

## ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΥΣΧΕΡΕΙΕΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΣΤΗ ΧΗΜΕΙΑ

**Μ. Μπουρουσιάν, Ν. Σπυρέλλης**

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χημεία είναι, στην ουσία, η επιστήμη της ύλης και των υλικών που χαρακτηρίζεται από τη μεγαλύτερη δυνατή γενικότητα, με την έννοια ότι παρέχει το ευρύτερο σύστημα αρχών σε σύγκριση με τις άλλες επιστήμες που συγκροτούν το πολυποίκιλο πεδίο των επιμέρους κλάδων της. Είναι εύλογη, λοιπόν η γνωσιολογική διερεύνηση της εννοιολογίας της με τα εργαλεία της φιλοσοφίας της επιστήμης. Στην εργασία αυτή περιγράφονται εισαγωγικά σύγχρονες προτάσεις για την μεθοδική ανασυγκρότηση της χημικής γλώσσας και την αντιμετώπιση εννοιολογικών και κατ' επέκταση ορολογικών δυσχερειών. Παρουσιάζονται επιμέρους όψεις και παραδείγματα τόσο μιας γλωσσολογικής προσέγγισης, που αναπτύσσεται στη βάση της, αποκαλούμενης, πολιτισμικής θεώρησης της επιστήμης, όσο και μιας επιστημολογικής προσέγγισης μη φαινομενολογικού χαρακτήρα, που ελέγχει την εφαρμοσιμότητα και επάρκεια επιχειρησιακών ορισμών βασικών χημικών όρων.

### SEMANTICS OF BASIC CHEMICAL TERMS

**M. Bouroushian, N. Spyrellis**

#### SUMMARY

Chemistry is virtually the most general science of matter and materials in the sense that it provides the most general system of concepts and principles, unlike other material sciences, which constitute applied subdisciplines of chemistry. Thus, a cognitive study of chemistry semantics in philosophical terms is legitimate. In the present work, a description of current premises upon the methodical reconstruction of chemical language and the resolution of conceptual and, respectively, terminological problems, is given. Certain aspects and explicative instances of a linguistic approach, founded on a so-called culturalistic basis, as well as of a functional, non-linguistic approach, validating the applicability of operational definitions for basic chemical terms, are presented.

#### 0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φιλοσοφικό ενδιαφέρον για την ύλη (matter) και τις υλικές ουσίες (substances), που εστιάζεται στην οντολογία ή την ανάλυση της γλωσσολογίας των σχετικών όρων επεκτείνεται αναγκαία στο αυτόνομο επιστημονικό σώμα της χημείας, η οποία, ως επιστήμη ενδιαφέρεται κατ' αρχήν για εμπειρικά αντικείμενα, εστιάζοντας ειδικότερα στις ιδιότητες της ύλης από την οποία αποτελούνται τα αντικείμενα αυτά. Οι φιλοσοφικές επεμβάσεις και παρεμβάσεις στη χημεία συγκροτούν ήδη ένα ευρύτατο πεδίο απόψεων, ερμηνειών, ανασκευών και αξιολογήσεων που τροφοδοτείται από τα κύρια ρεύματα της φιλοσοφίας των επιστημών. Η γλωσσολογική ανάλυση με τα μέσα της λογικής αλλά και η διεύρυνση ή

μετατόπιση της παραδοσιακής εννοιολογίας της χημείας σε επιχειρησιακή βάση παρέχουν ισχυρά εργαλεία μεθοδικής εκτίμησης και ανασυγκρότησης της χημικής γνώσης.

## 1 ΓΕΝΙΚΑ - ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Η αντιμετώπιση πολλών φιλοσοφικών προβλημάτων ανάγεται στη σημασία των λέξεων και τον εκάστοτε τρόπο χρήσης τους. Είναι επίκαιρη η γνωσιολογική αντίληψη ότι η γνώση εξαρτάται από τη γλώσσα στην οποία διατυπώνεται. Κάθε επιστήμη διατυπώνει προτάσεις χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα λεξιλόγια. Ποιο είδος προτάσεων, όμως, μπορεί να χαρακτηριστεί ως επιστημονικό και ποιο λεξιλόγιο είναι κατάλληλο για μια δεδομένη επιστήμη; Ανάλογα με τις σημαντικές λειτουργίες που αποδίδονται στους γλωσσικούς όρους, προκύπτουν διάφοροι τρόποι ανάλυσης και νοηματοδοσίας και συγκροτούνται διαφορετικές παραδειγματικές εφαρμογές. Στη σύγχρονη αναλυτική φιλοσοφία της επιστήμης προβάλλουν ποικίλα μεθοδολογικά ρεύματα που μπορούν να υπαχθούν, για λόγους απλότητας, σε δυο τουλάχιστον γενικές κατηγορίες: τη φυσιοκρατική (naturalistic) και την πολιτισμική (culturalistic) προσέγγιση [1].

Στα πλαίσια των διαφόρων *φυσιοκρατικών* ιδιωμάτων, οι επιστημονικές προτάσεις περιγράφουν εμπειρικά δεδομένα-γεγονότα του «φυσικού» κόσμου, τα οποία θεωρούνται προσβάσιμα ανεξάρτητα από το πολιτισμικό υπόβαθρο των παρατηρητών-επιστημόνων. Ο επιστημονικός χαρακτήρας των προτάσεων αυτών θεμελιώνεται με την εμπειρική επιβεβαίωση ενώ οι αυταπόδεικτες (a priori) γνώσεις ή προτάσεις απορρίπτονται από την επιστημονική κατασκευή. Η εμπειρική βάση μπορεί να λειτουργήσει, βέβαια, ως μέτρο ελέγχου της επιστημονικής γνώσης μόνο στο βαθμό που κατέχει γλωσσική μορφή, η οποία διασφαλίζει το διυποκειμενικό της χαρακτήρα [2]. Ο ρόλος της φιλοσοφίας στη φυσιοκρατική προσέγγιση είναι να περιγράψει τις δομές των επιστημονικών θεωριών, να προβεί στην ανάλυση της λογικής τους συνέπειας, και να διαφωτίσει τις σημασιολογικές διαστάσεις των επιστημονικών όρων.

Η πολιτισμική προσέγγιση, από την άλλη, θεωρεί την επιστήμη ως μέσο επίτευξης σκοπών-αιτημάτων που διατυπώνονται σε πολιτισμικά-κοινωνικά πλαίσια. Η συναφής φιλοσοφική ανάλυση αναζητά τον τρόπο με τον οποίον η επιστήμη μπορεί να παρέχει απαντήσεις με γενική ισχύ, όταν τα ερωτήματα διατυπώνονται σε διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα. Το κεντρικό σημείο της θεώρησης αυτής είναι, ότι σε κάθε πολιτισμική συγκυρία αναπτύσσονται «ποιητικές» (κατασκευαστικές) πρακτικές που αποτελούν μέρος της καθημερινής, εμπειρικής ζωής και διατηρούν μια αρχετυπική, πρωτογενή σχέση με τις επιστημονικές θεωρίες, οι οποίες δημιουργούνται δευτερογενώς για να περιγράψουν και να εξελίσουν τις πρακτικές αυτές. Οι ποικίλες, προ-επιστημονικές, ποιητικές πρακτικές είναι

δυνατόν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τα κοινά στοιχεία ή όψεις που παρουσιάζουν και είναι αντικείμενο των επιστημών να παρέχουν τη θεωρητική γνώση που διερευνά, προσδιορίζει, περιγράφει και συγκροτεί τις όψεις αυτές. Τελικά, το καθήκον της φιλοσοφίας της επιστήμης είναι να αναπτύξει μια μέθοδο οργάνωσης της παραγόμενης γνώσης, ώστε αυτή να είναι αποδεκτή διυποκειμενικά και δια-πολιτισμικά, καθώς και να αξιολογήσει την επιστημονική γνώση με γνώμονα τη γενική της χρησιμότητα και προσφορά. Καθίσταται έτσι δυνατή, στο πλαίσιο της πολιτισμικής προσέγγισης, μια μη-δογματική μεθοδική ανασυγκρότηση του λεξιλογίου και των θεωρητικών κατασκευών των επιστημών ανατρέχοντας στον πρωτογενή «ποιητικό» τους χαρακτήρα [1].

Τα παραπάνω ισχύουν και για την επιστήμη της χημείας, που, στοχεύοντας στην περιγραφή και συγκρότηση του θεωρητικού υποβάθρου διεργασιών και διαδικασιών παραγωγής, μεταβολών και επεξεργασίας υλικών, συνιστά μια κατεξοχήν μετα-επιστήμη μιας καθημερινής «ποιητικής» πρακτικής. Στο βαθμό που, στο προ-επιστημονικό επίπεδο, το αντικείμενο και η μεθοδολογία της πρακτικής αυτής αυτονομούνται σε σχέση με άλλες πρακτικές (όπως π.χ. την παρατήρηση των άστρων), το αντικείμενο και η μεθοδολογία της χημείας διατηρούν την αυτονομία τους απέναντι σε άλλες επιστήμες. Ο ισχυρισμός αυτός δεν αναιρεί, ούτε αρνείται τη δυνατότητα εισαγωγής π.χ. φυσικών ή βιολογικών μεθόδων στη χημεία αλλά ανεγείρει μια μεθοδολογική, διατακτική σχέση που καθορίζει ότι οι χημικές μέθοδοι είναι το τελικό (ύστατο) πρότυπο ελέγχου για την αξιολόγηση κάθε άλλης μεθόδου προσέγγισης χημικών προβλημάτων. Η φιλοσοφία της χημείας είναι ένας αυτόνομος κλάδος της φιλοσοφίας των επιστημών, καθώς, εκτός, από την ανεξαρτησία της προ-επιστημονικής πρακτικής και κατ' επέκταση της επιστημονικής συγκρότησης της χημικής επιστήμης, οι προτάσεις που συνιστούν τις θεωρητικές της αποφάνσεις - και χαρακτηρίζονται ως «νόμοι», «αρχές», «θεωρίες» ή «κανόνες» - πρέπει να θεμελιώνονται ξεχωριστά στη βάση επιστημολογικών αποφάνσεων.

Υπό το πρίσμα των σύγχρονων φιλοσοφικών αντιλήψεων, επιχειρείται σήμερα, κατ' αρχήν, η «ορθολογικοποίηση» και ο εμπλουτισμός της διδακτικής της χημείας, καθώς και η βαθύτερη κατανόηση της ιστορίας της. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη για μια σειρά από λόγους, όπως για παράδειγμα, ότι η επικρατούσα φυσιοκρατική αντίληψη αποδέχεται μια ιστορικά «καθαγιασμένη» επιστημονική πρακτική ως ένα κανονιστικό πλαίσιο που παρέχει τα κριτήρια αξιολόγησης του οικοδομήματος των μεθόδων, θεωριών, προτάσεων κλπ. που συγκροτούν την επιστήμη. Πρόκειται για μία μη έγκυρη, λογικά, διαδικασία παραγωγής κανονιστικών κριτηρίων από περιγραφικά, η χρήση των οποίων γενικεύεται, με λίγο πολύ αυθαίρετο τρόπο, σε ένα ευρύ πεδίο ερμηνειών. Επιπλέον, ενώ οι διάφορες οντότητες και συλλήψεις (άτομα, μόρια, πεδία, κλπ.) που χρησιμοποιούνται στην επιστημονική θεωρία,

έχουν εισαχθεί με σκοπό να εξηγήσουν φαινόμενα τα οποία έχουν παρατηρηθεί *πριν* από την «επινόηση» των εννοιών που αντιπροσωπεύουν, τα ίδια τα φαινόμενα θεωρείται ότι αποδεικνύουν την ύπαρξη των οντοτήτων αυτών. Έτσι, ακόμα και στα πανεπιστημιακά εγχειρίδια της χημείας οι έννοιες «άτομο», «μόριο», «χημικός δεσμός», «δομή» κλπ. χρησιμοποιούνται με αξιωματικό τρόπο για να ερμηνεύσουν τα χημικά φαινόμενα και να στηρίξουν την ανάπτυξη της ύλης ενώ μεθοδολογικά θα έπρεπε να προκύπτουν *τελικά* από αυτά ως θεωρητικά, ερμηνευτικά τεκμήρια. Μια μεθοδικά ανασυγκροτημένη διδασκαλία οφείλει να ξεκινά με την παρουσίαση του οικείου, καθημερινού κόσμου και να εισάγει λειτουργικά τους ειδικούς χημικούς όρους ανασκευάζοντας τις εμπειρικές και ιστορικές συγκυρίες και συνθήκες που προώθησαν την ανάπτυξη των σχετικών εννοιών [1, 3].

## 2 ΧΗΜΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Η ανασυγκρότηση της χημικής γλώσσας σε πολιτισμική βάση είναι μια διαδικασία που συζητείται έντονα σήμερα στους κύκλους της φιλοσοφίας των επιστημών. Στο πρόγραμμά της, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της *σημασιολογικής λειτουργίας* των χημικών όρων και την επαναδιατύπωση των ορισμών τους με τρόπο ώστε να είναι αυτοί κατάλληλοι για δια-πολιτισμική χρήση.

Σύμφωνα με τη σχετική μέθοδο, ο σημασιολογικός χαρακτηρισμός των λέξεων μιας χημικής πρότασης έγκειται κατ' αρχήν στον προσδιορισμό και την εξέταση όρων με κατηγορική λειτουργία (predicators) και όρων που αποδίδουν αφηρημένες (abstractors) και θεωρητικές (theoretical) έννοιες. Για παράδειγμα, έστω μια τυπική πρόταση, όπως: «*οι μετρήσεις με φασματόμετρο ακτίνων-Χ αποκάλυψαν ότι η δομή των μορίων της ναφθαλίνης είναι...*». Η σημασία των λέξεων «μέτρηση» και «φασματόμετρο ακτίνων-Χ» μπορεί να καταστεί σαφής διδακτικά με τη χρήση παραδειγμάτων ή αντιπαραδειγμάτων ή δείχνοντας στην πράξη ποια ενέργεια συνιστά η «μέτρηση» και ποια συσκευή είναι το «φασματόμετρο». Τέτοιοι όροι, που περιγράφουν δράσεις, αντικείμενα, καταστάσεις και διεργασίες έχουν τη σημασιολογική λειτουργία των κατηγορημάτων (predicators). Η επεξήγηση των όρων «δομή» και «ναφθαλίνη», όμως, συνιστά μια πιο σύνθετη διαδικασία. Με τη χρήση μεθόδων γλωσσολογικής ανάλυσης, καθορίζεται ότι οι όροι αυτοί πρέπει να αναφέρονται σε *σχέσεις ισοδυναμίας* που θεμελιώνονται με τη σύγκριση κατηγορημάτων. Για παράδειγμα: κατασκευάζονται δυο κτίρια με ακριβώς ίδια αρχιτεκτονική διάταξη αλλά από διαφορετικά υλικά, το ένα από πηλίνους πλίνθους και ξύλο και το άλλο από σπλισμένο σκυρόδεμα. Τα κτίρια αυτά διατηρούν μια σχέση ισοδυναμίας όσον αφορά στις δομικές τους ιδιότητες και μπορούν να χαρακτηριστούν *ισοδομικά* (isostructural). Εισάγοντας τον όρο «δομή» μπορούμε να συζητάμε γι' αυτή τη σχέση ισοδυναμίας χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι

διαφορές στην υλική κατασκευή. Με τον τρόπο αυτό, η λέξη «δομή» αποκτά τη σημασιολογική λειτουργία μιας αφηρημένης έννοιας (abstractor) που προκύπτει κατόπιν «αφαίρεσης» από τις υπόλοιπες ιδιότητες των κτιρίων. Παρόμοια, η θεμελίωση της έννοιας ενός υλικού όπως η ναφθαλίνη (ή το νερό) δεν είναι δυνατή με απλή κατάδειξη σφαιριδίων ή σκόνης ναφθαλίνης (μιας λίμνης ή ενός ποτηριού νερό, αντίστοιχα). Οι λέξεις «ναφθαλίνη» (ή «νερό») περιγράφουν, επίσης, αφηρημένες έννοιες που πρέπει να θεμελιώνονται σε συγκεκριμένες σχέσεις ισοδυναμίας μεταξύ ομοιογενών σωμάτων. Οι σχέσεις αυτές αναφέρονται σε επιλεγμένες υλικές ιδιότητες όπως το σημείο τήξης, η πυκνότητα, η οσμή, το χρώμα, η χημική δραστηριότητα κλπ. Έτσι, καθορίζεται π.χ., ότι όλα τα στερεά κρυσταλλικά σώματα, λευκού χρώματος, με μέση πυκνότητα  $0.925 \text{ g/cm}^3$ , χαρακτηριστική οσμή, τοξικότητα και σημείο τήξης  $80.5 \text{ }^\circ\text{C}$  αποτελούνται από τη χημική ουσία «ναφθαλίνη». [1, 4]

Οι παραπάνω σημασιολογικές κατηγορίες δεν χρησιμοποιούνται μόνο στο πλαίσιο της επιστημονικής γλώσσας αλλά και στην καθομιλουμένη. Συνεπώς, παρέχουν τις βάσεις για την ανάπτυξη μιας επιστημονικής γλώσσας, καθώς τα αντικείμενα που περιγράφουν είναι αντικείμενα επιστημονικής έρευνας. Βέβαια, η εισαγωγή των αφηρημένων εννοιών, που προδιαγράφουν τα εννοιολογικά θεμέλια μιας επιστήμης, πρέπει να εκπληρώνει το κριτήριο της λειτουργικότητας, δηλαδή πρέπει να διασφαλίζεται η θεμελίωση της περιγραφής των ισοδυνάμων σχέσεων, από τις οποίες προκύπτουν οι έννοιες αυτές, σε συγκεκριμένες εφαρμογές εκτελεστικού χαρακτήρα (performing actions). Έτσι αποφεύγεται το φαινόμενο της συνεχούς παλινδρόμησης ερμηνειών στη θεμελίωση της γλώσσας ή η μη λειτουργική θεωρητική φόρτιση των επιστημονικών όρων. Σημαντικό στοιχείο της διαδικασίας είναι και η αποκαλούμενη «αρχή της μεθοδικής διάταξης», δηλαδή η παραγωγή ενός ορισμού που περιγράφει επακριβώς, με καταγωγικό τρόπο, τον εκάστοτε όρο. Η μεθοδική διάταξη είναι η σειρά των ενεργειών που απαιτούνται ώστε να δημιουργηθεί η κατάσταση στην οποία αναφέρεται ο εξεταζόμενος όρος και την οποία πρέπει να περιγράψει ο ορισμός.

Τελειώνοντας, πρέπει να σημειωθεί ότι, στο παραπάνω παράδειγμα, ο όρος «μόριο» δεν μπορεί να ενταχθεί σε καμία από τις αναφερόμενες κατηγορίες σημασιολογικών λειτουργιών. Γραμματικά, η λέξη αυτή εμφανίζεται συχνά με κατηγορική χρήση (predicator), αλλά αυτό που αποκαλείται «μόριο» είναι στην ουσία «αόρατο» και φυσικά δεν συναντάται στην καθημερινή ζωή, παρά μόνο σε επιστημονικές θεωρίες. Ως εκ τούτου, η οντότητα «μόριο» αποτελεί μια «θεωρητική κατασκευή». Οι λέξεις που περιγράφουν τέτοιες οντότητες παρουσιάζουν τη σημασιολογική λειτουργία των *θεωρητικών όρων* ή *θεωρητικών εννοιών* και αναλύονται στη βάση των αναγκών εισαγωγής και χρήσης τους στην επιστημονική γλώσσα. [1,4]

Τα παραπάνω είναι μια απλουστευμένη περιγραφή μερικών κατηγοριών και εργαλείων που χρησιμοποιεί η γλωσσολογική ανάλυση, σε πολιτισμική βάση, για την ανασυγκρότηση της χημικής γλώσσας. Ας σημειωθεί ότι η γραμματική και νοηματική διασάφηση των όρων επεκτείνεται συστηματικά στη διεξοδική εξέταση και ενίοτε επαναδιατύπωση των αρχών, κανόνων και νόμων της χημείας. [1]

### 3 ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΡΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΟΚΡΑΤΙΑ

Στο πλαίσιο μιας εναλλακτικής φιλοσοφικής τάσης που βρίσκεται σε αντίθεση με την αμιγή εφαρμογή οντολογιών που βασίζονται σε γλωσσολογική ανάλυση, υποστηρίζεται σήμερα μια μη φαινομεναλιστική επιστημολογία που αρθρώνει αντιρρήσεις στην παραδοσιακή, οιονεί-ουσιοκρατική προοπτική και, προσβλέποντας σε λειτουργικές αποφάνσεις, μελετά την καταλληλότητα επιχειρησιοκρατικών ορισμών αναζητώντας το τι ακριβώς είναι σημαντικό για την επιστήμη της χημείας [5].

Η εφαρμογή της οντολογίας αυτής σε σχέση με την ύλη είναι χαρακτηριστική. Απορρίπτοντας τις αυθαίρετες μεταφυσικές ή υπερβατικές υποθέσεις της μηχανιστικής φιλοσοφίας αλλά και του φαινομεναλιστικού θετικισμού και του σύγχρονου φυσιοκρατισμού, σχετικά με τα στοιχειώδη γνωρίσματα που πρέπει να χαρακτηρίζουν κάθε υλικό (ποιότητες, γεωμετρικές διαστάσεις, διέγερση αισθήσεων κλπ. [5, 6]), χρησιμοποιεί ως σημείο εκκίνησης για τη μελέτη π.χ. των υλικών σωμάτων, τον ορισμό: *ένα υλικό αντικείμενο χαρακτηρίζεται ως τέτοιο αν μπορεί να είναι αντικείμενο της πειραματικής έρευνας που προσήκει σε υλικά, δηλαδή, υλικό αντικείμενο είναι αυτό το οποίο μελετά η έρευνα των υλικών*. Η λέξη «υλικό» εδώ είναι ένα καθολικό κατηγορήμα και, ως εκ τούτου, η ορθή εφαρμογή της μπορεί να ακολουθήσει τους κανόνες της κλασικής επιχειρησιοκρατικής προσέγγισης: *εάν δεν είναι βέβαιο ότι το x είναι υλικό, θα πρέπει να ελεγχθεί αν μπορεί αυτό να είναι αντικείμενο της έρευνας των υλικών*. [5]

Η προτεινόμενη οντολογία μεθοδεύει την αντιμετώπιση εννοιολογικών δυσχερειών, η διασάφηση των οποίων οδηγεί, μεταξύ άλλων, σε έναν ορθολογικό προσδιορισμό του βασικού πυρήνα του γνωστικού αντικειμένου που η χημεία περιγράφει και πραγματεύεται. Συγκεκριμένα, η «επιχειρησιοκρατική» επιστημολογία αποπειράται τη συστηματοποίηση της χημικής γνώσης, «ολοκληρώνοντάς» την σε μια μη γραμμική δικτυακή δομή που περιλαμβάνει όλα τα εμπειρικά δεδομένα που αφορούν τις χημικές ουσίες και τις μετατροπές τους. Οικοδομεί, με τον τρόπο αυτό, ένα δίκτυο σχέσεων (chemical network), στο οποίο οι χημικές ουσίες αποτελούν κομβικά σημεία που συνδέονται μεταξύ τους *δυναμικά* με χημικές σχέσεις [7]. Οι κατασκευές αυτού του είδους, αποφεύγοντας την παραδοσιακή, αέναη αναζήτηση στοιχειωδών, ανεξάρτητων από πλαίσια αναφοράς, γνωρισμάτων της ύλης,

αναδεικνύουν εκ νέου, αλλά με μη τετριμμένο τρόπο, την κεντρική θέση τόσο της χημικής ουσίας όσο και της χημικής αντίδρασης-σχέσης, δηλαδή του χημικού φαινομένου, στην επιστήμη της Χημείας.

Για να γίνουν σαφέστερα, όμως, τα προβλήματα της ουσιοκρατικής προοπτικής που οι νέες φιλοσοφικές προσεγγίσεις φιλοδοξούν να παραμερίσουν είναι αναγκαίο να δοθούν μερικά στοιχεία: Σύμφωνα με τις κλασικές αντιλήψεις, η Χημεία μελετά τη δομή, τις ιδιότητες και τις αντιδράσεις των *χημικών ουσιών* (substance). Η έννοια της «ουσίας» (essence) εγείρει μια ιδιαίτερη φιλοσοφική προβληματική, ένα από τα χαρακτηριστικά της οποίας είναι και η γνωσιοθεωρητική ιστορικότητά της, δηλαδή η συνεχής μεταβολή του νοήματός της κατά τη διάρκεια της επιστημονικής εξέλιξης. Κοινός τόπος των ιστορικά διαφορετικών νοημάτων είναι η αντίληψη της ουσίας ως εσωτερικού περιεχομένου ενός υλικού αντικειμένου (material), «που συγκροτείται από ένα σύνολο σχετικά σταθερών στοιχείων και σχέσεων» [6]. Η ουσία είναι ένα «ομοιογενές είδος ύλης, με εύλογα καθορισμένη χημική σύνθεση» όπως αποδέχεται ο Pauling, και τα σταθερά στοιχεία, σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις, είναι προφανώς τα άτομα και τα μόρια. Ο ουσιοκρατικός μύθος - κληρονομιά του δόγματος των πρωτογενών ποιότητων (primary qualities) – αξιώνει ότι η ουσία κάθε υλικού ή υλικού περιεχομένου (substance) έγκειται στην εσωτερική δομή του. Η παραδοσιακή, ουσιοκρατική άποψη μπορεί να αναχθεί τελικά στην πρόταση, ότι η πλήρης γνώση ενός υλικού απαιτεί απλά την ακριβή περιγραφή της τρισδιάστατης δομής του. Η αντίληψη αυτή αποκρύπτει, όμως, το γεγονός ότι η δυναμική περιγραφή των ιδιοτήτων ενός υλικού απαιτεί κατ' αρχήν τη χρήση κβαντομηχανικών όρων. Επιπρόσθετα, προϋποθέτει, ενδογενώς, την κατάστροψη κβαντομηχανικών μοντέλων για κάθε δυνατό εμπειρικό πλαίσιο στο οποίο αναφέρεται η περιγραφή των ιδιοτήτων του υλικού [5, 6]. Με τον τρόπο αυτό, η επικρατούσα οντολογία της ουσίας, που περιγράφεται με όρους της φυσικής στοιχειωδών σωματιδίων, αδράχνει σαφέστατα την άκρη του μίτου που οδηγεί στην αναγωγιστική προσέγγιση της σύγχρονης Χημείας, δηλαδή ότι όλα τα χημικά φαινόμενα, σε ένα τελικό επίπεδο αναγωγής μπορούν να ερμηνευθούν πλήρως με τους νόμους της φυσικής. Ας σημειωθεί εδώ, ότι η σχέση μεταξύ χημείας και φυσικής θεωρείται επιστημολογικά ως παραδειγματική περίπτωση αναγωγισμού. Οι σύγχρονες μελέτες, όμως, δείχνουν ότι η χημεία δεν μπορεί να αναχθεί στη φυσική, ή τουλάχιστον παρατηρείται μια αστοχία εναρμόνισης με τις τυπικές θεωρίες αναγωγής, ιδιαίτερα καθώς οι «κλασικές» ιδέες περί μοριακής δομής και χημικών δεσμών δεν συμβιβάζονται εύκολα με την κβαντική μηχανική. Ασφαλώς, πολλά εξαρτώνται από το τι εννοείται με τον όρο «αναγωγή». Αν ο όρος αυτός χρησιμοποιηθεί με την έννοια ότι μια θεωρία συν την ερμηνεία της μπορεί να συναχθεί από μια βασική θεωρία, τότε είναι αναμφισβήτητο γεγονός, ότι, σήμερα, η χημεία

δεν έχει αναχθεί στη φυσική, όπως επίσης, για παράδειγμα: η χημική καθαρότητα ή η θερμοκρασία δεν είναι καθαρά μοριακές έννοιες, η θεωρία της θερμότητας δεν έχει αναχθεί στη στατιστική μηχανική ή, τέλος, η κλασική φυσική δεν συνιστά ακριβώς οριακή περίπτωση της σχετικιστικής ή της κβαντικής φυσικής [3].

Προσπερνώντας, όμως, τις φιλοσοφικές διχογνωμίες περί ουσίας, ας μελετήσουμε το βασικό χημικό όρο «χημική ουσία» - ή του ισοδύναμου «καθαρή ουσία» - από την λειτουργική σκοπιά. Είναι ίσως περιττό να αναφερθεί ότι η συχνότητα χρήσης του όρου αυτού δίνει την εντύπωση ότι η έννοια που δηλώνει είναι σαφής και ορίζεται με ευκολία. Παρά την κεντρική της θέση στην επιστήμη της χημείας, όμως, διαφεύγει κάποιου ικανοποιητικού, εμπειρικού ή θεωρητικού προσδιορισμού:

Έτσι, η μέτρηση απλών φυσικών ιδιοτήτων (σημείο τήξης, δείκτης διάθλασης, ιξώδες κλπ.) δεν επιτρέπει αποφάνσεις για την καθαρότητα μιας χημικής ουσίας παρά μόνο ως δευτερεύον τεστ ελέγχου. Η φασματοσκοπία είναι ένα ισχυρό εργαλείο ελέγχου της καθαρότητας γνωστών δειγμάτων αλλά δεν προσφέρεται για την διάκριση αγνώστων δειγμάτων, χωρίς επιπλέον πειραματικές πληροφορίες. Οι χημικές μέθοδοι, τέλος, δεν οδηγούν πάντα σε ασφαλή συμπεράσματα (η διάκριση μεταξύ χημικών ουσιών και ομοιογενών μιγμάτων με χημικές ή άλλες μεθόδους που βασίζονται σε ιδιότητες των υλικών δεν είναι πάντα εφικτή ή ικανοποιητική). Η μελέτη της εφαρμογής εμπειρικών μεθόδων μέτρησης δείχνει, λοιπόν, ότι δεν υπάρχει μια ασφαλής γενική τεχνική διάκρισης. Το αρνητικό αυτό αποτέλεσμα είναι, μάλιστα, ως ένα βαθμό εκπληκτικό αν αναλογιστεί κανείς τη σπουδαιότητα της εγκυρότητας των διαδικασιών αυτών στη χημική πρακτική αλλά και στην οικοδόμηση εννοιών και την εξαγωγή θεωριών. Επιπρόσθετα, αποδεικνύεται ότι η θεωρητική, μοριακή περιγραφή των καθαρών ουσιών δεν μπορεί να παρέχει ένα γενικό κριτήριο που να εξασφαλίζει μια απλή αντιστοιχία μεταξύ των «πραγματικών» καθαρών ουσιών και των μοριακών τους ισοδυνάμων που πραγματεύεται η θεωρία [6].

Στο σημείο αυτό, η επιχειρησιακοκρατική προσέγγιση υποστηρίζει ότι το πρόβλημα προσδιορισμού ενός θεμελιώδους κριτηρίου απόφασης μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα βαθμό με τη υιοθέτηση ενός λειτουργικού ορισμού της καθαρής ουσίας με βάση την πρακτική των χημικών διεργασιών καθαρισμού. Καθώς, οι βασικές μέθοδοι απομόνωσης καθαρών χημικών ουσιών είναι, τουλάχιστον στο τελικό στάδιο, διάφορες θερμικές διεργασίες που περιλαμβάνουν μια μεταβολή φάσης, όπως η απόσταξη, η κρυστάλλωση, η εξάχνωση κλπ. το κριτήριο που μπορεί για παράδειγμα να χρησιμοποιηθεί είναι: *Ένα υλικό θεωρείται καθαρή ουσία, εάν κατά τη διάρκεια ενός μετασχηματισμού φάσης, η θερμοκρασία ή κάποια άλλη ιδιότητά του παραμένει σταθερή.* Ο έλεγχος που περιγράφεται με τον ορισμό αυτό, παρά τις αδυναμίες του (δεν είναι εφαρμόσιμος π.χ. σε αζεοτροπικά ή μίγματα



εναντιομερών), δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα - ειδικά όταν οι πειραματικές πληροφορίες που υπάρχουν για ένα δείγμα είναι ανεπαρκείς – παρέχοντας ένα γενικό κριτήριο καθαρότητας σε επιχειρησιακούς όρους. [6].

#### **4 ΕΠΙΛΟΓΟΣ**

Η ρεαλιστική εκτίμηση των σημαινόμενων, ο εντοπισμός και μελέτη των εννοιολογικών δυσχερειών και ανακολουθιών που προβάλλουν σχεδόν σε κάθε «γωνιά» του γνωστικού οικοδομήματος της Χημείας, όταν αυτή υποβάλλεται σε ανάλυση με τα εργαλεία της σύγχρονης επιστημολογίας, είναι μια διαδικασία που ξεκίνησε μόλις τα τελευταία χρόνια και συνιστά μια μετα-επιστήμη που αναπτύσσεται με εξαιρετικά έντονους ρυθμούς. Όπως διαφαίνεται ίσως και στο παρόν άρθρο, οι συναφείς φιλοσοφικές παρατηρήσεις και αναζητήσεις δεν έχουν σχέση μόνο με το πώς μιλάει κανείς για τη χημεία αλλά εξυπηρετούν ανάγκες λογικής συστηματοποίησης του γνωστικού της αντικειμένου με τρόπους που μπορεί να αποδειχθούν περισσότερο λειτουργικοί από την παραδοσιακή πρακτική.

## 5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Nikos Psarros, "What has Philosophy to offer to Chemistry", *Foundations of Science*, 1 (1998): 183-202.
- [2] Νίκος Αυγελής, «Φιλοσοφία της Επιστήμης», Εκδ. Κώδικας, Θεσσαλονίκη (1998) 24, 167 σελ.
- [3] J. Van Brakel, "On the Neglect of the Philosophy of Chemistry", *Foundations of Chemistry*, 1 (1999) 111-174.
- [4] Nikos Psarros, "Things, stuffs and coincidence. A non-ontological point of view", *HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, Vol. 7, No 1 (2001) 23-29.
- [5] Joachim Schummer, "Epistemology of material properties", *Proc. of the Twentieth World Congress of Philosophy*, Boston, Massachusetts, USA (August 10-15, 1998).
- [6] Ευθύμιος. Π. Μπόκαρης, «Επιστημολογία και Ιστορία της Χημείας», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα (2000) 44-49, 309 σελ.
- [7] Joachim Schummer, "The Chemical Core of Chemistry I: A Conceptual Approach", *HYLE - An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, Vol. 4, No 2 (1998) 129-162.

Μιρτάτ Μπουρουσιάν, Λέκτορας Ε.Μ.Π.,

Νικόλαος Σπυρέλλης, Καθηγητής Ε.Μ.Π., Διευθυντής Εργ. Γενικής Χημείας

Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών,

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

157 80 Αθήνα.