής, όπου για ένα διάστημα τριών περίπου αιώνων κυριάρχησε το Νευτώνειο μοντέλο του φυσικού κόσμου. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, το σύνολο της φυσικής πραγματικότητας αποτελείται από άτομα, τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ως μέρη μιας γιγάντιας μηχανής. Και επειδή τα άτομα αυτά είναι αμετάβλητα, η μόνη μεταβολή στον υλικό κόσμο είναι αυτή της ποσότητας, η οποία μπορεί να εξηγηθεί μόνο μέσα από την κίνηση στο χώρο. Εδώ, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχει ένα ουσιαστικό σημείο αντίθεσης προς την Αριστοτελική αντίληψη για το φυσικό κόσμο, όπου κυρίαρχο στοιχείο είναι αυτό της ποιότητας και όχι της ποσότητας. Στο Νευτώνειο, λοιπόν, κόσμο-είδωλο δεν υπάρχει χώρος για ποιοτικούς μετασχηματισμούς, για ανάπτυξη και γίνεσθαι, για πέρασμα από τη δυνάμει στην ενεργεία κατάσταση, στοιχεία που συνθέτουν το Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου. Στη Νευτώνεια Φυσική όλα εξηγούνται μέσα από την ποσότητα και την κίνηση, η οποία μεταφέρεται από το ένα κομμάτι της κοσμικής μηχανής στο άλλο με μία απόλυτη αναγκαιότητα, χωρίς ν' αφήνει περιθώριο για το καινοφανές, για την απροσδιοριστία και το τυχαίο. Αυτά σε γενικές γραμμές αποτελούν τα βασικά συστατικά του μηχανιστικού ντετερμινιστικού κοσμοειδώλου, σύμφωνα με το οποίο η εξέλιξη ολόκληρου του Σύμπαντος μπορεί να προβλεφθεί με απόλυτη ακρίβεια με βάση τους νόμους της Μηχανικής, εφόσον βέβαια γνωρίζουμε τις αρχικές συνθήκες.

Οι νέες ανακαλύψεις, ωστόσο, στο μικρό-κοσμο έδειξαν ότι καθώς περνούμε από τον κόσμο της κλίμακας στην οποία ζούμε, όπου ισχύει η Νευτώνεια Μηχανική, στο εσωτερικό της σύστασης του ατόμου, δεν έχουμε μόνο να κάνουμε με μία αλλαγή στο μέγεθος των αντικειμένων. Περνούμε, μάλλον, σε ένα ποιοτικά διά-

φορο επίπεδο φυσικής πραγματικότητας, όπου η ύλη εμφανίζει παράδοξες ιδιότητες και τρόπους συμπεριφοράς.

Αυτό, θα πρέπει να πούμε, ήταν κάτι που είχε φανεί ήδη με την ανακάλυψη του ηλεκτρονίου και του τρόπου με τον οποίο κινείται γύρω από τον πυρήνα. Διαπιστώθηκε, δηλαδή, ότι το ηλεκτρόνιο είχε την ιδιότητα να κινείται από μία τροχιά σε μια άλλη με ένα τρόπο “ασυνεχή”, με το λεγόμενο “κβαντικό άλμα,” χωρίς να είναι δυνατόν να προβλεφθεί ο ακριβής χρόνος που θα γίνει η “μετάπτωση” από μία ενεργειακή στάθμη σε μία άλλη. Η λύση που προτάθηκε από τον de Broglie και οι κυματικές εξισώσεις του Schrödinger, που προσπαθούσαν να σώσουν το συνεχές χαρακτήρα της κίνησης του ηλεκτρονίου κατά τη μετάπτωσή του από τη μία τροχιά στην άλλη, όχι μόνο δεν μπόρεσαν να απαλείψουν την ιδέα της απροσδιοριστίας από τον υπο-ατομικό κόσμο, αλλά έβαλαν ταυτόχρονα και το ζήτημα της διττής φύσης του σωματιδίου αυτού.

Στην προσπάθειά του να λύσει τα προβλήματα που συνδέονταν με την απροσδιόριστη φύση της ύλης, ο Heisenberg έκανε την επισήμανση ότι, όταν παρατηρείται ένα ηλεκτρόνιο ως σωματίο, αυτό που μετρούμε είναι η θέση του, ενώ όταν αντιμετωπίζεται ως κύμα, αυτό που μετρούμε είναι η ορμή του. Κατά συνέπεια, ως αποτέλεσμα της διττής φύσης του ηλεκτρονίου, είναι αδύνατο να κάνουμε ταυτόχρονα ακριβή μέτρηση της θέσης και της ορμής. Αν, για παράδειγμα, προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε τη θέση του με μεγάλη ακρίβεια, θα χαθεί κάθε ακρίβεια στη μέτρηση της ορμής, και αντιστρόφως. Αυτή η παράδοξη ιδέα βρήκε έκφραση στην “αρχή της απροσδιοριστίας του Heisenberg”, σύμφωνα με την οποία είναι αδύνατο να έχουμε μία πλήρη περιγραφή ενός υπο-ατομικού συστήματος (λ.χ. ενός ηλεκτρονίου, ή φωτονίου), διότι υπάρχει ένας φυσικός περιορισμός στην ακρίβεια με την οποία μπορούν να μετρηθούν κάθε φορά δύο μη συμβατά μεγέθη, όπως η θέση και η ορμή.

Η απροσδιοριστία της συμπεριφοράς του ηλεκτρονίου ή φωτονίου και ο παράδοξος χαρακτήρας της διττής τους φύσης εμφανίζεται στο γνωστό πείραμα με τις δύο σχισμές⁴³. Με απλά λόγια το πείραμα αυτό έχει ως εξής: υποθέτουμε ότι στέλνουμε φως μέσα από μία σχισμή πάχους περίπου ενός εκατομμυριοστού του μέτρου. Το αποτέλεσμα θα είναι μία εικόνα περίθλασης⁴⁴. Εάν, ωστόσο, τοποθετηθούν δύο σχισμές, η μία παράλληλα προς την άλλη, τότε δεν θα εμφανισθεί

το αποτέλεσμα της περίθλασης, αλλά ένα σύνολο από κροσσούς συμβολής⁴¹. Το φαινόμενο της συμβολής σύμφωνα με την κυματική θεωρία εξηγείται ως εξής: τα κύματα του φωτός περνούν μέσα από τις δύο σχισμές και παράγουν τους κροσσούς με εναλλάξ αμοιβαία ενίσχυση και ακύρωση. Αλλά το ερώτημα που προκύπτει είναι το ακόλουθο: τί είναι σε τελευταία ανάλυση το ηλεκτρόνιο, ή το φωτόνιο; Είναι σωματίδιο, ή κύμα;

Αν ακολουθήσουμε τη θεωρία του Einstein για το φως, θα πούμε ότι είναι σωματίδιο. Αλλά, αν ήταν σωματίδιο, τότε θα έπρεπε, όταν έχουμε και τις δύο σχισμές ανοιχτές, να περνάει μόνον μέσα από τη μία ή μέσα από την άλλη σχισμή. Από όποια σχισμή κι αν περάσει, η παρουσία της άλλης θα έπρεπε να μην κάνει καμία απολύτως διαφορά. Στην πραγματικότητα όμως δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο. Εκείνο που διαπιστώνουμε, όπως είδαμε, είναι ότι, όταν ανοίγουμε εναλλάξ την κάθε μία από τις δύο σχισμές, τότε παράγεται μόνο το απλό άθροισμα δύο εικόνων (περίθλασης), που καταλήγει σε μία ομοιόμορφη κατανομή, και όχι σε λεπτές φωτεινές και σκοτεινές γραμμές, που είναι χαρακτηριστικές του φαινομένου της συμβολής.

Όλες αυτές οι διαπιστώσεις, λοιπόν, συνέτειναν στην άποψη, ότι υπάρχει μία εγγενής απροσδιοριστία στο μικρό-κοσμο, εφόσον η περιγραφή του ηλεκτρονίου μπορεί να δοθεί μόνο με πιθανότητες και όχι με τους κλασικούς αιτιοκρατικούς νόμους, όπως ίσχυαν στο πλαίσιο της Νευτώνειας Φυσικής και του μηχανιστικού ντετερμινισμού. Φάνηκε, ακόμη, ότι στον υπο-ατομικό κόσμο το ηλεκτρόνιο συμπεριφέρεται άλλοτε ως σωματίδιο και άλλοτε ως κύμα – ανάλογα με τις συνθήκες της πειραματικής διάταξης – όχι όμως ταυτόχρονα και τα δύο.

Κατά συνέπεια, η έρευνα της συμπεριφοράς των σωματιδίων στον κβαντικό κόσμο είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο βασικών τύπων προβλημάτων, τα οποία δεν μπορούμε ακόμη να πούμε ότι έχουν βρει την τελική τους λύση: το πρώτο, αναφέρεται στην ιδέα της απροσδιοριστίας σε αντιδιαστολή προς την αιτιότητα, όπως αυτή ίσχυε στο πλαίσιο της Κλασικής Φυσικής, ενώ το δεύτερο στο χαρακτήρα της πραγματικότητας του κόσμου που ερευνούν οι επιστήμονες στη μικροσκοπική κλίμακα.

Στο πλαίσιο των προσπαθειών που έγιναν να εξηγηθεί ο περιορισμός που τίθεται στη δυνατότητά μας να προσδιορίσουμε ταυτόχρονα και με ακρίβεια δύο μη συμβατά μεγέθη, όπως λ.χ. τη θέση και την ορμή του ηλεκτρονίου, ο Bohr δια-

τύπωσε την άποψη, η οποία είναι γνωστή ως “θεωρία της συμπληρωματικότητας”. Σύμφωνα μ’ αυτή, δεν θα πρέπει να προσπαθούμε να απαντήσουμε στο ερώτημα, αν το ηλεκτρόνιο είναι σωματίδιο ή κύμα, και αυτό διότι οι δύο εικόνες δεν είναι αντιφατικές μεταξύ τους, αλλά συμπληρωματικές. Το ίδιο, άλλωστε, ισχύει και για το άλλο ζεύγος μη συζυγών μεγεθών: τη θέση και την ορμή. Μπορούμε, δηλαδή, να μετρήσουμε την ορμή – και στην περίπτωση αυτή η θέση είναι αβέβαιη – όπως και το αντίστροφο. Κάθε ένα από τα μεγέθη αυτά συνιστά μία συμπληρωματική άποψη του κβαντικού “αντικείμενου”.

Μια εξαιρετικά σημαντική συνέπεια της θεωρίας του Βοήρ είναι η ιδέα, ότι δεν έχει νόημα να αποδίδουμε μία πλήρη ομάδα ιδιοτήτων σε ένα κβαντικό “αντικείμενο” πριν από την πράξη της μέτρησης. Και αυτό διότι, πριν από τη μέτρηση το κβαντικό αντικείμενο δεν έχει ούτε ορμή, ούτε θέση· απλούστατα, δεν υπάρχει. Η πραγματικότητά του δημιουργείται κατά τη στιγμή ακριβώς της μέτρησης. Πριν από αυτή δεν υπάρχει· είναι, θα λέγαμε με Αριστοτελικούς όρους, *μη ὄν*.

Δεν χωράει αμφιβολία ότι ο ρόλος που έδωσε ο Βοήρ στη μέτρηση είναι αρκετά παράδοξος. Είναι δυνατόν να πούμε ότι το κβαντικό “αντικείμενο” το δημιουργεί η μέτρηση εκ του μηδενός; Για να προβούμε σε μία ουσιαστική εκτίμηση του προβλήματος, νομίζω ότι είναι αναγκαίο να επισημάνουμε το γεγονός, ότι η θεωρία του Βοήρ, καθώς και η ερμηνεία της Σχολής της Κοπεγχάγης που στηρίχθηκε στη θεωρία αυτή⁴⁶, χαρακτηρίζονται από μία καθαρά θετικιστική στάση, εφόσον εξαρτούν την πραγματικότητα του κβαντικού “αντικείμενου” από την παρατήρηση και τη μέτρηση. Η στάση τους, δηλαδή, αυτή έχει όλα τα χαρακτηριστικά του Θετικισμού, για τον οποίο το σύνολο της πραγματικότητας ανήκει μόνο στον κόσμο της εμπειρίας, της εν ενεργεία ύπαρξης, του ατομικού αντικείμενου, του Αριστοτελικού *τόδε τι*, με τους συγκεκριμένους χώρο-χρονικούς προσδιορισμούς.

Κατά συνέπεια, όσον αφορά στην πραγματικότητα οποιουδήποτε πράγματος, αυτό μπορεί, είτε να υπάρχει, είτε να μην υπάρχει. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση του ηλεκτρονίου. Εκείνο που μπορούμε και εδώ να πούμε είναι, είτε ότι υπάρχει, είτε ότι δεν υπάρχει: *tertium non datur*. Η θέση, δηλαδή, αυτή βασίζεται στην κλασική Λογική των δύο αξιών, η οποία λειτουργεί θαυμάσια όταν έχουμε να κάνουμε με αντικείμενα της καθημερινής εμπειρίας, όπως τραπέζια και καρέκλες, ή μήλα και πορτοκάλια. Η φύση όμως του μικρό-κοσμου είναι τόσο διαφορετι-

κή, ώστε είναι αδύνατο να γίνει κατανοητή μέσα στο πλαίσιο των κλασικών κατηγοριών. Στην περίπτωση αυτή, επομένως, η Λογική των δύο αξιών δεν επαρκεί για να μπορέσουμε να δώσουμε μία ικανοποιητική απάντηση. Η θέση μου, λοιπόν, είναι – και εδώ ακολουθώ τον Heisenberg – ότι μία πολλά υποσχόμενη διέξοδος θα ήταν να εισάγουμε στον ορισμό των κβαντικών “αντικειμένων” την Αριστοτελική κατηγορία του δυνάμει. Αυτό μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητό με τη βοήθεια του ακόλουθου παραδείγματος: ⁴⁷

Ας υποθέσουμε, ότι τοποθετούμε ένα ηλεκτρόνιο μέσα σ' ένα κιβώτιο ερμητικά κλειστό, και θέτουμε το ερώτημα: σε ποιο σημείο του κιβωτίου βρίσκεται το ηλεκτρόνιο; Η απάντηση, σύμφωνα με τους κανόνες της Κβαντικής Φυσικής, είναι η εξής: για όσο διάστημα δεν “βλέπουμε” μέσα στο κιβώτιο, το κβαντικό μηχανικό κύμα που αντιστοιχεί στο ηλεκτρόνιο είναι απλωμένο ομοιόμορφα σε όλο το κιβώτιο και έτσι η πιθανότητα να βρίσκεται το ηλεκτρόνιο σε οποιοδήποτε σημείο του κιβωτίου είναι παντού η ίδια. Ας φαντασθούμε, τώρα, ότι τοποθετούμε ένα αδιαπέραστο διάφραγμα που χωρίζει το κιβώτιο σε δύο θαλάμους. Στην περίπτωση αυτή, θα ήταν φυσικό να αναμένουμε ότι το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στον έναν από τους δύο θαλάμους. Σύμφωνα όμως με τους κανόνες της Κβαντικής Φυσικής, όση ώρα δεν “βλέπουμε” μέσα στο κιβώτιο, το ηλεκτρόνιο με τη μορφή του κύματος βρίσκεται στο εσωτερικό όλου του κιβωτίου – και στους δύο δηλαδή θαλάμους – παρά το γεγονός ότι τους χωρίζει ένα αδιαπέραστο διάφραγμα. Τη στιγμή όμως που θα “κοιτάξουμε” μέσα στο κιβώτιο, το κύμα θα εξαφανισθεί απότομα από τον ένα θάλαμο και στον άλλο θα έχουμε το ηλεκτρόνιο. Είναι, με άλλα λόγια, σαν να υπήρχαν πριν από την παρατήρηση στους δύο θαλάμους δύο “νεφελώδη ηλεκτρόνια-φαντάσματα,” περιμένοντας πότε θα γίνει η μέτρηση, για να μετατρέψει το μεν ένα σε “πραγματικό” ηλεκτρόνιο, το δε άλλο να το εξαφανίσει⁴⁸.

Το παράδοξο αυτό προσπάθησε να το εκφράσει με έναν γλαφυρό τρόπο ο Schrödinger με το περίφημο νοητικό πείραμα, γνωστό ως το “παράδοξο της γάτας του Schrödinger.” Το εξαιρετικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει το νοητικό αυτό πείραμα είναι ότι θέτει μ' έναν τρόπο δραματικό το φαινόμενο της “επαλληλίας των κβαντικών καταστάσεων,” και της “κατάρρευσης της κυματοσυνάρτησης”.

Για να γίνει κατανοητό το περιεχόμενο των όρων θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής: στην Κβαντική Μηχανική το φυσικό σύστημα παριστάνεται με μία κυμα-

τοσυνάρτηση ψ , μέσα σ' ένα χώρο Hilbert. Η κατάσταση όμως του συστήματος δεν έχει καμία σχέση με την κατάσταση των φυσικών συστημάτων στην κλίμακα της εμπειρίας μας. Ενώ δηλαδή στη μέση κλίμακα στην οποία κανούμεστε κάθε πράγμα έχει μία σαφώς προσδιορισμένη ύπαρξη, όταν περνούμε στον κόσμο των κβαντικών φαινομένων, το φυσικό σύστημα μπορεί να αποτελείται από μία επαλληλία δύο ή και περισσότερων (έως και άπειρων) καταστάσεων, χωρίς καμία από αυτές να έχει ένα προνομιακό status έναντι των άλλων, έως τη στιγμή που θα γίνει η μέτρηση. Μόλις όμως πραγματοποιηθεί η μέτρηση, τα πράγματα αλλάζουν δραματικά. Ξαφνικά εξαφανίζονται όλες οι “επάλληλες καταστάσεις” εκτός από μία. Το σύστημα, δηλαδή, περνάει σε μία *ιδιοκατάσταση* (eigenstate) και το αποτέλεσμα της μέτρησης αντιστοιχεί σε μία *ιδιοτιμή* (eigenvalue). Εδώ θα πρέπει να προσέξουμε ότι αυτή η μετατροπή, που ονομάζεται “κατάρρευση της κυματοσυνάρτησης” (collapse of the wave-function) σε μία *ιδιοκατάσταση*, δείχνει ότι η ανάπτυξη των κβαντικών συστημάτων είναι μη γραμμική και μη αντιστρέψιμη. Η “κατάρρευση”, δηλαδή, “της κυματοσυνάρτησης” δεν εκφράζει μία ποσοτική, αλλά μία ποιοτική μεταβολή. Αυτό, βέβαια, είναι κάτι το οποίο δεν μπορεί να βρεί καμία θέση στην Κλασική Φυσική.

Πώς όμως θα εξηγηθεί αυτό το ποιοτικό χαρακτηριστικό; Η ερμηνεία της Σχολής της Κοπεγχάγης δεν μπορεί να δώσει μία ικανοποιητική εξήγηση, διότι, όπως επεσήμανα ήδη, αντιμετωπίζει την πραγματικότητα μέσα από το πρίσμα του Θετικισμού, και διότι είναι παγιδευμένη στη Λογική των δύο αξιών. Το φαινόμενο, λοιπόν, αυτό μπορεί να έχει νόημα, όπως υποστήριξε ο Heisenberg, αν καταφύγουμε στην Αριστοτελική κατηγορία του δυνάμει:

...εάν θεωρήσουμε ότι η λέξη “κατάσταση” περιγράφει το δυνάμει και όχι μία [εν ενεργεία] πραγματικότητα – μπορούμε ακόμη και να αντικαταστήσουμε απλά τον όρο “κατάσταση” με την έννοια του δυνάμει (potentiality) – τότε η έννοια των “συνυπαρχουσών καταστάσεων (co-existent states) είναι αρκετά ευλογοφανής, εφόσον μία δυνάμει κατάσταση μπορεί να συνυπάρχει ή να επικαλύπτεται από άλλες δυνάμει καταστάσεις.”⁴⁹

Αυτό οδηγεί επίσης τον Heisenberg στο πολύ ενδιαφέρον συμπέρασμα, ότι τα άτομα ή τα στοιχειώδη σωματίδια σχηματίζουν ένα “κόσμο από δυνάμει καταστά-

σεις (potentialities) ή δυνατότητες (possibilities), παρά ένα κόσμο από εμπειρικά δεδομένα”.⁵⁰

Ακολουθώντας, λοιπόν, τον Heisenberg, θα μπορούσαμε κι' εμείς να υποστηρίξουμε, ότι “συνυπάρχουσες κβαντικές καταστάσεις” αναδύονται μέσα από το ίδιο *υποκείμενον*. Από όλες αυτές τις δυνάμει καταστάσεις – οι οποίες μπορεί μεν να μην είναι εν ενεργεία, είναι όμως πραγματικές – μία μόνο περνάει στην εν ενεργεία ύπαρξη μέσα από την πράξη της μέτρησης. Μια τέτοιου είδους εξήγηση μπορεί, βέβαια, να γίνει αποδεκτή μόνον εφόσον αποφασίσουμε να παρακάμψουμε το οπλοστάσιο των εννοιών της Κλασικής Φυσικής και να αναζητήσουμε άλλα εννοιολογικά σχήματα, τα οποία φαίνεται να έχουν ουσιαστικές αναλογίες με το Αριστοτελικό μοντέλο εξήγησης του φυσικού κόσμου, και την οντολογική κατηγορία του δυνάμει.⁵¹

Η θέση μου αυτή ελπίζω ότι θα ενισχυθεί περισσότερο, όταν περάσουμε στην εξερεύνηση του μικρό-κοσμου, όπως μας τον αποκαλύπτει η Φυσική των Στοιχειωδών σωματίων.

9. Η Φυσική των Στοιχειωδών Σωματίων και η δυνάμει διάσταση της ύλης

Οι έρευνες στο χώρο της Φυσικής των Στοιχειωδών Σωματίων μας οδηγούν στην καρδιά του προβλήματος που αναφέρεται στη σύσταση του φυσικού κόσμου: τί είναι αυτό από το οποίο δημιουργήθηκε ο κόσμος, αλλά και αυτό από το οποίο, σε τελευταία ανάλυση, αποτελούνται τα υλικά σώματα και αντικείμενα με τις ιδιότητες που μας είναι γνωστές στην κλίμακα που κινούμαστε;

Είναι γνωστό, ότι η ατομική θεωρία της αδρανούς ύλης, όπως διαμορφώθηκε στο πλαίσιο της Νευτώνειας Φυσικής, δεν ήταν συμβατή με το Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου. Η κλασική άποψη για τον υλικό κόσμο ήταν ότι αυτός αποτελούνταν από μικρά, συμπαγή, αμετάβλητα σωματίδια, τα άτομα, τα οποία αποτελούσαν τους δομικούς λίθους όλου του υλικού κόσμου.

Η αντίληψη αυτή δεν υπέστη καμία δραματική μεταβολή, ακόμη και όταν διαπιστώθηκε με την ανακάλυψη του ηλεκτρονίου, στο τέλος του 19ου αιώνα, ότι το άτομο είχε εσωτερική δομή αποτελούμενο από πυρήνα και ένα, ή περισσότερα ηλεκτρόνια (ανάλογα με το είδος του υλικού σώματος), ή όταν ανακαλύφθη-

κε ότι ο ίδιος ο πυρήνας είχε δομή, εφόσον αποτελούνταν από πρωτόνια και νετρόνια. Το μόνο που άλλαξε ήταν ότι η ιδέα της σταθερότητας που χαρακτήριζε τα άτομα μετατοπίστηκε στα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια και τα νετρόνια, εξαιτίας της σχετικής σταθερότητας που εμφάνιζαν.

Στις αρχές, λοιπόν, του 20ου αιώνα, διαφορώθηκε η εξής εικόνα για το εσωτερικό της σύστασης του ατόμου: Τα άτομα αποτελούνται από τον μικρό, πυκνό, θετικά φορτισμένο πυρήνα. Γύρω του διαγράφουν τροχιές ηλεκτρικά, αρνητικά φορτισμένα σωματίδια, τα ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια διεγείρονται σε τροχιές μεγαλύτερης ενέργειας και μεταπίπτουν σε τροχιές χαμηλότερης ενέργειας εκπέμποντας φως. Τα πρωτόνια και νετρόνια μπορούν κι' αυτά με τη σειρά τους να διεγερθούν σε καταστάσεις υψηλότερης ενέργειας και να μεταπέσουν σε καταστάσεις χαμηλότερης ενέργειας, όπως τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα. Διαπιστώθηκε ακόμη ένα εξαιρετικής σημασίας φαινόμενο: ότι στη ρίζα πολλών από τις πυρηνικές διαδικασίες, βρίσκεται ο μετασχηματισμός των νετρονίων σε πρωτόνια. Φάνηκε, τέλος, ότι μεταξύ των συστατικών των ατόμων δρουν διάφορες δυνάμεις, οι οποίες ελέγχουν τη συμπεριφορά όλης της ύλης, καθώς και των βιολογικών, χημικών και πυρηνικών φαινομένων. Παρά τα νέα αυτά δεδομένα, το ατομικό μοντέλο παρέμενε το βασικό εξηγητικό σχήμα για τη σύσταση της ύλης.

Στη συνέχεια, όμως, τα πράγματα άλλαξαν ακόμη πιο θεαματικά. Η έρευνα στο εσωτερικό της ύλης αποκάλυψε μία απέραντη ποικιλία σωματιδίων και έναν ανεξάντλητο πλούτο δυνάμεων και αλληλεπιδράσεων, την ύπαρξη των οποίων κανείς δεν μπορούσε ως τότε να φαντασθεί. Παράλληλα, με τη δημιουργία της Κβαντικής Ηλεκτρο-Δυναμικής από τον Dirac, δόθηκε η δυνατότητα να περιγραφούν οι λεπτομέρειες των διαφόρων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φωτονίων και ηλεκτρονίων. Εδώ αξίζει να σημειωθεί, ότι μία από τις βασικές ιδέες που έκλεινε μέσα της η θεωρία του Dirac ήταν ότι η κβαντική συμπεριφορά συνεπάγεται τους μετασχηματισμούς ύλης σε ενέργεια και αντίστροφα, το διαρκές πέρασμα από υλικά σωματίδια σε μη υλικά "σωματίδια" που είναι φορείς δυνάμεων. Η θεωρία, μάλιστα, του Dirac πρόβλεπε ακόμη την ύπαρξη του θετικά φορτισμένου ηλεκτρονίου, δηλαδή του ποζιτρονίου, κάτι που δεν μπορούσε να μπει στα καλούπια της Κλασικής Ατομικής Θεωρίας, και ταυτόχρονα άνοιγε το δρόμο για να φθάσουν οι Φυσικοί στην εκπληκτική διαπίστωση, ότι σε κάθε σωματίο στη φύση αντιστοι-

χεί κάποιο αντι-σωμάτιο, το οποίο έχει την ίδια μάζα με το σωματίο αλλά αντίθετη τιμή για το ηλεκτρικό φορτίο.

Τέλος, ένα ακόμη εξαιρετικά σημαντικό στοιχείο, που περιείχαν οι συνέπειες της δημιουργίας της Κβαντικής Ηλεκτρο-Δυναμικής, ήταν το γεγονός ότι η ίδια η ηλεκτρομαγνητική δύναμη αποτελείται από “σωμάτια”, τα οποία είναι φορείς αυτής της δύναμης. Για τα “σωμάτια” αυτά, τα οποία ονομάστηκαν “δυνάμει σωματίια” θα μιλήσω με περισσότερες λεπτομέρειες στη συνέχεια. Προς το παρόν ας σημειωθεί, ότι στην κατηγορία αυτή των “δυνάμει σωματίων” προστέθηκαν αργότερα και άλλα, όπως τα μεσόνια, με την ανταλλαγή των οποίων γίνονται οι μετασχηματισμοί μέσα στον πυρήνα των νετρονίων σε πρωτόνια και των πρωτονίων σε νετρόνια.⁵²

Στη δεκαετία του '50 και στις αρχές της δεκαετίας του '60 η εκπληκτική Οδύσσεια του μικρό-κοσμου συνέχισε να παίρνει διαστάσεις απρόσμενες. Έτσι, με τη χρήση τεράστιων επιταχυντών καθώς και θαλάμων φυσαλίδων, ανακαλύφθηκε μία μεγάλη ποικιλία σωματιδίων, των αδρονίων, στα οποία δόθηκαν ονόματα από τα γράμματα της Ελληνικής αλφαβήτου. Όλα αυτά θεωρήθηκε ότι ήταν στοιχειώδη, δηλαδή χωρίς εσωτερική δομή, όπως ακριβώς τα πιόνια, πρωτόνια και νετρόνια και με τον τρόπο αυτό φάνηκε να μετατοπίζεται η έννοια του στοιχειώδους σωματίου σ' ένα βαθύτερο επίπεδο της ύλης.

Στα μέσα, ωστόσο, της δεκαετίας του '60 η εικόνα που προτάθηκε ήταν ότι τα αδρόνια – ένας δηλαδή από τους δύο βασικούς τύπους στους οποίους κατέταξαν οι επιστήμονες την ποικιλία των υπο-ατομικών σωματίων – θα έπρεπε να θεωρηθούν σύνθετα, αποτελούμενα από άλλα σωματίδια, τα κουάρκ. Παρά το γεγονός, ότι δεν ήταν δυνατόν ν' απομονωθεί ένα τέτοιο υπο-ατομικό “σωμάτιο” όπως το κουάρκ, η θεωρία αυτή μπόρεσε να λειτουργήσει, έως ότου ήρθε και η πειραματική της επιβεβαίωση. Με βάση τα δεδομένα αυτά, και με την προσθήκη νέων στοιχείων κατά την πορεία των ερευνών, οι Φυσικοί κατασκεύασαν ένα ισχυρό θεωρητικό οικοδόμημα, το Μοντέλο των Κουάρκ, το οποίο εξηγεί τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μικρο-σωματίων με εξαιρετική ακρίβεια, καθώς επίσης ανάγει την τεράστια ποικιλία των σωματιδίων που ανακαλύφθηκαν κατά τις τελευταίες δεκαετίες σε ορισμένα μόνο θεμελιώδη συστατικά. Μέσα από όλες αυτές τις συναρπαστικές ανακαλύψεις αποκαλύφθηκαν νέες, άγνωστες ως τότε, ιδιότητες της ύλης, οι

οποίες οδήγησαν αναπόφευκτα σε μία τελείως διαφορετική εικόνα της δομής και του χαρακτήρα της ύλης στο εσωτερικό του ατόμου. Τα στοιχειώδη “σωμάτια” δεν μπορούσαν πλέον να θεωρηθούν ως οι συμπαγείς, αμετάβλητοι δομικοί λίθοι του φυσικού κόσμου, όπως επί αιώνες θεωρούνταν τα άτομα.

Αντίθετα, τα πειράματα αποκάλυψαν, όπως είδαμε, ότι τα σωμάτια στον μικρόκοσμο έχουν μία φευγαλέα και ασταθή ύπαρξη, καθώς συμβαίνουν αστραπιαία διαρκείς μετασχηματισμοί από το ένα υλικό σωματίο στο άλλο. Αποκάλυψαν όμως και ακόμη πιο εντυπωσιακά φαινόμενα, όπως είναι οι περιπτώσεις “γένεσης” και “εκμηδένισης” των υλικών σωματιίων, η μετατροπή τους δηλαδή από ύλη σε ενέργεια και αντίστροφα. Τέτοιες περιπτώσεις υπάρχουν πάρα πολλές. Συμβαίνει λ.χ., όταν ένα φωτόνιο προσκρούσει στον πυρήνα ενός ατόμου, να δημιουργηθούν από τη σύγκρουση αυτή ένα ζεύγος ηλεκτρονίου-ποζιτρονίου. Η διαδικασία όμως δεν σταματάει εδώ. Όταν το ποζιτρόνιο που δημιουργήθηκε συναντηθεί με ένα ηλεκτρόνιο, τότε συμβαίνει η αντίστροφη διαδικασία. Το ζεύγος ηλεκτρονίου-ποζιτρονίου εξαφανίζεται και στη θέση του βρίσκουμε μερικά φωτόνια υψηλής ενέργειας. Εδώ ακριβώς έχουμε την εκπληκτική διαδικασία μετασχηματισμού υλικών σωματιδίων σε “σωματίδια” που είναι φορείς ενέργειας, όπως το φωτόνιο, και όχι ύλης.

Οι ανακαλύψεις αυτές, που δεν είχαν το προηγούμενό τους στα έως τότε δεδομένα της Φυσικής, οδήγησαν σημαντικότερους Φυσικούς επιστήμονες να αναθεωρήσουν θεμελιώδεις αντιλήψεις που είχαν επικρατήσει ως τότε για το χαρακτήρα και τις ιδιότητες της ύλης και να καταφύγουν σε άλλα σχήματα. Αξίζει εδώ να αναφέρουμε την παρατήρηση του Heisenberg:

Τι είναι ένα στοιχειώδες σωματίο; Λέμε για παράδειγμα απλώς “ένα νετρόνιο,” αλλά δεν μπορούμε να δώσουμε μία σαφώς προσδιορισμένη εικόνα... το μόνο που μπορεί να δοθεί ως περιγραφή είναι μία συνάρτηση πιθανότητας. Αλλά τότε βλέπει κανείς ότι ούτε ακόμη και η ιδιότητα της ύπαρξης... δεν ανήκει σ’ αυτό που περιγράφεται. Είναι μία δυνατότητα ύπαρξης ή μία τάση προς ύπαρξη, ³¹

στην οποία ο Heisenberg δίνει επίσης το όνομα της “potentia,” δηλαδή του δυνάμει με την Αριστοτελική σημασία.

Όπως φαίνεται, λοιπόν, από όσα με αδρές γραμμές περιέγραψα, στη νέα εικόνα του φυσικού κόσμου δεν μπορεί κανείς να αγνοήσει την εσωτερική σχέση που αποκαλύπτεται μεταξύ του δυνάμει και του ενεργεία. Αυτή παίρνει τη μορφή μιας εσωτερικής κίνησης, η οποία περιλαμβάνει, όπως τονίζει ο David Bohm, “όχι μόνον μετατοπίσεις στο χώρο, αλλά επίσης όλες τις δυνατές αλλαγές και μετασχηματισμούς της ύλης.” Αν λάβουμε, λοιπόν, υπόψη μας όλα αυτά, θεωρώ ότι υπάρχει έδαφος για να υποστηρίξει κανείς, ότι η Αριστοτελική κατηγορία του δυνάμει μπορεί να λειτουργήσει ακόμη και μέσα στη σύγχρονη Φυσική ως έννοια-κλειδί για την κατανόηση του χαρακτήρα και της δομής του φυσικού κόσμου.

Θα επικεντρώσω, τώρα, την προσοχή μου σε δύο από τις πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις που ανακαλύφθηκαν κατά την έρευνα του μικρό-κοσμου και οι οποίες πιστεύω, ότι θα μπορούσαν να στηρίξουν το επιχείρημα για το πραγματικό περιεχόμενο της δυνάμει διάστασης της ύλης μέσα στο φυσικό κόσμο. Συγκεκριμένα, θ’ αναφερθώ στην περίπτωση των “δυνάμει σωματίων” (virtual particles) και των κουάρκς (quarks).

9.1 Τα “δυνάμει σωματία” και η Αριστοτελική *πρώτη ύλη*

Θα πρέπει κατ’ αρχήν να πούμε ότι τα “δυνάμει σωματία” – όπως άλλωστε και τα κουάρκς – αποτελούν μία εντελώς ξεχωριστή κατηγορία “σωματιδίων,” όπως θα φανεί από την περιγραφή που θ’ ακολουθήσει. Σύμφωνα λοιπόν με την Κβαντική Ηλεκτροδυναμική, στην οποία αναφέρθηκα ήδη, όταν δύο ηλεκτρόνια πλησιάζουν τόσο κοντά, ώστε να μπορούν να αλληλεπιδρούν, τότε ανταλλάσσουν ένα ιδιαίτερο είδος φωτονίων, τα οποία βέβαια δεν είναι υλικά σωματίδια, αλλά φορείς δύναμης. Τα φωτόνια αυτά εμφανίζονται ξαφνικά μέσα από μία κβαντική διακύμανση τόσο αστραπιαία, ώστε με κανέναν τρόπο να μην μπορούν να ανιχνευθούν. Τέτοια “σωματίδια” είναι τα λεγόμενα μποζόνια, τα οποία είναι οι φορείς των δυνάμεων που υπάρχουν στο Σύμπαν.⁴⁴

Εκείνο που έχει σημασία να θυμόμαστε εδώ είναι ότι: (1) τα “δυνάμει σωματία” είναι όλα ασταθή και (2) έχουν μία φυσική πραγματικότητα, η οποία είναι από τη φύση της μη παρατηρήσιμη. Με άλλα λόγια, θα μπορούσαμε να πούμε με Αριστοτελικούς όρους ότι έχουν μία δυνάμει – και όχι εν ενεργεία – πραγματικότητα.

Ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον σημείο σχετικά με τα “δυνάμει σωματία” είναι το γεγονός ότι η ανταλλαγή τους πραγματοποιείται πάντοτε στο “κενό”, το οποίο δεν αντιπροσωπεύει μία παθητική, αδρανή απουσία της ύλης, αλλά, αντίθετα, θεωρείται σήμερα ενεργό και δυναμικό. Όπως ήδη είχε δείξει ο Dirac, θα πρέπει να συμπεριλάβουμε στην ιδέα που έχουμε για το κενό, φωτόνια, μεσόνια και ζεύγη ύλης και αντι-ύλης, που συναντώνται και αλληλο-εκμηδενίζονται, εξαφανιζόμενα στο κενό, το οποίο είναι πλήρες κβαντικών διακυμάνσεων. Θα δανειστώ εδώ από τον James Trefil μία πολύ απλή εικόνα, η οποία μας βοηθάει να κατανοήσουμε τί συμβαίνει. Ας φαντασθούμε το “κενό”, όπου πραγματοποιούνται οι κβαντικές διακυμάνσεις, σαν ένα τηγάνι όπου ψήνουμε σπόρους καλαμποκιού για να κάνουμε ποπ κορν. Εδώ συμβαίνει κάτι ανάλογο με όσα συμβαίνουν στο κβαντικό κενό. Τα καλαμπόκια διαρκώς σκάνε και αναπηδούν μέσα στο τηγάνι σε διάφορα σημεία, τότε εδώ και τότε εκεί, μόνο που δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι στην περίπτωση των “δυνάμει σωματίων”, η “ύπαρξή” τους δεν μπορεί ποτέ να διαπιστωθεί με την άμεση εμπειρική παρατήρηση.⁵⁵

Η ιδέα, τέλος, του δυνάμει βρίσκει ακόμη ένα ισχυρό επιχείρημα στην περίπτωση των κουάρκς, τα βασικά χαρακτηριστικά των οποίων μας παραπέμπουν με έναν τρόπο εκπληκτικό στο Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου.

10. Τα κουάρκς και η Αριστοτελική *πρώτη ύλη*

Τα κουάρκς θεωρούνται σήμερα, όπως είδαμε, τα έσχατα συστατικά της ύλης. Σύμφωνα με το μοντέλο των κουάρκς, τα “σωματίδια” αυτά εμφανίζονται σε έξι διαφορετικούς τύπους, οι οποίοι αποτελούνται από τρία ζεύγη: up και down, charm και strange, top και bottom, (ή truth και beauty). Το καθένα από τα ζεύγη αυτά αποτελείται από τρία χρώματα (colours) έτσι, ώστε να υπάρχουν 18 ποικιλίες από κουάρκς. Εδώ εμφανίζει εξαιρετικό ενδιαφέρον το γεγονός, ότι τα κουάρκς έχουν πάντοτε κλασματικό ηλεκτρικό φορτίο. Ένα πρωτόνιο, για παράδειγμα, αποτελείται από τρία κουάρκς των οποίων τα ηλεκτρικά φορτία είναι $+2/3$, $+2/3$ και $-1/3$. Το δεύτερο, επίσης εξαιρετικά σημαντικό σημείο, είναι ότι τα κουάρκς δεν μπορούν ποτέ να βρεθούν ως σωματίδια με ελεύθερη αυτόνομη ύπαρξη, γιατί βρίσκονται πάντα στο εσωτερικό των αδρονίων. Ενώ, δηλαδή, εμφανίζονται σαν να μην είναι σχεδόν καθόλου κολλημένα, και κατά συνέπεια θα ανέμενε κανείς

ότι θα μπορούσαν να εξαχθούν λ.χ. από το πρωτόνιο, εντούτοις, κάτι τέτοιο είναι τελείως αδύνατο. Έχουν, με άλλα λόγια, απόλυτη ελευθερία στο εσωτερικό των αδρονίων, δεν μπορούν όμως να “δραπετεύσουν”. Κατά συνέπεια, τα κουάρκς “υπάρχουν”, όχι ως ανεξάρτητα σωματίδια, αλλά ως συστατικά στοιχεία άλλων υπο-ατομικών σωματίων, όπως τα πρωτόνια ή τα νετρόνια. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι ο εξής:

Τα γλουόνια είναι οι φορείς των δυνάμεων που συνέχουν τα κουάρκς. Αυτό, λοιπόν, που συμβαίνει με τα γλουόνια είναι ότι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με μια ανταλλαγή επίσης γλουονίων. Έτσι, καθώς τα κουάρκς χωρίζουν το ένα από το άλλο, η δύναμη που τα συνέχει τείνει προς το άπειρο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν ποτέ να απελευθερωθούν. Θα πρέπει επίσης να θυμηθούμε ότι τα κουάρκς εμφανίζονται σε τρία χρώματα, κόκκινο, μπλε και πράσινο (και τα αντι-κουάρκς σε αντι-κόκκινο, αντι-μπλε και αντι-πράσινο). Κατά τη δημιουργία των γλουονίων, τα κουάρκς ανταλλάσσουν έναν τεράστιο αριθμό από γλουόνια, με συνέπεια τα χρώματά τους να μπορούν να αλλάζουν με μία τρομακτική ταχύτητα. Ωστόσο, το τελικό αποτέλεσμα είναι πάντοτε ένα άχρωμο πρωτόνιο ή νετρόνιο, χωρίς να μπορεί να υπάρξει ποτέ ένα ανεξάρτητο χρώμα, με μία εν ενεργεία ύπαρξη.

Ο ίδιος κανόνας των τριών ισχύει επίσης και για τα ηλεκτρικά τους φορτία. Το άθροισμά τους (πάντα τριών κουάρκς με κλασματικό φορτίο) πρέπει να δίνει έναν ακέραιο αριθμό, που είναι το ηλεκτρικό φορτίο του πρωτονίου ή του νετρονίου. Επειδή όμως τα κουάρκς φέρουν φορτίο σε κλασματικές τιμές, είτε θετικό είτε αρνητικό, θα πρέπει να γίνουν τέτοιοι συνδυασμοί μεταξύ τριών κλασματικών αριθμών, ώστε να δώσουν ως τελικό αποτέλεσμα τη μονάδα. Έτσι, για παράδειγμα, για να σχηματισθεί ένα πρωτόνιο χρειάζονται δύο *up* κουάρκς και ένα *down*. Το άθροισμα του φορτίου αυτών των τριών “σωματιδίων” ($u^{+2/3} + u^{+2/3} + d^{-1/3}$), δίνει το φορτίο του πρωτονίου το οποίο ισούται προς τη μονάδα.

Αν πάρουμε, λοιπόν, υπόψη μας όλες αυτές τις εκπληκτικές ανακαλύψεις σε σχέση με τα κουάρκς, τότε θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι προσφέρουν ένα πολύτιμο υλικό για να πάρει νέα ζωή και περιεχόμενο η ιδέα της Αριστοτελικής πρώτης ύλης. Θα μπορούσαμε δηλαδή να πούμε στην περίπτωση των κουάρκς, ότι έχουν έναν τρόπο “ύπαρξης” ο οποίος είναι πάντοτε δυνάμει και ποτέ ενεργεία.⁵⁶

Όταν περνούν στην κατάσταση του εν ενεργεία όντος, τότε υπάρχουν μόνο στη μορφή του πρωτονίου ή του νετρονίου, όπως ακριβώς η Αριστοτελική πρώτη ύλη υπάρχει εν ενεργεία μόνον στη συγκεκριμένη μορφή, ως έμμορφη ύλη:

... ή ὕλη ἔστι δυνάμει, ὅτι ἔλθοι ἂν εἰς τὸ εἶδος· ὅταν δέ γε ἐνεργείᾳ ᾗ, τότε ἐν τῷ εἶδει ἐστίν. (Μετ. 1050a15–16)¹⁷

Συμπέρασμα

Εκείνο που προσπάθησα να δείξω στην περιήγησή μου - με όχημα πάντα τη φιλοσοφική οπτική - στον παράδοξο, αλλά και συναρπαστικό συνάμα, κόσμο των κβαντικών φαινομένων και των υπο-ατομικών "σωματίων", είναι ότι, καθώς εισχωρούμε σε όλο και βαθύτερα επίπεδα του υλικού κόσμου, η φύση αυτού που αποκαλούμε ύλη και ο παράδοξος τρόπος με τον οποίο συμπεριφέρεται, αλλάζει ριζικά. Γίνεται έτσι φανερό ότι είναι ανάγκη να αναζητήσουμε νέες κατηγορίες και εξηγητικά σχήματα, τα οποία παραπέμπουν στο Αριστοτελικό δυναμικό μοντέλο της φύσης και ειδικότερα στην Αριστοτελική σύλληψη της πρώτης ύλης.

Αυτό λοιπόν που προτείνω είναι, ότι η Αριστοτελική πρώτη ύλη μπορεί να βρει το ανάλογό της, όχι βέβαια σε κάποιο συγκεκριμένο "σωμάτιο" στο μικρό-κόσμο, όπως λ.χ. στα κουάρκς, αλλά στη γενική εικόνα της ύλης που έχει διαμορφωθεί στον κόσμο των κβαντικών φαινομένων, όπου ακριβώς η ιδέα των σαφώς προσδιορισμένων, σταθερών, ανεξάρτητων ατομικών σωματιδίων, με ιδιότητες που παραδοσιακά έχουν αποδοθεί στην ύλη με την κλασική της έννοια, έχει εκλείψει. Στη θέση της, όπως είδαμε, κυριαρχεί τώρα η εικόνα των μη σαφώς προσδιορισμένων "σωματιδίων" που έχουν μία εφήμερη, ασταθή, απροσδιόριστη και διαρκώς μετασχηματιζόμενη "ύπαρξη," η οποία χαρακτηρίζεται από το διαρκές πέρασμα από την εν δυνάμει στην εν ενεργεία κατάσταση.

Η απάντησή μου, λοιπόν, στο αρχικό ερώτημα που έθεσα, είναι ότι η Αριστοτελική πρώτη ύλη με κανέναν τρόπο δεν θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μία έννοια κενή περιεχομένου, ένα “αδειανό πουκάμισο”, μια απλή σύλληψη του νου. Αντίθετα, εκτός από την επιχειρηματολογία την οποία μπορεί να αντλήσει κανείς από τα ίδια τα Αριστοτελικά κείμενα, οι νέες ανακαλύψεις στο χώρο της Φυσικής προσφέρουν ένα εκπληκτικό υλικό για να πάρει νέα ζωή και περιεχόμενο ο θαυμαστός τρόπος με τον οποίο συνέλαβε την ιδέα της *πρώτης ύλης* ο Σταγίριτης φιλόσοφος.

Η θέση μου αυτή, είναι βέβαιο ότι δεν αντιπροσωπεύει την κλασική ανάγνωση του Αριστοτελικού έργου. Έχω, άλλωστε, συνείδηση του γεγονότος, ότι δεν θα έβρισκε απαραίτητα σύμφωνους ούτε τους Φυσικούς εκείνους που βλέπουν με καχυποψία την εισχώρηση της φιλοσοφίας στο δικό τους χώρο, αλλά ούτε και τους αμιγείς Αριστοτελιστές, οι οποίοι επιλέγουν να είναι καλά περιχαρακωμένοι μέσα στα τείχη των Αριστοτελικών κειμένων. Παρά τις δυσκολίες, ωστόσο, και τους κινδύνους που ενέχει μια τέτοιου είδους προσέγγιση, θέλω να πιστεύω ότι κλείνει μέσα της μια δυναμική προς τρεις κατευθύνσεις: ανοίγει, κατ’ αρχήν έναν πολλά υποσχόμενο ορίζοντα για μία νέα ανάγνωση του Αριστοτελικού έργου μέσα από τη σύνδεσή του με τη σύγχρονη επιστήμη έτσι, ώστε να προβληθεί ο εκπληκτικά επίκαιρος και διαχρονικός του χαρακτήρας. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να έχει και μία ακόμη εξαιρετικά σημαντική ανάδραση. Το νέο περιεχόμενο που αποκτούν οι Αριστοτελικές κατηγορίες μπορεί να προσφέρει, με τη σειρά του, ένα πολύτιμο εννοιολογικό εργαλείο για να φθάσουμε σε μία βαθύτερη κατανόηση του χαρακτήρα της σύγχρονης επιστήμης και της δομής του φυσικού κόσμου.

Τέλος, εάν επιτευχθούν οι δύο παραπάνω στόχοι, τότε η μελέτη της Αριστοτελικής σκέψης μέσα από το πρίσμα αυτό μπορεί να έχει και το εξής ευρύτερης σημασίας όφελος: να προσφέρει τις εννοιολογικές εκείνες γέφυρες που είναι αναγκαίες για να πραγματοποιηθεί όχι μόνον η ενοποίηση των επιστημών, αλλά και η επασύνδεση του φιλοσοφικού στοχασμού με την επιστημονική σκέψη.

Σημειώσεις

¹ Τις θέσεις μου σχετικά με το Αριστοτελικό μοντέλο του φυσικού κόσμου, και ειδικότερα με την Αριστοτελική πρώτη ύλη, τις έχω παρουσιάσει σε διάφορες ευκαιρίες με τη μορφή διαλέξεων, μεταπτυχιακών σεμιναρίων, ή ανακοινώσεων σε Συνέδρια. Σε δημοσιευμένη μορφή οι πιο πρόσφατες σχετικές μελέτες μου είναι οι εξής: "What is Matter for Aristotle: A Clothes-Horse or a Dynamic Element in Nature?" στο Demetra Sfondoni-Mentzou (ed.), *Aristotle and Contemporary Science*, Vol. I (New York: Peter Lang, 2000), 237-258. "Χρόνος και γένεσθαι στον Αριστοτέλη και τον Prigogine", Πρακτικά του Διεθνούς Συνεδρίου "Ο Αριστοτέλης Σήμερα" (20-23 Σεπτεμβρίου 2001, Νάουσα-Μίεζα), Νάουσα 2002. "Αριστοτελική πρώτη ύλη και σύγχρονη Φυσική", Πρακτικά του 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου, "Ο Αριστοτέλης και η εποχή μας" (19-21 Οκτωβρίου 2001, Ιερισσός Χαλκιδικής), Θεσσαλονίκη, 2004.

² "...το έσχατο υποκείμενο του κάθε πράγματος, από το οποίο το πράγμα γεννιέται, και το οποίο μένει σταθερό κατά τρόπο όχι συμπτωματικό" (*Φυσ.* 192a32-33).

³ "Αλλά αν αφαιρέσουμε το μήκος και το πλάτος και βάθος, θα δούμε ότι τίποτε δεν απομένει ως υπόλοιπο, παρά μονάχα αυτό που τυχόν ορίζεται από τις ιδιότητες αυτές. Όστε η ύλη είναι ανάγκη να παρουσιάζεται ως μοναδική ουσία έπειτα από ένα τέτοιο τρόπο θεώρησης (*Μετ.* 1029a17-20).

⁴ H. M. Robinson, "Prime Matter in Aristotle," *Phronesis*, 19 (1974): 168-188, σ. 168

⁵ Edward Zeller, *Aristotle and the Earlier Peripatetics*, Μετάφρ. Costelloe και Muirhead (London, 1897), 342-348. Βλ. William Charlton, *Aristotle's Physics*, I and II (Oxford: The Clarendon Press, 1970), 129.

⁶ Norbert Luyten, "Matter as Potency," στο Ernan McMullin (ed.) *The Concept of Matter in Greek and Medieval Philosophy*, (Notre Dame: University of Notre Dame Press, 1963), 102-123, σσ. 106-7.

⁷ O Barrington Jones, "Aristotle's Introduction to Matter," *Philosophical Review* 83 (1974): 474-500, σ. 474.

⁸ Το ίδιο, σ. 476.

⁹ D. M. MacKinnon, "Aristotle's Conception of Substance," στο R. Bambrough (ed.) *New Essays on Plato and Aristotle*, (London: Routledge & Kegan Paul, 1965), 97–119. Εδώ ο συγγραφέας χαρακτηρίζει την Αριστοτελική πρώτη ύλη ως "clothes-horse".

¹⁰ Η ανάγνωση της πρώτης ύλης ως συγγενούς ή σχετικής προς τη μορφή – και η απόρριψη της άποψης ότι η πρώτη ύλη αποτελεί το έσχατο, απροσδιόριστο υποκείμενο της αλλαγής – έχει προταθεί με αξιόλογα επιχειρήματα από τον William Charlton (βλ. Appendix του βιβλίου του, *Aristotle's Physics*, I and II, όπ.π., σσ.129 κ.ε.). Στην ίδια γραμμή κινείται και ο Thomas Olshewsky στο άρθρο του, "The Matter with Matter" στο Demetra Sfondoni-Mentzou (ed.), *Aristotle and Contemporary Science*, Vol. I (New York: Peter Lang, 2000), 203–219.

¹¹ Ένας από τους σημαντικότερους υποστηρικτές της πραγματικότητας της Αριστοτελικής πρώτης ύλης είναι ο Ernan McMullin, ο οποίος έχει παρουσιάσει ένα πολύ σημαντικό έργο σχετικά με το θέμα αυτό (βλ. για παράδειγμα, "Matter as a Principle," στο *The Concept of Matter...*, όπ. π., 173–212, και "Four Senses of 'Potency'," όπ.π., 299–319). Ο Joseph Owens, επίσης ("Matter and Predication in Aristotle," στο *The Concept of Matter...*, όπ.π.), προχωρεί σε μία εξαιρετικά ενδιαφέρουσα ανάλυση της έννοιας της πρώτης ύλης, ως υποκειμένου της κατηγορήσεως. Όσον αφορά όμως στο ερώτημα, αν η Αριστοτελική πρώτη ύλη μπορεί να βρει μία θέση στη σύγχρονη Φυσική, οδηγείται σε μία αρνητική απάντηση.

¹² Σχετικά με το θέμα αυτό, ο Patric Suppes έχει αναπτύξει ουσιαστικά και ενδιαφέροντα επιχειρήματα στα εξής έργα του: "Aristotle's Concept of Matter and its Relation to Modern Concepts of Matter," *Synthese* 28 (1974): 27–50, και *Probabilistic Metaphysics* (Oxford: Blackwell, 1985). Όσον αφορά στη βαθειά συγγένεια που συνδέει την Αριστοτελική φιλοσοφία και σύγχρονη επιστήμη, βλ. επίσης Milic Capek, "Two Views of Motion: Change of Position or Change of Quality?" *Review of Metaphysics* 33 (1979): 337–46, Eftichios Bitsakis, "Quantum Statistical Determinism," στο *Foundations of Physics* 18 (1987): 331–335, "A generalization of the EPR Criterion of Reality," στο L. Costo et al. (eds.) *Problems in Quantum Physics*, (Singapore: World Scientific, 1988), 3–23, και "The potential and the Real: From Aristotle to Modern Physics" στο Demetra Sfondoni-Mentzou (ed.) *Aristotle and Contemporary Science*, Vol. I (New York:

Peter Lang, 2000), 185-200.

¹³ Η *materia secunda* των Σχολαστικών.

¹⁴ Η *materia prima* των Σχολαστικών.

¹⁵ “Αν όμως υπάρχει πάλι κάποιο πρώτο και αυτό το πρώτο δεν χαρακτηρίζεται πια σύμφωνα με κάποιο άλλο ως εκείνινον, αυτό το πρώτο είναι πρώτη ύλη. Εάν π.χ. η γη είναι αέρινη και ο αέρας δεν είναι πυρ αλλά πύρινος, το πυρ θα είναι πρώτη ύλη μη όντας ένα τόδε τι” (*Μετ.* 1049a25-28).

¹⁶ “Αυτό που εννοώ με τον όρο ύλη είναι ακριβώς το έσχατο υποκείμενο, κοινό σε όλα τα πράγματα της φύσης, προϋποτιθέμενο ως ουσιαστικό, όχι συμπτωματικό, συστατικό τους” (*Φυσ.* 192a32-34).

¹⁷ “Η υποκείμενη φύση μπορεί να γνωσθεί κατ’ αναλογία. Γιατί, όπως είναι ο χαλκός για το άγαλμα, το ξύλο για το κρεβάτι, ή η ύλη και το άμορφο για ο,τιδήποτε πράγμα έχει μορφή, έτσι είναι η υποκείμενη φύση για την ουσία, δηλαδή για το τόδε τι και για το ον” (*Φυσ.* 191a8-13).

¹⁸ Στο 191a10 ο Ross ακολουθεί τον Diels στην προσθήκη “ή ύλη και” που βάζει πριν από το *άμορφο*. Με την προσθήκη αυτή, θα πρέπει να πούμε, διαφωνούν οι υποστηρικτές της πρώτης ύλης ως εγγυτάτης ή συγγενούς ύλης, όπως λ.χ. ο Charlton στο *Aristotle's Physics I and II*, όπ.π. και ο Thomas Olszewsky, στο “The Matter with Matter”, όπ.π.

¹⁹ “Αλλά, αν αφαιρέσουμε το μήκος και το πλάτος και βάθος, θα δούμε ότι τίποτε δεν απομένει ως υπόλοιπο, παρά μονάχα αυτό που τυχόν ορίζεται από τις ιδιότητες αυτές. Όστε η ύλη είναι ανάγκη να παρουσιάζεται ως μοναδική ουσία έπειτα από ένα τέτοιο τρόπο θεώρησης” (*Μετ.* 1029a17-20).

²⁰ “Εννοώ βέβαια με την ύλη αυτό το οποίο καθαυτό δεν είναι ένα συγκεκριμένο πράγμα (μήτε τί), ούτε ποσότητα, ούτε συγκαταλέγεται σε καμία από τις κατηγορίες που ορίζουν το ον” (*Μετ.* 1029a20-22).

²¹ “η αλλοίωσις συμβαίνει όταν το υποκείμενο, το οποίο είναι αισθητό, παραμένει σταθερό, αλλά μεταβάλλονται οι ιδιότητές του” (*Περὶ γεν. καὶ φθ.* 319a15-17).

²² "...και μόνο για μια συγκεκριμένη ουσία μπορούμε να μιλήσουμε για γίνεσθαι με την πλήρη έννοια του όρου. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις – είτε ποσότητας, είτε ποιότητας, είτε σχέσεως, είτε χρόνου, είτε χώρου – είναι φανερό ότι είναι ανάγκη να υπάρχει ένα υποκείμενο [υπόστρωμα], εφόσον μόνο μια συγκεκριμένη ουσία μπορεί να μην αποτελεί κατηγορημα κανενός άλλου υποκειμένου, ενώ η ίδια να είναι το υποκείμενο στο οποίο αποδίδονται όλες οι άλλες κατηγορίες ως κατηγορήματα" (Φυσ. 190a32-190b2).

²³ "Όταν όμως το πράγμα αλλάζει στο σύνολό του και τίποτα το αισθητό δεν παραμένει σταθερό ως υποκείμενο του ίδιου πράγματος... μια τέτοια διαδικασία ονομάζεται γένεση και φθορά της άλλης ουσίας" (Περὶ γεν. καὶ φθ. 319b15-19).

²⁴ "Αυτό που εννοώ με τον όρο ύλη είναι ακριβώς το έσχατο υποκείμενο του κάθε πράγματος, από το οποίο το πράγμα γεννιέται, και το οποίο μένει σταθερό κατά τρόπο όχι συμπτωματικό" (Φυσ. 192a 32-34).

²⁵ "...γιατί όλα τα άλλα εκφωνούνται ως κατηγορήματα της ουσίας, ενώ η ουσία της ύλης" (Μετ. 1029a23-24).

²⁶ "Είναι φανερό, λοιπόν, ότι αυτό που περιγράφουμε δεν είναι ένα συγκεκριμένο πράγμα αλλά εκείνινον, π.χ. ένα κιβώτιο δεν είναι ξύλο, αλλά ξύλινο και το ξύλο δεν είναι γη αλλά γήινον" (Μετ. 1049a18-20).

²⁷ "Επιπλέον, η ύλη είναι κάτι το σχετικό [είναι όρος σχετικός με τη μορφή], αφού διαφορετικές μορφές απαιτούν για την πραγμάτωσή τους διαφορετικές ύλες" (Φυσ. 194b8-9).

²⁸ "Όμως κάποια διαφορετικά πράγματα πρέπει να έχουν αναγκαστικά διαφορετική ύλη. Για παράδειγμα, το πριόνι δεν μπορεί να γεννηθεί από το ξύλο, ούτε αυτό είναι κάτι που εξαρτάται από τη δύναμη του κινητικού αιτίου, γι' αυτό δεν μπορεί να κάνει κανείς πριόνι από μαλλί ή ξύλο" (Μετ. 1044a28-30).

²⁹ "... η έσχατη ύλη και η μορφή είναι ένα και το αυτό. Το ένα υπάρχει δυνάμει και το άλλο ενεργεία" (Μετ. 1045b28-30).

³⁰ "Αν υπάρχει κάποιο πρωταρχικό υλικό, το οποίο δεν ονομάζεται πια εκείνινον (δηλαδή υλικό κάποιου άλλου πράγματος), αυτό είναι η πρώτη ύλη" (Μετ. 1049a25-26).

³¹ “Η θεωρία μας είναι ότι υπάρχει ύλη από την οποία συνίστανται τα αισθητά σώματα, αλλά δεν είναι χωριστή, αλλά πάντα ενωμένη με τα εναντία, και από αυτή γεννιούνται τα καλούμενα στοιχεία, αλλά ακριβέστερη ανάλυση γι’ αυτά τα θέματα έχει γίνει αλλού. Ωστόσο, επειδή τα πρώτα σώματα έχουν παραχθεί κατ’ αυτόν τον τρόπο από την ύλη, πρέπει να δώσουμε εξήγηση και γι’ αυτά, θεωρώντας ως αρχή και ως πρώτη την ύλη, η οποία είναι αχώριστη από τα εναντία, αλλά βρίσκεται κάτω από αυτά. Γιατί, ούτε το θερμό είναι ύλη για το ψυχρό, ούτε το ψυχρό για το θερμό, αλλά το υποκείμενο [το υπόστρωμα] και για τα δύο” (*Περὶ γεν. και φθ.* 329a24-27).

³² “...με τον όρο ύλη εννοώ αυτό το οποίο δεν είναι ενεργεία, αλλά είναι δυνάμει ένα συγκεκριμένο πράγμα” (*Μετ.* 1042a27-28).

³³ “Γιατί ο άνθρωπος που επιθυμεί τη γνώση χάριν της ίδιας της γνώσης, θα επιθυμήσει περισσότερο την πιο τέλεια γνώση και αυτή είναι η γνώση του γνωριμότερου, και τα πράγματα που είναι γνωριμότερα είναι οι πρώτες αρχές και αιτίες” (*Μετ.* 982b1-5).

³⁴ “Υπάρχει μία επιστήμη, η οποία έχει θέμα της θεώρησής της το όν αυτό καθαυτό και τα ουσιαστικά του γνωρίσματα ως βασικές κατηγορίες του όντος. Η επιστήμη αυτή δεν είναι η ίδια με καμιά από τις λεγόμενες επιμέρους επιστήμες... . Επειδή όμως ζητούμε να γνωρίσουμε τις αρχές και τις ακρότατες αιτίες, είναι φανερό ότι αναγκαστικά αυτές είναι αρχές κάποιας φύσης που υπάρχει καθαυτή. Εάν, λοιπόν, αυτοί που ζητούν τα στοιχεία των όντων ζητούσαν να γνωρίσουν αυτές τις αρχές, αναγκαστικά και τα στοιχεία αυτά του όντος δεν μπορούν να είναι κατά συμβεβηκός, αλλά στοιχεία του όντος αυτού καθαυτού. Γι’ αυτό και εμείς πρέπει να βρούμε τις πρώτες αιτίες του όντος καθαυτού (*τῷ ὄντι... ἢ ὄν*)” (*Μετ.* 1003a19-33).

³⁵ “Και επειδή το όν δεν εκφωνείται μόνο με τη σημασία του τί, ή του ποιού, ή του ποσού, αλλά επίσης και με τη σημασία της δύναμης και της εντελέχειας και της ενέργειας, ας μας επιτραπεί να αναπτύξουμε το ζήτημα που αφορά τη δύναμη και την εντελέχεια. Και πρώτα θα μιλήσουμε για τη δύναμη που λέγεται στην κυριολεκτική της σημασία, χωρίς όμως να μας είναι χρήσιμη γι’ αυτό το οποίο θέλουμε ν’ αναπτύξουμε τώρα. Διότι η δύναμις και η ενέργεια έχουν ένα μεγαλύτερο πεδίο

εφαρμογής από αυτά που αναφέρονται αποκλειστικά στην κίνηση". (Μετ. 1045b32-1046a3)

³⁶ "...η έσχατη ύλη και η μορφή είναι ένα και το αυτό: το ένα υπάρχει δυνάμει και το άλλο ενεργεία" (Μετ. 1045b28-30).

³⁷ Βλ. E. McMullin, "Four Senses of Potency" όπ.π., 299 κ.ε.

³⁸ "...ακόμη η ύλη έχει μία δυνάμει οντότητα, επειδή μπορεί να έρθει στο είδος [να πάρει δηλαδή μορφή]. Όταν όμως έρθει στο είδος [πάρει τη μορφή] τότε είναι έμμορφη [ύλη]" (Μετ. 1050a15-16).

³⁹ "... γιατί όλα τα άλλα εκφωνούνται πάνω στην ουσία ως κατηγορήματά της, ενώ η ουσία επάνω στην ύλη" (Μετ. 1029a23-4).

⁴⁰ "...η εντελέχεια του δυνάμει όντος, θεωρημένου καθεαυτό, είναι κίνηση" (Φυσ. 201a12).

⁴¹ "...γι' αυτό η κίνηση είναι η εντελέχεια του κινητού θεωρημένου ως κινητό" (Φυσ. 202a8).

⁴² "διότι η φύση είναι στο ίδιο γένος με τη δύναμη, γιατί είναι αρχή κινητική όχι όμως μέσα σε ένα άλλο, αλλά μέσα στο ίδιο θεωρημένο ως ίδιο" (Μετ. 1049b10).

⁴³ Ο W. Heisenberg δίνει την περιγραφή αυτού του πειράματος στο, *Physics and Philosophy* (London: Allen & Unwin, 1971, 1η έκδ. 1959), 51-52.

⁴⁴ Diffraction pattern.

⁴⁵ Interference fringes.

⁴⁶ Ο Niels Bohr και ο Werner Heisenberg αναφέρονται στα προβλήματα που δημιουργήθηκαν με την ανάπτυξη της Κβαντικής Φυσικής καθώς και στις προσπάθειες που έγιναν για την ερμηνεία τους, μεταξύ άλλων, και στα εξής περίφημα άρθρα τους: Niels Bohr, "The Quantum Postulate and the Recent Developments of Atomic Theory," *Nature* 121 (1929), "Can Quantum Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?", *Physics Review* 48 (1935), "On the Notions of Causality and Completeness," *Dialectica* 2 (1948). Werner Heisenberg, *The Physical Principles of Quantum Theory* (Chicago: University of Chicago Press, 1930), *Physics and Philosophy*, όπ.π., *Physics and Beyond* (1959;

Μετάφρ. Α. J. Pomerans, London: Allen & Unwin, 1971).

⁴⁷ Το παράδειγμα αυτό το περιγράφουν μ' έναν θαυμάσιο τρόπο, τόσο ο W. Heisenberg (*Physics and Philosophy*, όπ.π.), όσο και οι P. C. W. Davies and J. R. Brown στο, *The Ghost in the Atom* (Cambridge: Cambridge University Press, 1986).

⁴⁸ P. C. W. Davies and J. R. Brown, όπ.π., 22.

⁴⁹ Werner Heisenberg, *Physics and Philosophy*, όπ.π., 159.

⁵⁰ *Ιδίο*, 159–60.

⁵¹ Σχετικά με τον σημαντικότερο ρόλο που παίζει η Αριστοτελική κατηγορία του δυνάμει με βάση τα δεδομένα που έχουμε από τις ανακαλύψεις της σύγχρονης Φυσικής, έχω επιχειρηματολογήσει στις ακόλουθες μελέτες μου: "Popper's Propensities: An Ontological Interpretation of Probability," στο *Imre Lakatos and Theories of Scientific Change*, eds. K. Gavroglou et. al., (Boston: Kluwer Academic Publishers, 1989), 441–55. "Models of Change: A Common Ground for Ancient Greek Philosophy and Modern Physics," στο *Greek Studies in the Philosophy and History of Science*, ed. P. Nicolacopoulos (Boston: Kluwer Academic Publishers, 1990), 149–169. "Laws of Nature: ante Res or in Rebus?," *International Studies in the Philosophy of Science* 8, no.3 (1994), "The Reality of Thirdness: a Potential-Pragmatic Account of Laws of Nature," στο *Realism and Anti-realism in the Philosophy of Science*, eds. R. S. Cohen, Risto Hilpinen and Qiu Rensong (Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996), 75–95. "Peirce on Continuity and Laws of Nature," *Transactions of the Charles S. Peirce Society* 33, no. 3 (1997). "Χρόνος και γένεσθαι στον Αριστοτέλη και τον Prigogine", όπ.π. "Η θεωρία της τραγωδίας και της επιστήμης: Μερικές παρατηρήσεις πάνω στον εμπειρισμό του van Fraassen", Πρακτικά του Διεθνούς Συνεδρίου "Ποιητική του Αριστοτέλους", (Αθήνα, Δεκέμβριος 2001), Αθήνα, 2003. "Αριστοτελική πρώτη ύλη και σύγχρονη Φυσική", όπ.π.

⁵² Η συνεχής δηλαδή ροή αυτών των "σωματιδίων", η οποία είναι μία ισχυρή δύναμη, είναι η αιτία που συνέχει τα νετρόνια και πρωτόνια.

⁵³ Werner Heisenberg, *Physics and Philosophy*, όπ.π., σ. 66.

⁵⁴ Θα πρέπει να πούμε ότι σήμερα οι Φυσικοί έχουν καταλήξει σε τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις, η κάθε μία από τις οποίες έχει το δικό της τύπο μποζονίου, ως φορέα της δύναμης. Τα γλουόνια είναι αυτά που μεταφέρουν την ισχυρή πυρηνική δύναμη που συνέχει τα κουάρκς, όπως και τα πρωτόνια και νετρόνια. Τα διανυσματικά μποζόνια μεταφέρουν την ασθενή πυρηνική δύναμη που συναντούμε στη ραδιενεργό σχάση και κάνει δυνατό τον μετασχηματισμό των διαφορετικών σωματίων από το ένα στο άλλο. Τα βαρυτόνια θεωρούνται ότι είναι σωματίια που μεταφέρουν τη βαρύτητα, και, τέλος, τα φωτόνια είναι, όπως είδαμε, φορείς της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης.

⁵⁵ James Trefil, "Why is there Something instead of Nothing?" *Astronomy*, July (1997): 56–57, p.56.

⁵⁶ Η αντίληψη του W. Heisenberg για τη στενή σχέση που συνδέει την ύλη με την κατηγορία του δυνάμει έχει βρει στο πρόσωπο του Eugene Schlossberger έναν ακόμη ένθερμο υποστηρικτή. Στο άρθρο του, "Aristotelian Matter, Potentiality and Quarks," (*Southern Journal of Philosophy* 17 (1979): 507–521), ο Schlossberger υποστηρίζει την ιδέα ότι τα κουάρκς "ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις για την πρώτη ύλη. Κάθετι που λέει ο Αριστοτέλης για την πρώτη ύλη συμβαίνει να μπορεί να αποδοθεί στα κουάρκς".

⁵⁷ "ακόμη η ύλη έχει μία δυνάμει οντότητα, επειδή μπορεί να έρθει στο είδος [να πάρει μορφή]. Όταν όμως έρθει στο είδος [πάρει μορφή] τότε είναι είναι έμμορφη [ύλη]" (Μετ. 1050a15-16).